

hf-praxis

HF- und Mikrowellentechnik

**Etwas aus „nichts“ –
und die Stromversorgung kostenfrei**

Linear Technology, Seite 8



UP TO 100 Watt AMPLIFIERS

NOW! 100 kHz to 18 GHz



\$995
from ea. qty. (1-9)

Hohe Leistungsabgabe über weite Frequenzbereiche.

Diese Klasse-A/AB-Linearverstärker haben in der HF&Mikrowellen-Industrie einen Standard gesetzt. Sie sind robust und zuverlässig, mit Überspannungs- und Übertemperatur-Schutz ausgestattet und zudem unempfindlich gegenüber Leerlauf oder Kurzschluss am Ausgang. Alle Modelle sind auf Lager, sei es mit Kühlkörper oder Lüfter (für Entwicklungslabore und Messplätze) oder auch ohne (für schnelle Integration in Kundenaufbauten.) Gehen Sie auf die Seite minicircuits.com, dort können Sie ganz einfach die Modelle aussuchen, die Ihre Anforderungen erfüllen, einschließlich neuer Funktionen wie TTL-kontrollierter Ausgangsleistung. Bestellen Sie noch heute, dann können Sie die Verstärker schon morgen einsetzen.

Model	Frequency (MHz)	Gain (dB)	Pout @ Comp.		\$ Price (Qty. 1-9)
			1 dB (W)	3 dB (W)	
ZVE-3W-83+	2000-8000	36	2	3	1295
ZVE-3W-183+	5900-18000	35	2	3	1295
ZHL-5W-2G+	800-2000	45	5	6	995
ZHL-5W-1	5-500	44	8	11	995
ZHL-10W-2G	800-2000	43	10	13	1295
• ZHL-16W-43+	1800-4000	45	13	16	1595
• ZHL-20W-13+	20-1000	50	13	20	1395
• ZHL-20W-13SW+	20-1000	50	13	20	1445
LZY-22+	0.1-200	43	16	32	1495
ZHL-30W-262+	2300-2550	50	20	32	1995
ZHL-30W-252+	700-2500	50	25	40	2995
LZY-2+	500-1000	46	32	38	2195
LZY-1+	20-512	43	37	50	1995
• ZHL-50W-52	50-500	50	40	63	1395
• ZHL-100W-52	50-500	50	63	79	1995
• ZHL-100W-GAN+	20-500	42	79	100	2395
NEW ZHL-100W-13+	800-1000	50	79	100	2195

Listed performance data typical, see minicircuits.com for more details.

• Protected under U.S. Patent 7,348,854



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

416 rev AC

DISTRIBUTORS

IE INDUSTRIAL ELECTRONICS GMBH

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

Mini-Circuits Europe

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

municom®

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

Zusammengeschlossene Kondensatorunternehmen geben ihr Debüt



Mit einer Geschichte von zusammen mehr als 175 Jahren haben sich Dielectric Laboratories (DLI), Novacap, Syfer Technology und Voltronics nun in einer einzigen Organisation namens Knowles Capacitors zusammengefunden. Diese neue Einheit ist ein Geschäftsbereich der Knowles Corporation of USA, eines unabhängigen Unternehmens. Als Ergebnis der Fusion einiger der weltweit führenden Spezialkondensatorenhersteller wird Knowles Capacitors zu einem Team von Menschen, die eine gemeinsame Vision teilen.

Das Hauptquartier von Knowles Capacitors wird in Norwich, UK sein und von Howard Ingleson geleitet werden, dem bisherigen Managing Director von Syfer Technology. Der Forschungs- und Entwicklungs-Betriebsbereich für Vielschicht-Keramik-kondensatoren und EMI-Filter wird sowohl an diesem Standort als auch an anderen beste-

henden Standorten in den USA beibehalten werden. Die Fertigung erfolgt an verschiedenen Standorten, etwa entstehen die MLCC-Großserien in Suzhou, einer Großstadt in Ostchina.

Aufgrund seiner Gründungs-marken ist Knowles Capacitors nun eine führende globale Lieferquelle für keramische Vielschichtkondensatoren, Einschichtkondensatoren, Filter für die EMI-Unterdrückung, Trimmer und Dünnschicht-Bauelemente. Gemeinsam wird das Unternehmen eine Vielzahl von Märkten bedienen, inklusive Militär, Luft- und Raumfahrt, medizinische Ausrüstung, implantierbare Geräte, EMI- und Steckverbinderfilter, Erdölprospektion, Messgeräteausrüstung, Industrieelektronik, Automotive, Telekommunikation und Daten-netzwerke.

■ Knowles Capacitors
www.knowlesc capacitors.com



municom[®]
 Technische Beratung und Distribution

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



Elektroingenieur
 Schwerpunkt Nachrichtentechnik oder
Informationstechniker (m/w)
 für den Vertriebsinnen- /
 außendienst **gesucht.**

municom GmbH
 Fuchsgrube 4
 83278 Traunstein
 Hotline: +49 861 1 66 77 - 99

EN ISO 9001:2008

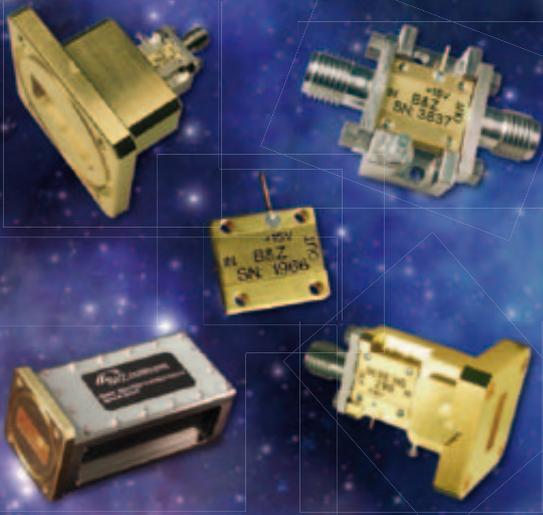
www.municom.de · info@municom.de

ISO 9001
 CERTIFIED
 COMPANY



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

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



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

info@tactron.de
www.tactron.de

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

Inhalt

Zum Titelbild:



Etwas aus „nichts“ – und die Stromversorgung kostenlos

Um effiziente Entwicklungen und einen erfolgreichen langfristigen Einsatz sicher zu stellen, müssen Systementwickler und Systemplaner spezifische Anforderungen ihres Power-Management-Systems definieren. 8

In dieser Ausgabe:

Messtechnik:



Interference and Direction Analyzer IDA 2 spürt auch kleine Störer auf

Mit dem tragbaren Interference and Direction Analyzer IDA 2 wird der Störer einer UKW-Frequenz gesucht 12

BNC-Steckverbindung:

Identisches Steckerprofil für unterschiedliche Wellenwiderstände

Die BNC-Steckverbindung findet Anwendung sowohl in 50-Ohm- als auch 75-Ohm-Systemen. Der Beitrag beschreibt die relevanten Unterschiede, die zwischen den Systemvarianten bestehen. 20



Wireless:

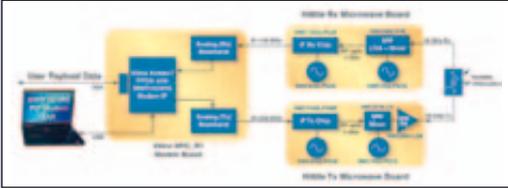
Kontinuierliches, zuverlässiges Prozess-Monitoring mit drahtlosen Vibrationssensoren

Drahtlose Vibrationssensoren unterstützen durch hochgenaue Zielerfassung die Automatisierung der Prozesssteuerung und Wartung in einer Fertigungsumgebung. 30



Mikrowellentechnik:

Mikrowellenradio-Chipset deckt die Bänder von 6 - 42 GHz ab



Die mobilen Geräte von heute liefern mehr Kommunikationsleistung als jemals vor. Die neuesten Smartphones nutzen etwa 30 mal mehr Daten als die cellphones, die sie ersetzen, was bedeutet, dass die Nachfrage sich nach mobilen Daten jedes Jahr verdoppelt. **38**

Wireless:

Plattform der nächsten Generation für Wireless-Kommunikation



NI USRP RIO ermöglicht Prototypenerstellung von Wireless-Systemen in deutlich kürzerer Zeit **34**

Bauelemente:

High-Performance-Realtime-Clock-Modul



Die ultrakleine RV-8803-C7 bietet die aktuell beste Ganggenauigkeit von nur 3ppm über den Temperaturbereich von -40 bis +85 °C. Das entspricht 0,26 s/Tag) bei einem Stromverbrauch von lediglich 250 nA. **48**

RF & Wireless International



Eastern OptX Dynamic Radar Target Scenario Generator 55



World Class Design Team Joins CML Microcircuits 56



New 40.5–43.5 GHz Receiver with High IIP3 from MACOM 57



Miniaturized Bluetooth Smart system-in-package module 58



New SPP-LLPL 50 Ohm Coaxial Cable 59

HF-Technik:

Modernes Antennenschalter-Portfolio ermöglicht Carrier Aggregation



Skyworks Solutions Inc. entwickelt leistungsfähige analoge Halbleiterlösungen. Dazu gehört neuerdings auch eine Reihe von Antennenschaltern für LTE, LTE-Advanced und nachfolgende Carrier-Aggregation-Architekturen. **50**

Rubriken:

Aktuelles	3
Inhalt	4
Produkt-Portrait	6
Energieernte	8
Messtechnik	12
BNC-Steckverbindung	20
Wireless	26
Mikrowellentechnik	38
EMV	43
Bauelemente	44
Software	52
RF & Wireless	55
Aktuelles/Fachliteratur/Impressum	62



- » **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

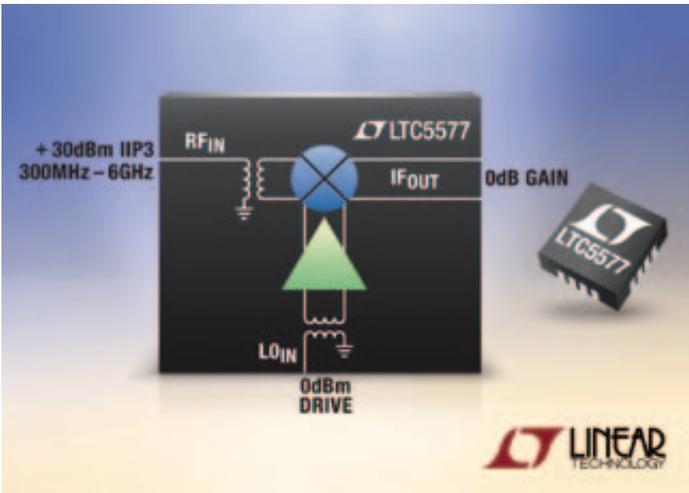
tel +49 89 54 43 23-0

fax +49 89 54 43 23-21

info@compotek.de

www.compotek.de

Aktiver Breitbandmischer übertrifft +30 dBm IIP3 bei 0 dB Mischverstärkung



Technische Merkmale des LTC5577

Betriebsfrequenz	300 MHz zu 6 GHz
ZF-Bandbreite	1 MHz bis 1500 MHz
Eingangs-IP3 (IIP3)	+30,2 dBm
Input P1dB	+15 dBm
Mischverstärkung	0,7 dB
Rauschzahl	11,8 dB
Rauschzahl mit 5-dBm-Blocker	15,8 dB
Betriebs-Temperaturbereich	-40 °C bis 105 °C
Leistungsbedarf	594 mW
Gehäuse	16poliges (4 x 4 mm) QFN

Der LTC5577 von Linear Technology ist ein aktiver Abwärts-Mischer für 300 Hz bis 6 GHz mit einem hervorragenden IIP3 von +30 dBm und 0 dB Umwandlungsgewinn. Der LTC5577 hat einen breiten Betriebsfrequenzbereich, der alle zellularen Bänder von 450 MHz bis 3,6 GHz mit einem einzigen Bauteil erfasst. Zusätzlich bietet sein von 1 MHz bis 1,5 GHz nutzbarer ZF-Ausgang eine über 600 MHz Bandbreite flache Mischverstärkung und unterstützt damit LTE- und LTE-Advanced-Basisstationen. Seine außerordentlich geringen unerwünschten Mischprodukte sind für Empfänger mit niedrigen Verzerrungen ideal und verbessern die Leistung der Verzerrungskorrektur in Empfängern mit digitaler Vorverzerrung (DPD).

Außerdem ermöglicht es die sehr geringe Kopplung zwischen LO- und RF-Eingang Empfängern die Anforderungen an Nebenwellen-Emissionen mit wenig oder gar keiner HF-Filterung zu erfüllen. Weiterhin kann der RF-Eingang des LTC5577s starke Blockier-Inbandsignale bei unverändert guter Rauschzahl vertragen, was

für robuste Empfänger-Empfindlichkeit bei vorhandener Interferenz sorgt.

Integrierte Breitband-RF- und LO-Eingangübertrager

Der LTC5577 hat integrierte Breitband-RF- und LO-Eingangübertrager, die es dem Mischer ermöglichen, mit unsymmetrischen 50-Ohm-Eingängen von 700 MHz bis 4,3 GHz zu arbeiten, ohne dass die externe Anpassung geändert werden muss. Daher wird nur ein Minimum an externen Komponenten benötigt, was die Systemkosten und die Schaltungsgröße verringert. Der LO-Eingang bleibt mit 50 Ohm

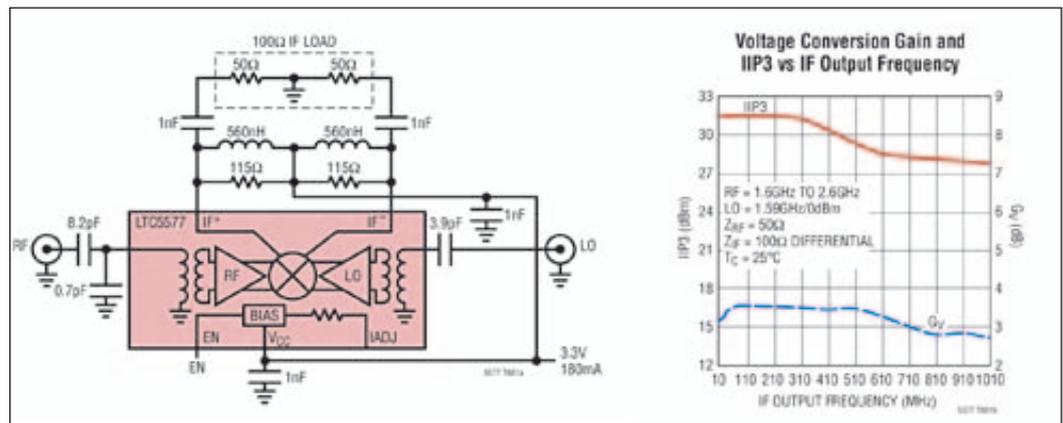
abgeschlossen, ohne Rücksicht darauf, ob das Gerät ein- oder ausgeschaltet ist. Der LO-Eingang ist gepuffert, sodass er nur einen Eingangsspiegel von 0 dBm benötigt und daher direkt von einer VCO-Schaltung mit einem Minimum an Frequenz-Pulling angesteuert werden kann. All diese Merkmale ermöglichen zusammen eine kostengünstige Lösung, die wenig Platz benötigt und leicht zu realisieren ist.

Breites Spektrum

Abgesehen von zellularen Basisstationsanwendungen ist der LTC5577 auch gut geeignet für ein breites Spektrum von Empfängern, die eine robuste Leistung erfordern wie z.B.

Kabelfernseh-Transceiver, militärische Breitbandfunkgeräte, softwaredefinierte Empfänger (SDR), drahtlose Repeater und Satellitenkommunikation.

Das 4 x 4 mm große QFN-Gehäuse sorgt für einen kompakten Footprint. Der LTC5577 ist spezifiziert für Gehäuse-Temperaturen von -40 bis 105 °C und stellt zuverlässigen Betrieb in rauen Umgebungen sicher. Betrieben mit einer einzelnen 3,3-V-Spannung bei 180 mA, verbraucht der LTC5577 den wenigsten Strom in der +30 dBm IIP3 Mischerklasse. Er kann über den Enable Control Pin bequem deaktiviert werden und verbraucht dann nur noch 200 µA. ◀



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



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

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

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

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

PXA Signal-Analysator (N9030A)

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

Messanwendungen: Rauschzahl, Phasenrauschen, Pulsanalyse

Bis zu 140 MHz Analysebandbreite und ZF-Ausgangsoptionen

Hohe Sicherheit durch herausnehmbares Festplattenlaufwerk

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



The Power to Get to Market Faster



Erneuern Sie Ihre Technik noch heute:

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

© 2010 Agilent Technologies, Inc.

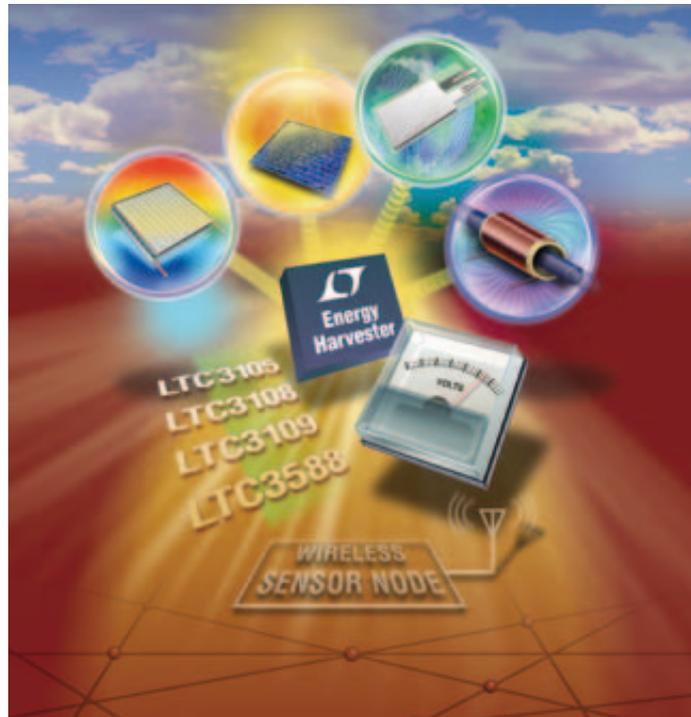
Deutschland: 07031 464 6333



Agilent Technologies

Etwas aus „nichts“ – und die Stromversorgung kostenlos

Viele werden sich sicher noch an den Song der Dire Straights „Money for nothing and...“ erinnern, aber wie viele hätten geglaubt, dass man diese Aussage einmal für die Energieernte benutzen könnte? Der konzeptuelle Übergang ist analog zu „etwas aus nichts und deine Stromversorgung kostenfrei“.



Einige werden jetzt denken, das ist ein wenig weit hergeholt, aber es bleibt Tatsache, dass es sich bei der Energieernte um das Nebenprodukt einer anderen Aktion handelt, das dazu verwendet wird, einen autonomen Sensorknoten (WSN = wireless sensor node) mit Strom zu versorgen. Für diejenigen, die nicht mit WSNs vertraut sind:

Geschlossene Systeme

Dies sind grundsätzlich in sich geschlossene Systeme, die aus einem bestimmten Wandler bestehen, der die in der Umgebung gespeicherte Energie in ein elektrisches Signal umsetzt, normalerweise gefolgt von einem DC/DC-Wandler/Manager, der die nachfolgende Elektronik mit der richtigen Spannung und der geeigneten Stromstärke versorgt. Diese nachgeschaltete Elektronik besteht aus einem Mikrocontroller, einem Sensor und einem Sender/Empfänger.

Wenn man versucht, einen oder mehrere WSNs zu implementieren, sollte man zunächst die Frage beantworten: Wie viel

Energie benötige ich, um sie zu betreiben? Prinzipiell scheint das sehr einfach zu sein; in der Realität ist, das aufgrund mehrerer Faktoren, jedoch etwas schwieriger. Wie häufig müssen beispielsweise Messungen gemacht werden? Oder, noch wichtiger, wie lang wird das Datenpaket sein und wie weit muss es übertragen werden? Dies deswegen, weil der Sender/Empfänger rund 50 Prozent der Energie, die das System insgesamt verbraucht, für eine einzige Sensormessung benötigt. Mehrere Faktoren beeinflussen die Leistungsbedarfscharakteristik des Energieerntesystems eines WSN. Diese sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Leistungsdichte

Natürlich hängt die Energie, die von der Energieerntequelle geliefert wird, davon ab, wie lange die Quelle in Betrieb ist. Deshalb ist das wichtigste Maß für den Vergleich von Energieerntequellen die Leistungsdichte und nicht die Energiedichte. Die Energieernte erfolgt generell mit

geringen, variablen und nicht vorhersehbaren Mengen an verfügbarer Leistung, so dass häufig eine hybride Struktur, die mit dem Energieerntebaustein und einem sekundären Energiespeicher verbunden ist, eingesetzt wird. Der Energieerntebaustein ist, wegen seiner unbegrenzten Energieversorgung und Mangel an Leistung, die Energiequelle des Systems. Der sekundäre Leistungsspeicher, entweder eine Batterie oder ein Kondensator, erzielt eine höhere Ausgangsleistung, speichert aber weniger Energie und liefert die Leistung, wenn nötig. Er erhält – sofern vorhanden - ständig Ladung vom Energieerntebaustein.

Sekundäre Leistungsspeicher

Deshalb muss in Situationen, in denen keine Energie in der Umgebung vorhanden ist, aus der Leistung geerntet werden könnte, der sekundäre Leistungsspeicher genutzt werden, um den WSN zu versorgen. Aus Sicht eines Systementwicklers erhöht dies die Komplexität weiter, da er nun in Betracht ziehen muss, wie viel Energie im sekundären Leistungsreservoir gespeichert werden muss, um das Fehlen der Energiequelle in der Umgebung auszugleichen.

Faktoren zur Speicherung:

1. Die Länge der Zeitspanne, in der die Umgebungsenergiequelle nicht verfügbar ist
2. Der Arbeitszyklus des WSN (das ist die Frequenz mit der eine Datenerfassung und Übertragung ausgeführt werden müssen)
3. Der Größe und Art des sekundären Reservoirs (Kondensator, Superkondensator oder Batterie)
4. Ist genügend Energie in der Umgebung vorhanden, um sowohl als primäre Energiequelle zu dienen und noch genügend Restenergie zu haben, um

Tony Armstrong
Director of Product Marketing
Power Products
Linear Technology
Corporation
www.linear.com

TDEMI X



**FASTEST RECEIVER. HIGHEST DYNAMIC.
BROADEST REAL-TIME BANDWIDTH.
TDEMI X. THE REAL TURBO IN EMC.**



Faktoren, die den Leistungsverbrauch beeinflussen	
Stromversorgung (oder Batterie)	Selbstentladungsrate
	Batteriedimensionen
	Versorgungsspannung
	Art des verwendeten Elektrodenmaterials
	DC/DC-Wirkungsgrad
Sensoren	Wandlung des physikalischen in ein elektrisches Signal
	Komplexität der unterstützenden Komponenten
	Signalabtastung
	Signalkonditionierung
ADC	Abtastrate
	Aliasing
	Dither
Mikroprozessor	Arbeitsfrequenz des Kerns
	Betriebsspannungen
	Versorgung proportional für die Verbraucher für Prozess- & Berechnungen
	Umgebungstemperatur
	Applikationscode
	Peripherienutzung
Funk	Modulationsart
	Datenrate
	Übertragungsbereich
	Arbeitstakt in Betrieb

Tabelle 1: Faktoren, die den Leistungsbedarf von WSNs beeinflussen

das sekundäre Leistungsreservoir aufzuladen, wenn sie für eine spezifizierte Zeitspanne nicht verfügbar ist?

Techniken

Fortschrittliche und handelsübliche Energieerntetechniken, wie z.B. die Energieernte aus Vibrationen oder Solarzellen für Innenräume, generieren unter normalen Betriebsbedingungen Leistungsmengen in der Größenordnung von einigen Milliwatt. Obwohl solche Leistungsmengen gering erscheinen mögen, kann der Betrieb von Energie erntenden Elementen über einige Jahre hinweg bedeuten, dass diese Techniken durchaus vergleichbar mit Primärbatterien mit langer Lebensdauer sind, sowohl bezüglich der Energiebereitstellung als auch der Kosten pro gelieferter Energieeinheit.

Darüber hinaus sind Systeme, die das Energieernten enthalten üblicherweise in der Lage, nach einer Vollerladung das Reservoir wieder voll aufzuladen,

ENERGIEQUELLE	PRODUZIERTE TYPISCHE ENERGIEMENGE	TYPISCHE APPLIKATION
Kleine Solarzellen	Einige 100 mW/cm ² (direktes Sonnenlicht)	Elektronische Handheld-Geräte
Kleine Solarzellen	Einige 100 mW/cm ² (indirektes Sonnenlicht)	Elektronische Handheld-Geräte
Seebeck-Bausteine (die Wärmeenergie in elektrische Energie wandeln)	Einige 10 µW/cm ² (Körperwärme)	Abgesetzte drahtlose Sensoren
Seebeck-Bausteine (fortgesetzt)	Einige 10 µW/cm ² (Heizungsrohr)	Abgesetzte drahtlose Aktoren
Piezoelektrische Bausteine (die Energie entweder bei Druck oder Dehnung des Bausteins generieren)	Einige 100 µW/cm ²	Elektronische Handheld-Geräte oder abgesetzte drahtlose Aktoren
HF-Energie einer Antenne	Einige 100 pW/cm ²	Abgesetzte drahtlose Sensoren

Tabelle 2: Energiequellen und die Energiemenge, die sie produzieren können

etwas, das Systeme die von einer Primärbatterie versorgt werden, nicht können.

Generierte Mengen

In der Umgebung vorhandene Energiequellen sind Licht, Wärmeunterschiede, vibrierende Strahlen, übertragene HF-Signale oder eine beliebige andere Quelle, die elektrische Ladung über einen Wandler produzieren kann. Tabelle 2 illustriert die Energiemengen, die von den unterschiedlichen Energiequellen generiert werden können.

Die erfolgreiche Entwicklung eines vollständig in sich geschlossenen, drahtlosen Sensorsystems erfordert am Markt verfügbare, Strom sparende Mikrocontroller und Wandler, die nur minimal elektrische Energie aus den Umgebungen mit geringer Energie entnehmen. Glücklicherweise sind seit einigen Jahren preisgünstige und Strom sparende Sensoren und Mikrocontroller verfügbar; jedoch sind erst seit kurzem extrem verlustleistungsarme Sender/Empfänger kommerziell erhältlich.

Bei weltweit nur schwer verfügbarer Expertise in der Entwicklung von analogen Schaltnetzteilen, war es schwierig, ein effektives Energieerntesystem, wie in Bild 1 dargestellt, zu realisieren. Die primäre Hürde war der Aspekt des Leistungsmanage-

ments, der mit der drahtlosen Datenfernerfassung zusammenhängt. Glücklicherweise haben jedoch Firmen wie Linear Technology eine breite Palette an Energie erntenden ICs vorgestellt, welche die Leistungswandlung und das Systemmanagement eines WSN-Designs vereinfachen.

Diese Bausteine können Energie aus nahezu jeder Licht-, Wärme- oder Vibrationsquelle extrahieren. Darüber hinaus vereinfachen sie mit ihren umfangreichen Funktionen und einfachem Design die schwierig zu realisierende Leistungswandlung in einer Energie erntenden Kette stark. Dies sind gute Nachrichten für die Entwickler von WSNs, da sie wegen ihrer hohen Integrationsdichte, einschließlich Power-Management-Control und marktgängigen externen Komponenten, zur kompaktesten, einfachsten und am leichtesten einzusetzenden verfügbaren Lösung führen.

Zusammenfassend kann man sagen: Obwohl die Leistung aus vielen Energiequellen in der Umgebung kostenfrei ist, müssen Systementwickler und Systemplaner die spezifischen Anforderungen ihres Power-Management-Systems von Anfang an priorisieren, um effiziente Entwicklungen und einen erfolgreichen langfristigen Einsatz sicher zu stellen. ◀

VARIABLE GAIN AMPLIFIERS

Solutions for Ka-Band, VSAT & Microwave Radio

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

HMC6187LP4E

Analog VGA Covers 27 to 31.5 GHz

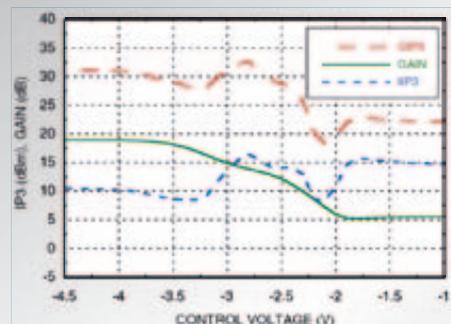


24 Lead 4 x 4 mm
SMT Package

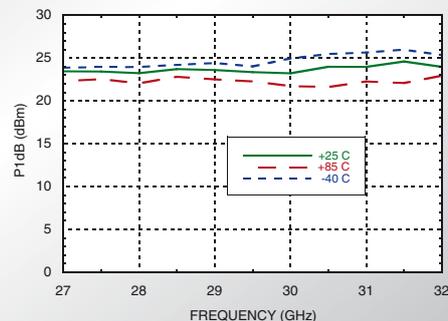
Features

- 13 dB of Control Range
- Single Control Voltage
- High Output IP3 @ Max Gain: +31 dBm
- High Output P1dB: +24 dBm
- No External Matching Required

IP3 and Gain @ 29.5 GHz Pin = -7 dBm



P1dB vs. Temperature, Vctrl = -4.5V



A SELECTION OF VARIABLE GAIN AMPLIFIERS

Frequency (GHz)	Function	Gain Control Range (dB)	NF * (dB)	OIP3 (dBm)	P1dB (dBm)	Bias Supply	Part Number
0.5 - 6.0	Analog	-35 to +15	7.5	28	21	+5V @ 90mA	HMC972LP5E
2.3 - 2.5	Analog	-9 to +21	2.5	7	3	+3V @ 9mA	HMC287MS8E
5 - 12	Analog	+22	2	34	23	+5V @ 120mA	HMC996LP4E
6 - 17	Analog	+1 to +24	5	30	22	+5V @ 170mA	HMC694
6 - 17	Analog	0 to +23	6	30	22	+5V @ 175mA	HMC694LP4
17 - 27	Analog	+15 to +20	3.5	30	24	+5V @ 170mA	HMC997LC4
27 - 31.5	Analog	+13	4.5	31	24	+5V @ 230mA	HMC6187LP4E

* Maximum Gain State

We Offer a Broad Range of Amplitude & Phase Control Solutions



2 Elizabeth Drive • Chelmsford, MA 01824
978-250-3343 tel • 978-250-3373 fax
www.hittite.com • sales@hittite.com

Receive the latest product releases - click on "My Subscription"

Download Hittite at the App Store



Interference and Direction Analyzer IDA 2 spürt auch kleine Störer auf

„Berghofer Wecker legt Flugzeugfunk lahm“, titelten die Ruhrnachrichten am 11. Oktober 2013. Ganz so spektakulär und folgenschwer sind die meisten Störungen durch Funkwecker nicht, obwohl sie häufiger vorkommen als vermutet - wie die deutsche Bundesnetzagentur bestätigt.



So auch in Pfullingen bei Reutlingen. In einem Teilbereich der Großen Heerstraße ist der UKW-Empfang gestört. Betroffen sind u. a. die Sender SWR3 und Deutschlandradio Kultur im Frequenzbereich um 100 MHz.

An der Abschattung durch die dreistöckige Wohnbebauung kann die Störung nicht liegen, denn der Funkabdeckungsgrad

in der Region ist exzellent. Die Störung ist auch lokal begrenzt, also nicht unbedingt einen Groß-einsatz der Bundesnetzagentur wert, sondern ein interessanter Fall für Mitarbeiter der Firma Narda, die diese Störung auf ihrer Fahrt zur Arbeit regelmäßig bemerken.

Mit dem tragbaren Interference and Direction Analyzer IDA 2,

der über eine mit dem Handgerät per Kabel verbundene Peilantenne verwendet, messen sie vor Ort zunächst das Spektrum. Es zeigt die stabilen FM-Rundfunkkanäle und einen flüchtigen, in der Frequenz wandernden Störer.

Scope Spectrogramm

Im Spektrogramm (Bild 2) erkennt man, dass der Störer etwa alle vier Millisekunden erscheint und während einer knappen Millisekunde ein wechselndes Frequenzband von etwa 2 MHz überstreicht.

Erschwerend für die Peilung ist nicht nur das vorübergehende Auftreten der Störung, sondern auch deren mittlerer Pegel, der in der Größenordnung der Rundfunkpegel liegt und schon in einiger Entfernung nicht mehr feststellbar ist - ein Hinweis darauf, dass der Verursacher in unmittelbarer Nähe sein muss. Eine zusätzliche Schwierigkeit in urbaner Umgebung sind die Reflexionen an Gebäuden. Die Peilung beginnt deshalb auf der Straße an möglichst freien Stellen. Als Messfrequenz wird innerhalb des gestörten Bereichs eine Frequenz gewählt, die nicht vom UKW-Rundfunk belegt ist; eine schmale Messbandbreite schließt die benachbarten Rundfunkfrequenzen aus.

Eine Kreuzpeilung mit zwei Horizontal Scans weist auf die Wohngebäude auf der gegenüberliegenden Straßenseite; der Bereich lässt sich auf wenige Häuser eingrenzen.

Eine weitere Peilung auf der Rückseite der Gebäude sowie eine direkte Pegelmessung des Störers in der Nähe der Gebäude dienen dazu, das Ergebnis

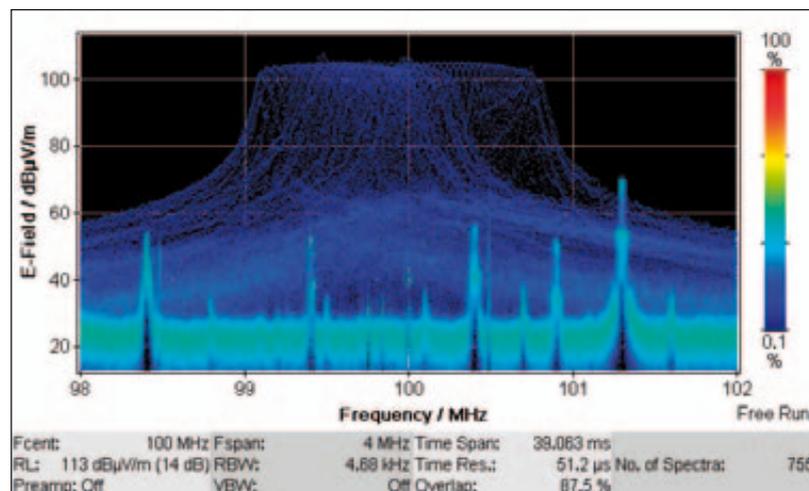


Bild 1: Das Persistence Spectrum behält die „Erinnerung“ an kurzzeitig auftretende Ereignisse. Stabil sind die Spektrallinien von SWR3 (98,4 MHz), Deutschlandradio Kultur (99,4 MHz), Radio Regenbogen (100,4 MHz) und Hit-Radio Antenne 1 (101,3 MHz). Sporadisch überlagert sich ein wandernder Störer etwa zwischen 99 und 101 MHz.

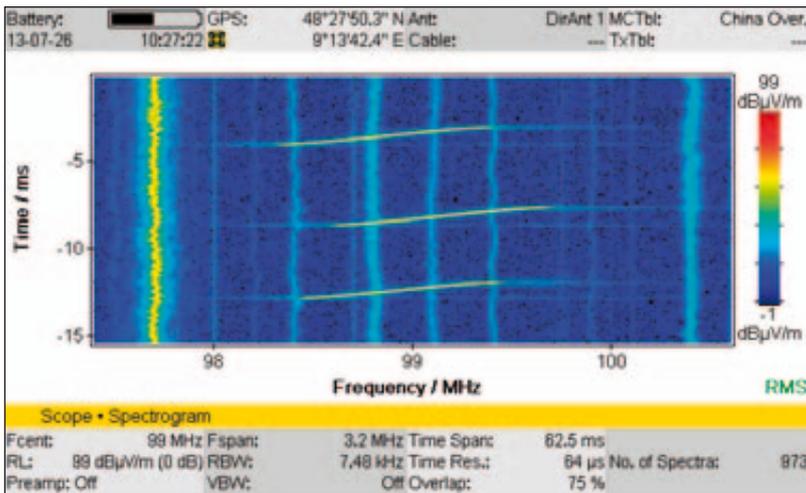


Bild 2: Ein zeitlich lückenloses Spektrogramm über 15 ms. Der Störer erscheint etwa alle 3,8 ms und überstreicht während rund 0,8 ms einen nicht immer gleichen Frequenzbereich von niedrigeren zu höheren Frequenzen.

der Kreuzpeilung zu erhärten. Der höchste Pegel an der Straßenseite zeigt sich eindeutig vor einem Haus, an der Rückseite der Häuserzeile jedoch vor dem Nachbarhaus.

einfacher Radiowecker, wie er in vielen Haushalten verwendet wird.

Gefunden ist noch nicht beseitigt. In diesem Fall ergibt sich eine unkonventionelle Lösung: Die Mitarbeiter von Narda besorgen den Besitzern einen neuen Radiowecker und nehmen den defekten mit, um ihn als interessantes Objekt zu untersuchen - im geschirmten Labor, versteht sich.

und stört dadurch den Empfang mehrerer Radiosender in der nahen Umgebung. Radiowecker werden wegen der Uhr- oder Wecker-Funktion häufig

noch weiter betrieben, obwohl das Radioteil defekt und scheinbar „tot“ ist. Dadurch kann das Gerät oft lange Zeit unentdeckt andere Funkdienste stören. ◀

Bei dem weiteren Vorgehen ist man auf die Mitarbeit und Großzügigkeit der Bewohner angewiesen. Messungen im Treppenhaus des ersten ermittelten Hauses, einem dreistöckigen, von sechs Parteien bewohnten Gebäude, führen weiter: Durch manuelles Peilen lassen sich das Stockwerk und die Wohnung ermitteln. Die Bewohner zeigen sich sehr verständnisvoll und hilfsbereit. Dadurch kann in kürzester Zeit die Störquelle identifiziert werden - ein

Defekte Phasenregelschleife

Als Ursache erweist sich die defekte Phasenregelschleife (PLL) im UKW-Empfänger des Radioweckers. Sie durchläuft einen breiten Frequenzbereich

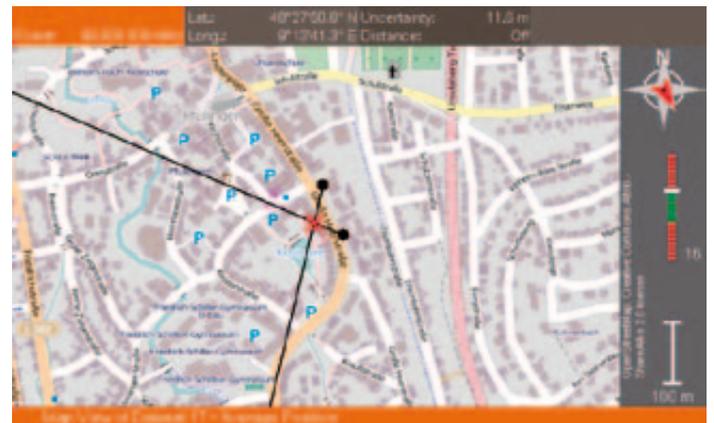


Bild 4: Die Kreuzpeilung kennzeichnet den wahrscheinlichen Standort der Störquelle.

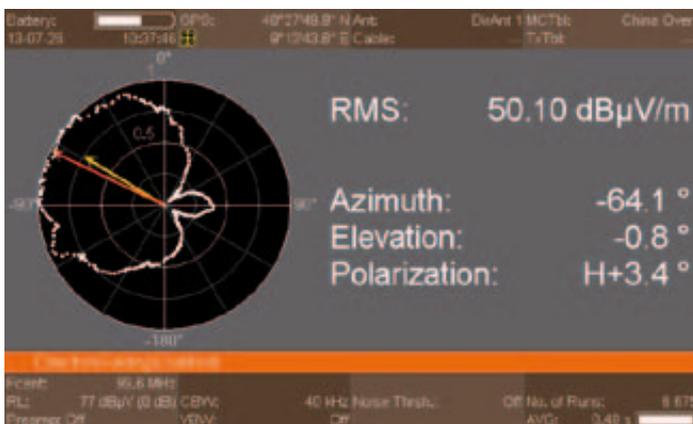


Bild 3: Horizontal Scan, eine Rundumpeilung, bei einer Frequenz von 99,6 MHz mit einer Bandbreite von 40 kHz. Das Ergebnis ist in einem Polardiagramm dargestellt. Der rote Pfeil zeigt auf das Maximum und damit auf die vermutete Richtung der Störquelle.

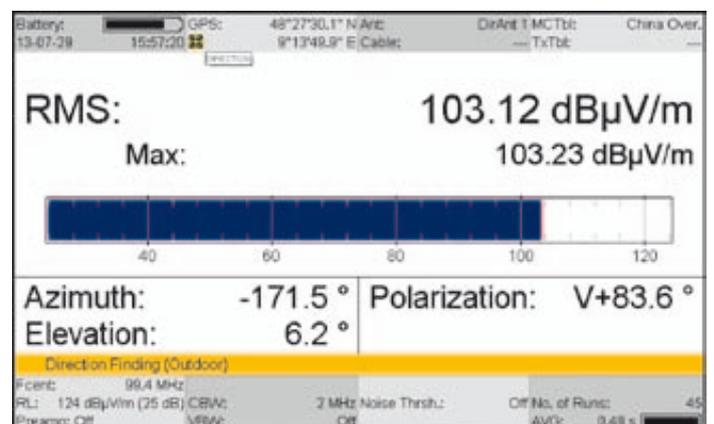


Bild 5: Direction Finding auf den letzten Metern: Die Suche nach dem maximalen Pegel.

Taktrückgewinnungs-Funktion als Option



Anritsu hat heute neue Taktrückgewinnungs-Optionen für seinen Signalqualitätsanalysator (SQA) MP1800A auf den Markt gebracht, mit dem Bit-Error-Rate-Messungen von Highspeed-Datenverbindungen bei bis zu 32,1 Gbit/s mit einem einzigen Messgerät möglich sind.

Die neuste Technik für serielle Highspeed-Verbindungen nutzt Komponenten wie z.B. SERDES, aktive optische Kabel (AOC) und optische Transceiver-Module, welche serielle Daten senden und empfangen, ohne dass synchrone Taktsignale übertragen werden. In der Vergangenheit erforderten BER- und Jitter-Toleranzmessungen dieser Systeme ein externes Gerät zur Taktrückgewinnung. Mit Einführung der geräteintegrierten Taktrückgewinnungs-Funktionen (Clock-Recovery-Optionen) beim MP1800A können Anwender diese Messungen mit einem einzigen Gerät durchführen.

Der MP1800A ist ein BER-Tester in Modulbauweise, bestehend aus einem Pulsmuster-generator (PPG) sowie einem

Fehlerdetektor (ED) mit hoher Eingangsempfindlichkeit. Um die Anwender in die Lage zu versetzen, die Jitter-Toleranz eines Gerätes zu messen, ist der Einbau einer Jitter-Modulationsquelle im Messgerät zur Erzeugung unterschiedlicher Jitter-Arten möglich. BER-Messungen werden häufig von Herstellern genutzt, die neue Generationen von Netzwerkausrüstungen zur Bewältigung des weltweit zunehmenden Datenverkehrsaufkommens entwickeln.

Zur Erhöhung der Verarbeitungsgeschwindigkeit nutzen Hochleistungsserver in Datenverarbeitungszentren standardmäßig serielle Verbindungsverfahren im Highspeed-Bereich, die mit Geschwindigkeiten jenseits der heute üblichen Datenraten von 25 Gbit/s arbeiten, wie z.B. 100GbE (100G Base CR4, KR4), InfiniBand EDR, CEI-28G, 32G FC und andere. Fernverbindungsnetze novellieren Übertragungstechnologien der nächsten Generation, die Datenübertragungsraten von 400 Gbit/s unterstützen. Anritsu hat

seinen Signalqualitätsanalysator als Plattform zur Evaluierung der in solchen Anlagen zu findenden Highspeed-Verbindungsschaltungen entwickelt.

Der Signalqualitätsanalysator unterstützt bereits BER- und Jittermessungen bis zu 32 Gbit/s. Die jetzt bekanntgegebene Einführung der neuen Taktrückgewinnungs-Optionen stärkt die Leistungsfähigkeit des

MP1800A, indem er die Durchführung von BER-Messungen und Jitter-Toleranzmessungen an Geräten ohne Taktrate ermöglicht und zu exakteren Signalintegritätsanalysen führt, die über einen großen Anwendungsbereich hinweg realisiert werden können.

■ Anritsu Corp.
www.anritsu.com

GCF-zugelassene Testcases für LTE-Advanced

Die Anritsu Corp. hat bekanntgegeben, dass ihr HF-Conformance-Testsystem ME7873L das weltweit erste Testsystem mit GCF-Zulassung ist, welches mehr als 80% der benötigten Testcases für Carrier Aggregation abdeckt. Dabei unterstützt es japanische (Band 1-18 und 1-26) und US-amerikanische (Band 4-13) Frequenzbandkombinationen. Dies ist ein wichtiger Meilenstein in der Branche für die Zertifizierung, um funktionale Endgeräte für kommerzielle Anwendungen zu liefern.



zu 300 MB/s. Die GCF-Validierung ist Bestandteil der Zertifizierung für die Markteinführung mobiler Endgeräte, und über 80% der Testfälle müssen – so lautet eine Voraussetzung für die Endgeräte-zertifizierung – vom GCF zugelassen sein. Diese Marke ist der Auslöser der vorzunehmenden Zertifizierung, und speziell Carrier-Aggregation-Frequenzbandkombinationen werden in diesem Jahr kommerziell genutzt werden.

■ Anritsu Corp.
www.anritsu.com

Neuester Standard

LTE-Advanced (Rel.10) ist der neueste Mobilfunkstandard, welcher höhere Übertragungsgeschwindigkeiten als LTE (Rel.8) unterstützt und momentan von Netzbetreibern weltweit zum Einsatz kommt. LTE-Advanced nutzt Carrier Aggregation als Schlüsseltechnologie zur Erreichung höherer Datenübertragungsgeschwindigkeiten von bis

SEMATRON DEUTSCHLAND

GmbH

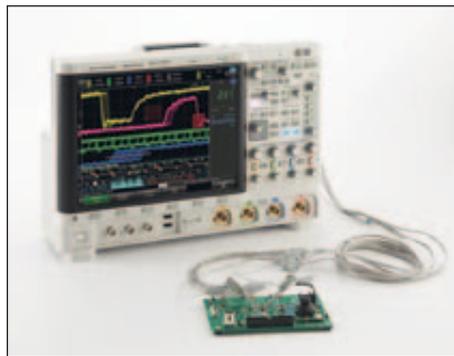
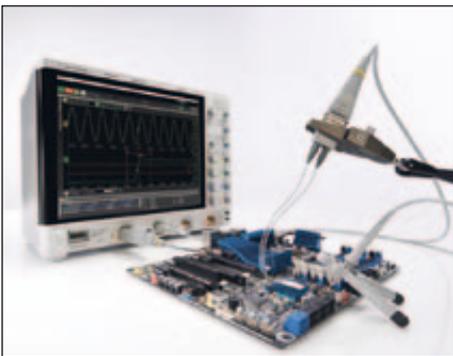
www.sematron.de

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

Ihr
Partner
für

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

Zwei neue Oszilloskop-Serien



Mit zwei neuen Serien an Oszilloskopen wartet Agilent Technologies auf: S-Serie und 6000-X-Serie. Insgesamt sind das 30 neue Oszilloskope. Kennzeichen der 6000 X-Serie sind die hohe Updaterate von 450.000 wfms, eine Abtastrate von 20 GSa/s, ein sehr tiefer Speicher von bis zu 4 Megapunkten pro Kanal und InfiniiScan-Zone-Trigger. Ferner sind in dem Gerät, neben der Scope-Funktion, weitere Messgeräte integriert, wie Logikanalysator, Protokollanalysator, Zweikanal-Arbiträrgenerator, Digitalvoltmeter und 6½-stelliger in Hardwarezähler. Standardmäßig ist diese Serie mit einer Augendiagramm-Funktionalität und einer Realtime-Artical-FFT-Darstellung ausgerüstet. Das äußerst geringe Rauschen von 210 μ Vrms bei 6 GHz ist bisher im Markt nicht erreicht worden.

Die Geräte gibt es als DSO in Zwei- oder Vierkanalversion oder als MSO (Mixed Signal Oszilloskop) mit 2+16 bzw. 4+16 Kanälen. Bandbreiten von 1, 2,5, 4 und 6 GHz sind vorhanden. Optional können die Geräte auf jede Bandbreite erweitert werden und bieten damit auch Investitionssicherheit. Zum Bedienkomfort gehört das neue GUI (Graphical User Interface). Das GUI bietet dem Anwender eine wesentlich elegantere Messergebnisdarstellung (Windows-Technik), aber auch zusätzliche Messmöglichkeiten und Statistiken, die sehr leicht und mit Drag&Drop auf die jeweilige Flanke, Periode oder Pulsbreite und Amplitude gesetzt werden können. Messungen können per Maus und/oder Drag&Drop von der Menüleiste direkt auf den Bildschirm „verschoben“ und initialisiert werden. Damit bekommt man sehr schnell perfekte Messergebnisse. Ferner kann der Anwender durch Gestensteuerung auf dem Bildschirm, z.B. Zoomen, die einzelnen Windows vergrößern und je nach Bedarf auch zueinander verschieben.

Der Anwendungsbereich dieser Serie liegt schwerpunktmäßig bei der Entwicklung und

Produktion von modernen und schnellen Schaltungen/Modulen für Übertragungsschnittstellen, wie z.B. USB 3.0. Die S-Serie mit 14 neuen Modellen zeichnen sich durch eine Abtastrate von 20 GSa/s, einen großen Speicher, einer Auflösung von 10 Bit im kompletten Frequenzbereich des Oszilloskops und einen Touchscreen mit 381 mm Diagonale aus sowie das neue GUI. Die S-Serie umfasst nicht nur Modelle mit 500 MHz bis 8 GHz sondern es kann auch zwischen DSO- und MSO-Typ gewählt werden.

Für eine höhere Investitionssicherheit in die Zukunft sind alle Geräte auf die höheren Bandbreiten upgradebar – ebenso können die DSO-Versionen optional auch in eine MSO-Version erweitert werden. Die MSOs bieten vier „Analog“-Kanäle und 16 Digitalkanäle. Die Oszilloskope der Infiniium S-Serie wurden entwickelt, um die größtmögliche Messvielfalt bereitzustellen. Die S-Serie-Familie verfügt über eine in Hardware realisierte Protokolldecodierung und bietet die größte Anzahl an optionalen Analyse- und Konformitätstest-Werkzeugen. Zudem bietet dieses Oszilloskop die beste Signalintegrität im Markt.

Ein paar Eckdaten aus dem Datenblatt der S-Serie:

- Bandbreiten zwischen 500 MHz und 8 GHz
- Empfindlichkeit 1 mV/div bis 5 V/div
- 20 GSa/s maximale Abtastrate
- Signalerfassungsrate bis 250,000 waveforms/s
- Standard-Speichertiefe 100 Mpts bzw. 50 Mpts pro Kanal, nachrüstbar bis 800 Mpts, segmentierbar
- 10 Bit Standard-Vertikalauflösung
- Rauschen 90 μ V bei 1 mV/div und 1 GHz Bandbreite

■ dataTec GmbH
www.datatec.de

AARONIA AG
WWW.AARONIA.DE

Spectrum-Analyzer

MESSBAR GUT! **1Hz - 9,4GHz**

- Frequenzbereich: max. 1 Hz bis 9,4 GHz
- DANL mit Vorverstärker: max. -170 dBm(1Hz)
- Max. Level HF Eingang: +20 dBm (opt. +40dBm)
- Schnellstmögliche SampleTime: 1ns
- Filterbandbreiten (RBW): 200 Hz bis 50 MHz
- EMV Filter: 200kHz, 9kHz, 120kHz, 200kHz, 1.5MHz
- Detektoren: RMS, Min/Max
- Demodulation: AM, FM, PM, GSM
- Eingang: 50 Ohm SMA HF-Eingang (f)
- Genauigkeit: +/- 1dB
- 10 Jahre Garantie
- Inklusive KOSTENLOSER Analyzer-Software

Handheld

Spectrum-Analyzer für Labor- und Freifeldmessungen

Analyzer-Software für Windows, MacOS und LINUX

USB-Remote

USB-Spectrum-Analyzer mit Echtzeit Fernsteuerfunktion

Outdoor (Mit Standard)

Outdoor-Spectrum-Analyzer für den raschen Außeneinsatz

Remote I9"

Spectrum-Analyzer mit Echtzeit Fernsteuerfunktion über LAN

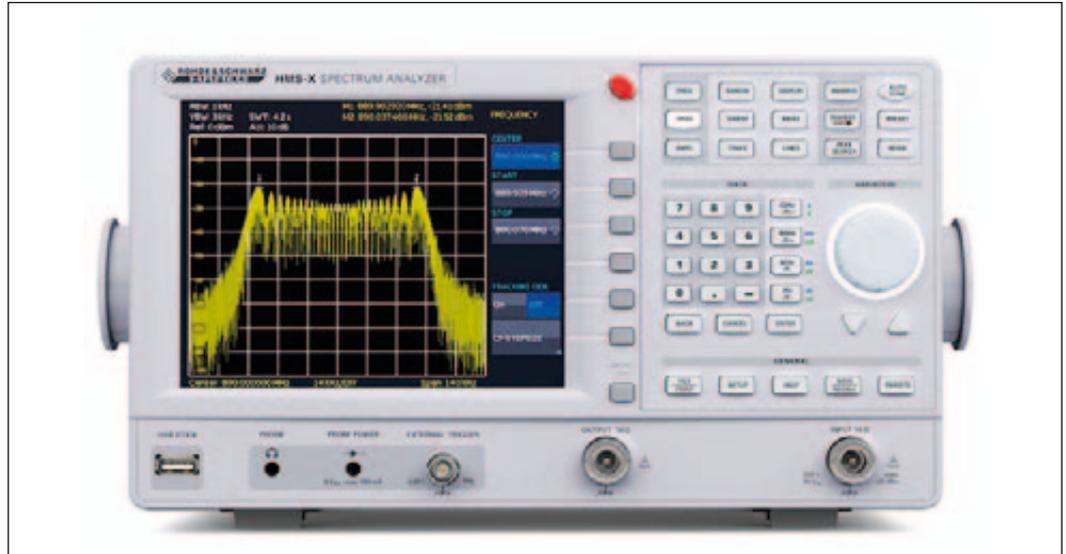
weitere Produkte in unserem Onlineshop

Aaronia AG
Gewerbegebiet Aaronia AG
54597 Strickscheid
☎ 06556 -930 33
✉ mail@aaronia.de
WWW.AARONIA.DE

MADE IN GERMANY

Ein Basisgerät und drei Optionen – Die neuen HMS-X Spektrumanalysatoren

Mit der neuen HMS-X-Serie präsentiert AMC die neue Generation der HAMEG-Spektrumanalysatoren.



Vom Einstiegsgerät HMS-1000E über die Modelle HMS-1000, HMS-1010, HMS-3000 bis hin zum größten Modell HMS-3010: Diese fünf Geräte wurden zu einem einzigen Gerät zusammengefasst - dem Modell HMS-X.

Es handelt sich beim HMS-X um ein Gerät mit der Hardware des größten aktuellen 3-GHz-Spektrumanalysators und den Leistungsmerkmalen des kleinsten 1,6-GHz-Spektrumanalysators (HMS-1000E).

Dieses Grundgerät HMS-X kann durch drei mögliche Optionen zu dem jeweiligen Wunschgerät zusammengestellt werden: Falls Ihre Anforderungen wachsen, können Sie alle Optionen auch nachträglich mit Hilfe von Gutscheinen (Voucher) nachrüsten.

Mit der Einführung des HMS-X werden auch neue EMV-Pre-Compliance-Sets angeboten.

Unerwartete Ergebnisse bei EMV-Compliance-Messungen im Testlabor bedeuten nicht nur hohe Kosten, sondern meist auch einen beträchtlichen Zeitverlust für Ihr Projekt.

Mit dem EMV PreCompliance-Sets wird Ihnen ein effektives und kostengünstiges Hilfsmittel für EMV-Precompliance-Messungen angeboten, mit denen Sie möglichen Überraschungen im Vorfeld wirksam entgegen treten können.

Mit jedem Spektrumanalysator der Serie HMS-X erhalten Sie bei freigeschalteter EMV-Option die HMEexplorer-Software für Ihre EMV-Messungen dazu.

Die wichtigsten Eigenschaften

- Frequenzbereich: 100 kHz bis 1,6 GHz/3 GHz
- Spektrale Reinheit größer als -100 dBc/Hz (bei 100 kHz)
- SWEEP von 20 ms bis 1000 s
- Detektoren: Auto-, Min-/Max.-Peak, Sample, RMS, Average, Quasi-Peak
- Verschiedene Marker /Δ Marker und Peak Funktionen
- Tracking Generator (mit HMS-TG Upgrade)
- Frequenzbereich: 5 MHz bis 1,6 GHz/3 GHz (mit HMS-3G Upgrade)
- Ausgangspegel: -20 dBm bis 0 dBm
- Direktes Speichern auf USB-Stick, RS-232/USB Dual-Schnittstelle zur Fernsteuerung
- Lüfterloses Gerätedesign und schnelle Bootzeit ◀

ZNBT von R&S bietet erstmals 24 Messtore in einem vektoriellen Netzwerkanalysator



Mit dem neuen R&S ZNBT bringt Rohde & Schwarz den weltweit ersten Netzwerkanalysator mit 24 integrierten Messtoren auf den Markt. Anwender können mit dem Gerät Prüflinge mit vielen Messtoren charakterisieren. Zudem lassen sich in Fertigungslinien mehrere Prüflinge parallel und mit hohem Durchsatz vermessen. Dabei bietet das Gerät auf jedem seiner Messtore die hohe HF-Performance eines 2 Tor-Netzwerkanalysators.

Rohde & Schwarz erweitert sein Portfolio an Mehrtorlösungen für Netzwerkanalyse um den R&S ZNBT. Er deckt den Frequenzbereich von 9 kHz bis 8,5 GHz ab und verfügt in der Basisversion über vier Messtore. Je nach Applikationsbedarf lässt er sich auf bis zu 24 integrierte Messtore erweitern. Die Haupteinsatzgebiete des R&S ZNBT liegen somit in der Entwicklung und Produktion von aktiven und passiven Mehrtor-Komponenten wie Frontend-Module von Multiband-Mobiltelefonen.

Ausgestattet mit der maximalen Anzahl an Messtoren ist er in der Lage, alle 576 S-Parameter eines Prüflings mit 24 Toren zu ermitteln. Die Mehrformmessungen laufen noch schneller ab, da im Vergleich zu Mehrtorsystemen, basierend auf Schaltmatrizen, die notwendigen Schaltungsvorgänge entfallen. So schafft der R&S ZNBT beispielsweise alle 576 S-Parameter an 201 Punkten in weniger als 260 ms. Das übertrifft die bereits schnelle Matrixlösung von Rohde & Schwarz bestehend aus R&S ZNB und R&S ZN-Z84 um den Faktor zehn. Diese benötigt für die Messung 2,7 s. Alternativ

kann der R&S ZNBT aber auch mehrere Prüflinge parallel vermessen. Bisher mussten Anwender für einen ähnlich hohen Durchsatz mehrere Netzwerkanalysatoren parallel einsetzen.

Darüber hinaus entfällt beim R&S ZNBT die Dämpfung der Matrix-Schalter. Somit sind Messungen mit der vollen Gerätedynamik von 130 dB, einem hohen Ausgangspegel von 13 dBm und einem niedrigen Messkurvenrauschen möglich. Das macht die Mehrformmessungen mit dem R&S ZNBT besonders stabil, gut reproduzierbar und präzise.

Als bildschirmloses Gerät spart der Netzwerkanalysator Platz in der automatisierten Fertigung. Er ist über einen externen Monitor mit Maus und Keyboard oder über einen externen Touchscreen-Monitor zu steuern. Er verfügt über die gleiche intuitive Bedienung wie der R&S ZNB: Jede Gerätefunktion ist in maximal drei Bedienschritten zu erreichen. Selbst komplexe Mehrformmessungen lassen sich daher so schnell und einfach konfigurieren wie herkömmliche Zweiformmessungen. Automatische Mehrform-Kalibriereinheiten von Rohde & Schwarz unterstützen bei der Kalibrierung der Mehrformkonfiguration und sparen den Anwendern Zeit.

Der R&S ZNBT Multiport-Vektornetzwerkanalysator ist ab sofort bei Rohde & Schwarz erhältlich. Weitere Informationen finden sich auf www.rohde-schwarz.com/product/znbt.

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

Typisch Rigol!
High-End Performance
Low-End Preis

Hochfrequenz
Signalerzeugung
und -erfassung



Best-Preis:
ab € 5.348,-
plus MwSt.

DSG3000 HF Signalgeneratoren

- Frequenz von 9kHz bis 3GHz oder 6 GHz
- Range -130 dBm bis +13 dBm
- Phasenrauschen < -110 dBc/Hz@20 kHz
- AM/FM/PM und Φ M Analog Modulation
- Optionen: IQ-Modulation, 5ppb Ofen Oszillator, PMC Power Meter Controller
- uvm.



Best-Preis:
ab € 2.962,-
plus MwSt.

DSA1030 (A) Spektrum Analysator Serie

- 9 kHz bis 3 GHz Bandbreite
- DANL -138dBm bis -148 dBm in der (A) Version
- RBW 10 Hz (A) Version, 100 Hz Standard
- EMI Filter & Quasi Peak Detektor Standard
- Auto-Messfunktion TOI, C/N, ACP usw. in der (A) Version

! NEUGIERIG? TESTEN
UND VERGLEICHEN SIE.

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

Breitband-Vektor-Netzwerkanalysator für 70 kHz bis 145 GHz



Die Anritsu Company setzt mit der Einführung des Breitband-systems VectorStar ME7838D einen neuen Maßstab im Bereich breitbandiger und vektoriel- ler Netzwerkmessungen. Das System bietet in der Test & Measurement Branche den weitesten Betriebsfrequenzbereich von 70 kHz bis 145 GHz in einem Ein-

zelsweep (Single Sweep) bei Nutzung eines koaxialen Messports. Mit einem erstklassigen Dynamikbereich, einer eben-solchen Kalibrier- und Mess-stabilität und Messgeschwin-digkeit steigert das VectorStar ME7838D System das Vertrauen der Designer bei der Durchfüh-rung von On-Wafer-Charak-terisierungen bei Frequenzen von 70 GHz und darüber – einschließlich Anwendungen wie 77-GHz-Fahrzeugradar, E-Band-Wireless-Kommunika-tion, 94-GHz-Fernerkundung- und Flughafenradar sowie neu-artige Anwendungen oberhalb von 110 GHz.

Das Messsystem kann in einem Einzelsweep mehrere Dekaden vom HF-, Mikrowellen- bis hin zum Millimeterwellenbereich abzudecken. Mithilfe von koaxialen Hohlleiteradaptern lässt es sich auch als bandbegrenzt Messgerät betreiben. Durch die Fähigkeit, von nahezu DC bis 145 GHz messen zu können, wird es Chip-Designern möglich, präzisere Simulationen zu erstellen und mit weniger Konstruktionsiterationen schneller zum endgültigem Design zu finden.

Die wichtigste Voraussetzung für den Breitbandbetrieb bis 145 GHz ist das von Anritsu entwickelte MA25300A-Modul, das, basierend auf nichtlinearen Übertragungsleitungen, kurze Pulse im Mikrowellen- und Mil-limeterwellenbereich erzeugt, die zur Abtastung der Stimulus- und Empfängersignale genutzt werden. Die Leitungen dienen davon unabhängig auch als Fre-quenzvervielfacher für den Stim-ulus- und Empfängerzweig.

Das neue Modul erweitert den Frequenzbereich früherer NTL-Module von Anritsu und ist kom-patibel zum Basissystem Vector-Star ME7838. Somit können alle Versionen der Baureihe ME7838, wie z.B. das für 110 GHz aus-gelegte System ME7838E und das für 110/125 GHz ausgelegte

System ME7838A, auf die 145 GHz des ME7838D aufgerüstet werden. Zusätzlich hat Anritsu einen innovativen 0,8-mm-Messportverbinder entwickelt, der mit dem Breitbandsystem VectorStar verwendet werden kann. Der koaxiale Verbinder bietet neue Möglichkeiten für eine erweiterte Netzwerkanalyse und Systemplanung oberhalb von 110 GHz. Durch die Erweiterung des Frequenzbe-reiches auf Breitbandmessungen bis 145 GHz funktioniert das VectorStar ME7838D als Multi-bandssystem, das lediglich eine Station an einem Wafer-Prober belegt. Dies spart Platz, denn durch den Einsatz des VectorStar ist es nicht mehr erforderlich, separate Breitband- und Hohl-leiterbandsysteme aufzubauen und die Daten beider Konfigu-rationen später miteinander zu verknüpfen. Und es bedeutet Zeiteinsparung sowie erhöhte Messsicherheit.

Der Dynamikbereich beträgt 120 dB bei 10 MHz, 110 dB bei 67 GHz, 109 dB bei 110 GHz und 94 dB bei 145 GHz. Die Stabi-lität liegt bei 0,1 dB über 24 Stunden. Der Messdatendurchsatz beträgt typisch 110 ms für 401 Messpunkte bei 10 kHz Messbandbreite. Das extrem stabile Verhalten erfordert weniger Kalibrierungen zugunsten eines erhöhten Datendurchsatzes, was sich letztendlich in deutlich reduzierten Messkosten wider-spiegelt.

Für den erweiterten Betrieb der ME78xx-Produktfamilie hat Anritsu das Testset 3739C entwi-ckelt, das u.a. neue Optionen für den Support von Antennenmess-systemen zur Verfügung stellt. Diese Option erlaubt den bis zu 5 m weit abgesetzten Betrieb der Millimeterwellenmodule und ist damit u.a. prädestiniert für pla-nare Antennenmessverfahren.

■ Anritsu Corp.
www.anritsu.com

Die neuen Trueform Signal-Generatoren

Authorized Distributor

Agilent 33600A Serie: Hohe Signal-Integrität mit geringem Jitter 1 ps, geringem Phasenrauschen -125 dBc/Hz, geringer harmonischer und Stör-Verzerrung. 1- oder 2-Kanäle. 80 oder 120 MHz Bandbreite. Trueform Waveforms-Sequencing. USB, Ethernet/LXI, optional GPIB.

MEILHAUS ELECTRONIC
MEstechnik fängt mit ME an.
www.meilhaus.de

MEILHAUS ELECTRONIC GMBH
Am Sonnenlicht 2
82239 Alling / Germany
www.MEsstechnik24.de

PRECISION ATTENUATORS

2 W to 100 W



NEW
50 W & 100 W
models

NOW from **DC** up to **40 GHz** from **\$29⁹⁵** ea. (1-49)

Kunden vertrauen besonders den im Bereich von DC bis 18 GHz einsetzbaren Präzisions-Festdämpfungsgliedern der „BW-Familie“ für Eingangsleistungen bis 2, 5 oder 20 W von Mini Circuits. Hohe Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Wiederholbarkeit zeichnen sie aus. Jetzt haben wir die Auswahl durch Modelle für DC bis 40 GHz und eine Belastbarkeit von 2 bis zu 100 W noch erweitert! Diese Dämpfungsglieder bieten Ihnen die gleiche Leistung auf die sie bisher gezählt haben, jetzt bei noch mehr Anwendungen.

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

 **Mini-Circuits®**

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

DISTRIBUTORS

IE INDUSTRIAL ELECTRONICS GMBH

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

Mini-Circuits Europe

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

municom®

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

518 rev B

BNC-Steckverbindung – identisches Steckerprofil für unterschiedliche Wellenwiderstände

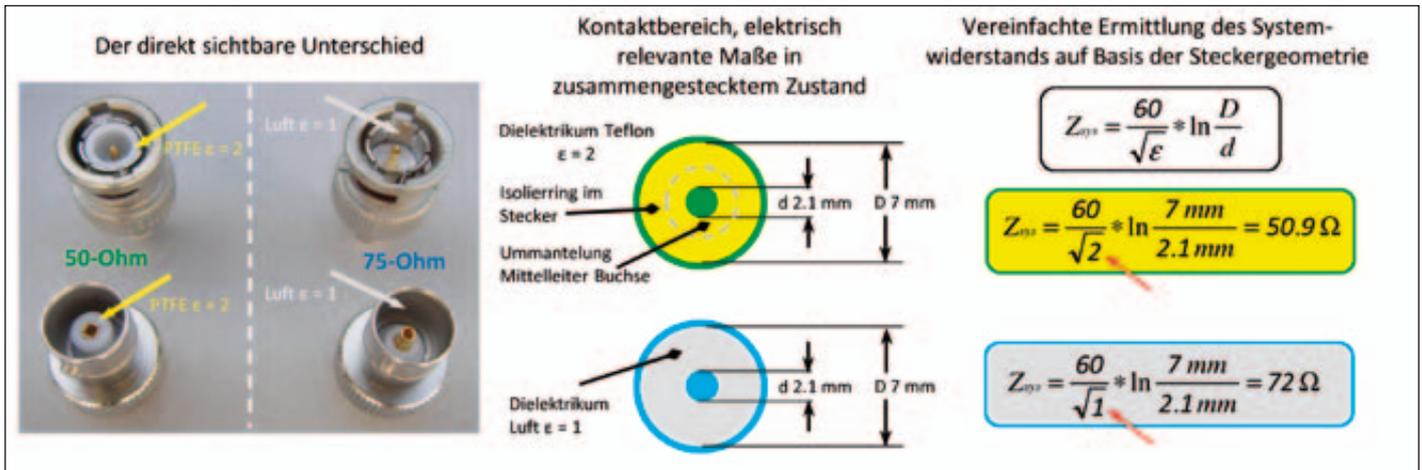


Bild 1 Der Unterschied zwischen 50-Ohm- und 75-Ohm-Komponenten

Die BNC-Steckverbindung findet Anwendung sowohl in 50-Ohm- als auch 75-Ohm-Systemen. Der Beitrag beschreibt die relevanten Unterschiede, die zwischen den Systemvarianten bestehen und zeigt die Auswirkungen auf, wenn, ob bewusst oder unbewusst, die Systeme untereinander gemischt eingesetzt werden.

Die BNC-Steckverbindung dürfte wohl mit zu den am weitesten verbreiteten HF-Steckverbindungen zählen. Der Einsatzbereich ist weit gestreut, viele Messgeräte sind damit bestückt, man denke nur an die zahllosen Oszilloskope und Generatoren. Das Konzept besteht durch seine einfache Handhabung, die Bajonettverriegelung ermöglicht schnelles Herstellen und Lösen einer Verbindung. In diesem Punkt ist sie der N-Norm oder SMA-Norm weit überlegen. Kritiker bezeichnen das BNC-System oft als „Wackelverbindung“, was bei entsprechenden Anforderungen nicht ganz zurückzuweisen ist. Statt der Bajonettverriegelung existiert zusätzlich eine Variante mit einer Schraubverriegelung, wie sie z.B. beim N-System üblich ist. Diese Variante findet man als TNC-System in den Katalogen.

Eine interessante Eigenschaft des BNC-System ist, dass es gleichermaßen für 50 Ohm und 75 Ohm verwendet wird, wobei die mechanische Konstruktion es erlaubt, beide Varianten problemlos miteinander zu verbinden, ohne dass das zur Zerstörung führt, was beim N-System bekanntlich nicht der Fall ist. Eine weitere Variante (93 Ohm) ist bzw. war in der Datenverarbeitung für die Verbindung von

Terminals zum Großrechner verbreitet. Diese hat allerdings durch die aktuell übliche Netzwerktechnik (Twisted-Pair) an Bedeutung verloren.

Das Dielektrikum

Es ist nicht unbedingt sinnvoll zwei unterschiedliche Systemimpedanzen direkt miteinander zu verbinden, das BNC-System bietet diese Möglichkeit, ob beabsichtigt oder unbeabsichtigt. In einem vorangegangenen Artikel (HF-Praxis 2014, Heft 3 und 4) habe ich dieses Szenario detailliert beschrieben.

Worin unterscheiden sich nun konstruktiv BNC-Stecker bzw. Buchse in 50 Ohm und 75 Ohm Systemimpedanz? Ihre Maße sind identisch, denn sonst wäre ein gegenseitiges Zusammenstecken mit uneingeschränkter Kontaktierungsfunktion nicht möglich. Bild 1 zeigt den Unterschied des „Steckgesichts“. In der 50 Ohm Variante der BNC-Buchse liegt der Mittelkontakt eingebettet in einer Umhüllung aus weißem Kunststoff, meist Teflon, beim Stecker trägt der Außenkontakt konzentrisch einen weißen Teflonring, der einen bestimmten Anteil der Innenseite ausfüllt.

In der 75-Ohm-Variante fehlen diese Teflonummantelungen.

Die Impedanzen 50 Ohm und 75 Ohm sind geprägt durch das im „Kontaktbereich“ vorhandene Dielektrikum, bestehend aus Luft oder Teflon. Das lässt sich auch vereinfacht berechnen, im rechten Teil von Bild 1 sind Rechenweg und Werte aufgezeigt. Beim blau skizzierten Stecker befindet sich im Zwischenraum Luft (grau), was einer Dielektrizitätskonstante von $\epsilon = 1$ entspricht. Im grün gezeichneten Stecker (50 Ohm) ist der Zwischenraum durch die beidseitigen Tefloneinlagen (gelb, $\epsilon = 2$) ausgefüllt, und zwar nur dann durchgängig, wenn Stecker und Buchse zusammengesteckt sind. Die Farbgebungen, 50 Ohm „grün“ und 75 Ohm „blau“ wiederholen sich in den nun folgenden Bildern des Artikels.

Zeitweise trifft man auf die Aussage, dass die Unterscheidung im Durchmesser des Mittelleiters liegt, was nicht korrekt ist, der Durchmesser des Mittelkontakts und die metallische Außenkontaktierung beider Systeme weisen gleiche Maße auf.

Um annähernd eine Impedanz von 75 Ohm unter einem mit Teflon „gefüllten“ Kontaktbereich zu erreichen, müsste der Innenleiterdurchmesser auf 1.2 mm verjüngt werden. Das lässt sich leicht anhand der Formel

Autor:
Joachim Müller

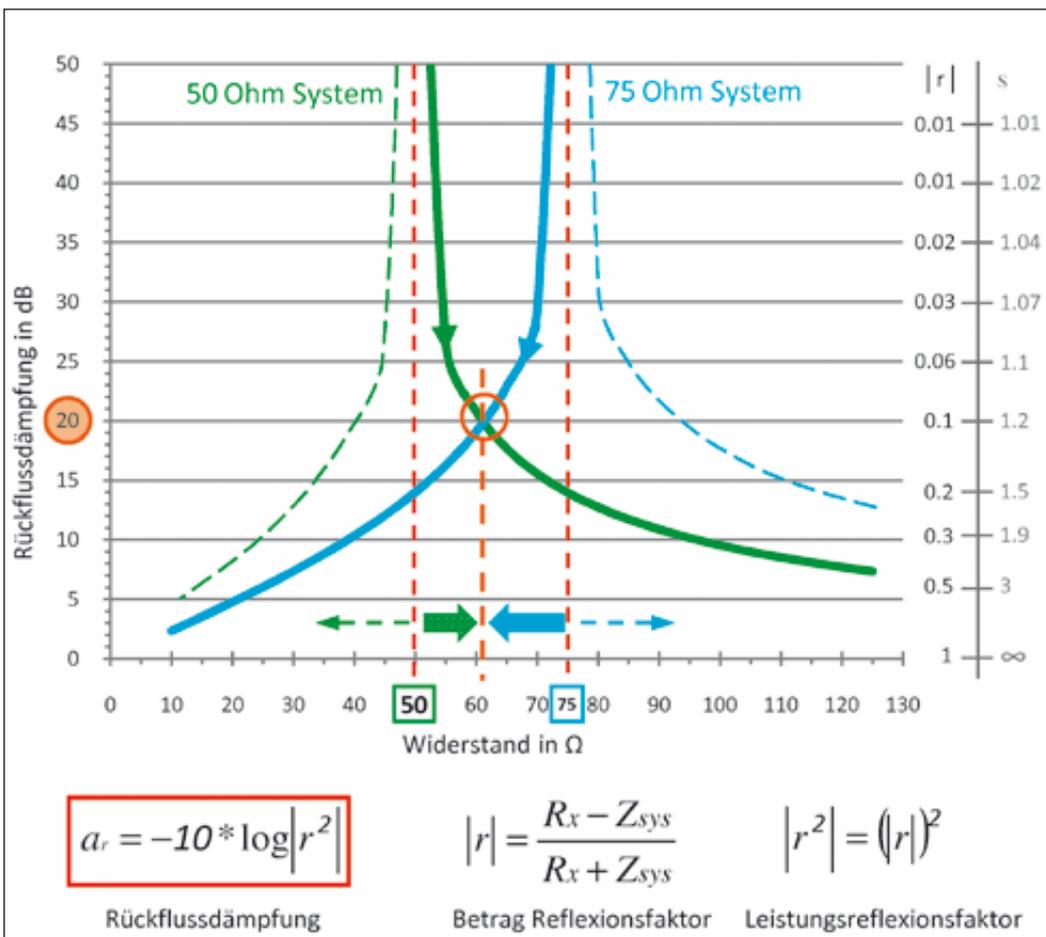


Bild 2 Der „gemeinsame Nenner“ zwischen den Systemen

in Bild 1 nachrechnen, was zur Erkenntnis führt: Die Ausmaße des Mittelleiters müssten in etwa auf die Größe der SMA-Norm reduziert werden, womit die mechanische Kompatibilität zwischen BNC-50 und BNC-75 nicht mehr gegeben wäre.

Die Impedanz des Kontaktbereichs wird also durch die geschickte Wahl des Dielektrikums beeinflusst. Zu beachten ist, dass der Mittelkontakt mit sicherem Halt im Buchsengehäuse befestigt sein muss, es ist leicht nachzuvollziehen, dass bei der 75 Ohm Variante die ε-Werte zum Dielektrikum Luft aufgrund einer stabilen Befestigung nicht umfassend realisiert werden können.

Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal ergibt sich durch das verwendete Kabel, das zum Stecker oder der Buchse führt. Der 50-Ohm Stecker, z.B. für das Kabel RG58, besitzt eine

dünnere Kabelzuführung als der 75-Ohm Stecker für RG59. Auch die Bohrungen in den Mittelkontakten sind auf den Mittelleiter des jeweiligen Koaxkabels abgestimmt. Besonders ausgeprägt sind diese Merkmale bei Steckern in Crimp-Technik. Hier sind konstruktionsbedingt nur Bruchteile von Millimetern als Toleranz für Crimphülse und Mittelkontakt möglich.

Stecker in Löttechnik sind hier etwas „universeller“ ausgeführt. Dort besteht durchaus die Möglichkeit, den Stecker mit der „falschen Impedanz“ an das Kabel anzubringen.

Zusammenhang zwischen Impedanz und Rückflussdämpfung

Die durch Verwendung unterschiedlicher Dielektrika sich einstellende Impedanz der verschiedenen BNC-Varianten können

mit einem TDR (Time Domain Reflektometer) nachgemessen werden, was nun nachfolgend aufgezeigt wird. Zunächst noch zwei aus Sicht des Artikelthemas relevante Eckdaten des BNC-Systems:

- * Rückflussdämpfung > 20 dB
- * Frequenzbereich 0 – 4 GHz

Blättert man in den Katalogen und Datenblättern div. Hersteller, so platziert sich die Masse der Standardausführungen im Schwerpunkt um diese beiden Werte. Besonders ausgesuchte (Präzisions)Produkte tendieren zu besseren Werten.

Vorrangig interessant ist hier die Rückflussdämpfung, weil sie doch in direktem Zusammenhang mit der vorgefundenen Impedanz steht. Welche Impedanz verbirgt sich nun jeweils bei den beiden System (50 Ohm und 75 Ohm) hinter einer Rückflussdämpfung von 20 dB? Berechnet man die jeweiligen

Werte, so wird man auf eine interessante Konstellation stoßen, eine Art gemeinsamen Nenner. In Bild 2 ist dieser Zusammenhang grafisch dargestellt. Auf der X-Achse ist der variable Widerstandswert aufgetragen, der auf eine fest definierte Systemimpedanz (50 bzw. 75 Ohm) gemäß der untenstehenden Formel bezogen wird. Auf der rechten Diagrammseite befindet sich eine Skalierung des Reflexionsfaktors und ergänzend für den, der bevorzugt mit dem VSWR arbeitet, des Stehwellenverhältnisses (s). Die angegebene Formel führt zum Betrag des Reflexionsfaktors, der sich dann leicht zur Rückflussdämpfung umrechnen lässt (linke Skalierung). Diese Berechnung verläuft unter der Verwendung des Leistungsreflexionsfaktors (r²) reibungsloser ab, als mit dem Spannungsreflexionsfaktor, der ab bestimmten Widerstandswerten auch mit negativem Vorzeichen auftreten wird. Die benötigten Formeln sind ebenfalls in Bild 2 dargestellt. Die Berechnungen wurden für beide Nenn-Systemimpedanzen (rote gestrichelte Linie) durchgeführt und als Kurven (grün und blau) in das Diagramm gelegt.

Die Kurven (grün und blau) bilden einen gemeinsamen Schnittpunkt bei 20 dB Rückflussdämpfung, im Diagramm mit Kreis (orange) markiert. Auf der Widerstandsachse liegt dieser Punkt bei 61 Ohm, d.h., dass dieser Widerstandswert, gleichwohl aus Sicht des 50-Ohm-Systems als auch dem 75-Ohm-System, eine identische Rückflussdämpfung verursacht (Betrag der Rückflussdämpfung |r|).

In Bild 3 wurde der Sachverhalt in anderer Form anhand von Skalen gegenübergestellt. Der 75-Ohm-Systemwiderstand darf bis auf 61 Ohm fallen, während der Widerstand im 50-Ohm-System bis auf 61 Ohm steigen darf, um an die Grenze zu einer Rückflussdämpfung von 20 dB anzustoßen. Der jeweilige Verlauf des Widerstandwertes und dessen Einfluss auf die Höhe der Reflexion wurde durch die wachsende Farbintensität ange-

deutet. Die Existenz eines solchen gemeinsamen Nenners (61 Ohm) könnte zu der Idee führen, eine gemeinsame Stecker-Buchsen-Kombination, die für beide Systemimpedanzen gerade gut genug ist, zu entwickeln. Das klingt nicht gerade professionell, es wird jedoch Anwendungen geben, die mit einer Rückflussdämpfung von 20 dB zurecht kommen, besonders wenn man sich vor Augen führt, was sich hinter dem Wert von 20 dB verbirgt: Eine reflektierte Leistung von 1%! Trotzdem wird man für die Messtechnik zu Werten tendieren, die in unmittelbarer Nähe von 30 dB und eventuell auch höher liegen. Die Erkenntnis dieser Betrachtungen ist, dass bei Anpass- bzw. Rückflussdämpfungsmessungen die BNC-Steckverbindung nur bis knapp unterhalb (-3 dB) der Grenze von 20 dB aussagekräftige Werte liefern kann, sofern auf BNC-Standardmaterial zurückgegriffen wird.

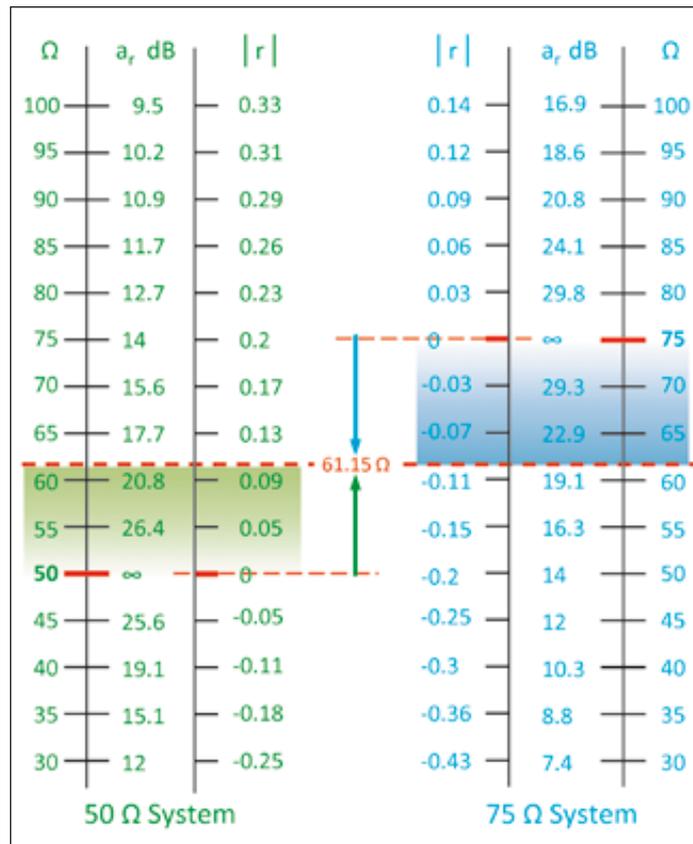


Bild 3 Direkte Gegenüberstellung der Systeme

wendet werden hierzu Laborleitungen mit Längen von 1 – 3 m und entsprechende Stecker, die direkt mit dem Messobjekt korrespondieren.

Bild 5 zeigt die Gesamtansicht der TDR-Messung. Links unten ist zu erkennen, dass die Auflösung pro Division auf 100 ps eingestellt ist. Im Feld darunter ist die absolute Lage der Zeitachse angegeben, knapp 13 ns entsprechen einer Vorlaufleitung von ca. 2.5 m bis zum eigentlichen Messobjekt. Die Definition der Marker ist rechts oben zu sehen, weiterhin können unter dem Reiter „Traces“ Messkurven gespei-

chert und deren Darstellung aktiviert oder unterdrückt werden.

Zu den nachfolgenden Messungen wurden teilweise „spezielle“ Leitungen angefertigt, um z.B. den Impedanzverlauf eines 50-Ohm-Steckers an einem 75-Ohm-Kabel zu demonstrieren.

Starten wir mit Bild 6, hier wurden verschiedene Kombinationen von 50 Ohm bzw. 75 Ohm Steckern und Buchsen vermessen. Zunächst das Diagramm links oben, Ausgangspunkt bildet eine 50-Ohm-Leitung mit 50 Ohm Kabelbuchse.

Der schwarze Kurvenzug zeigt die offene Buchse, das offene Ende ist hochohmig, womit die Kurve fast senkrecht nach oben verläuft. Theoretisch müsste die Steigung am hochohmigen Kabelende senkrecht ausfallen, sie wird jedoch durch die endliche Anstiegsflanke des TDR-Impulses bestimmt. Auf diese 50-Ohm-Buchse wird nun ein 75-Ohm-Stecker gesteckt, der an ein 50-Ohm-Kabel montiert wurde. Durch diese „Falschmontage“ wird exklusiv das Verhalten des Steckers sichtbar und nicht durch ein korrektes, aber damit dominierendes 75-Ohm-Kabel überdeckt. Das Ergebnis zeigt die grüne Kurve. Die Kombination 50-Ohm-Buchse mit 75-Ohm-Stecker übersteigt geringfügig die 61-Ohm-Linie (orange), erfüllt also nicht mehr exakt die Spezifikation für eine Rückflussdämpfung > 20 dB.

Wir drehen nun die Kombination um, ein 50-Ohm-Stecker wird auf eine 75-Ohm-Buchse gesteckt (Bild 6 oben rechts). Die grüne Linie liegt deutlich unter der 61-Ohm-Marke, der schlechteste Wert der Rückflussdämpfung beträgt hier 24 dB (Marker M1 mit 56.5 Ohm).

Die Untersuchung zeigt, dass die sich einstellende Rückflussdämpfung entscheidend von der Art der Kombination beeinflusst wird.

Wechseln wir nun die Systemimpedanz und betrachten die eben hergestellten Kombinationen aus dem Blickwinkel der 75-Ohm-Welt.

Das Diagramm im Bild 6 links unten zeigt als Ausgangspunkt wieder eine offene Buchse, dieses Mal nun mit 75-Ohm

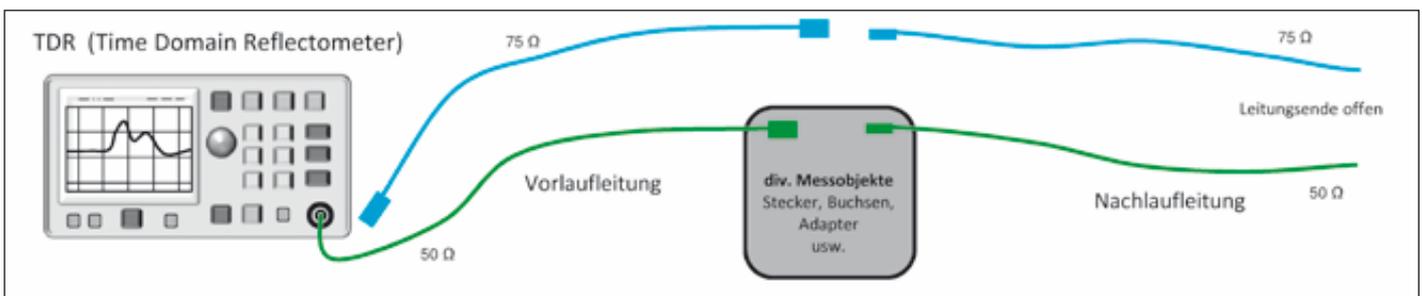


Bild 4 Versuchsaufbau zur messtechnischen Untersuchung unterschiedlicher Kombinationen

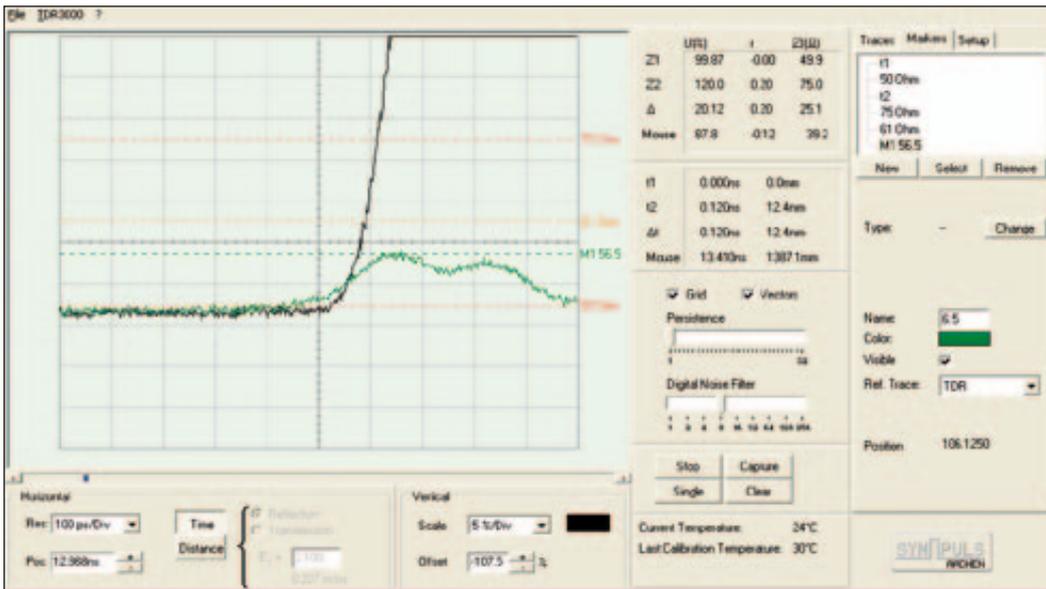


Bild 5 Gesamtansicht der TDR-Messung

(schwarze Kurve). Auf die Buchse wird ein 50-Ohm-Stecker aufgesteckt, der aus dem gleichen Grund, wie oben bereits angeführt, nun an einem 75-Ohm-Kabel montiert wurde.

Die blaue Kurve verläuft deutlich unter der 61-Ohm-Grenze, der Marker M1 steht hier auf 64 Ohm, was einer Rückflussdämpfung von 22 dB entspricht.

Die vertauschte Kombination ist im rechten unteren Diagramm sichtbar: Ein 75-Ohm-Stecker, der auf eine 50-Ohm-Buchse gesteckt wird, verursacht eine Rückflussdämpfung, die gerade noch in der Spezifikation von > 20 dB liegt.

Betrachtet man die Diagramme zusammenfassend, so erlangen wir die Erkenntnis, dass keine

der Kombinationen die Spezifikation für die Grenze der Rückflussdämpfung (> 20 dB) entscheidend verletzt.

Kommt eine Applikation mit dieser Spezifikation zurecht, dann wird sich die Mischung der Stecker- und Buchsenvarianten nicht nachteilig auswirken. Sind die Anforderungen jedoch höher, z.B. bei Messgeräten, so lässt

sich anhand dieser Messungen ermitteln, welche Kombination noch verträglich sein wird. Die vorgestellten Messergebnisse sind natürlich direkt vom verwendeten Material abhängig und können, je nach Hersteller und Qualität, variieren.

Nun wird die Falschmontage von Stecker und Kabelbuchsen an Leitungen und den daraus resultierenden Kombinationen nicht alltäglich sein, trotzdem wird man sie in der Praxis meist an Gerätebuchsen antreffen. Häufig findet man 50-Ohm-Buchsen, die auf Platinen von 75-Ohm-Komponenten eingelötet sind. Auch bei industriell gefertigten Dämpfungsgliedern der 75-Ohm-Welt sind oft Buchsen und Stecker mit „Tefloneinlage“ zu sehen, was eigentlich auf eine 50-Ohm-BNC-Variante schließen lässt. Solange deren Rückflussdämpfung nicht besser als 20 dB spezifiziert ist, erscheint die Angabe der Anpassung noch als glaubwürdig.

Betrachten wir nun den vorgesehenen Regelfall, nämlich in der Systemimpedanz zusammengehörenden Stecker und Buchsen werden zusammengesteckt:

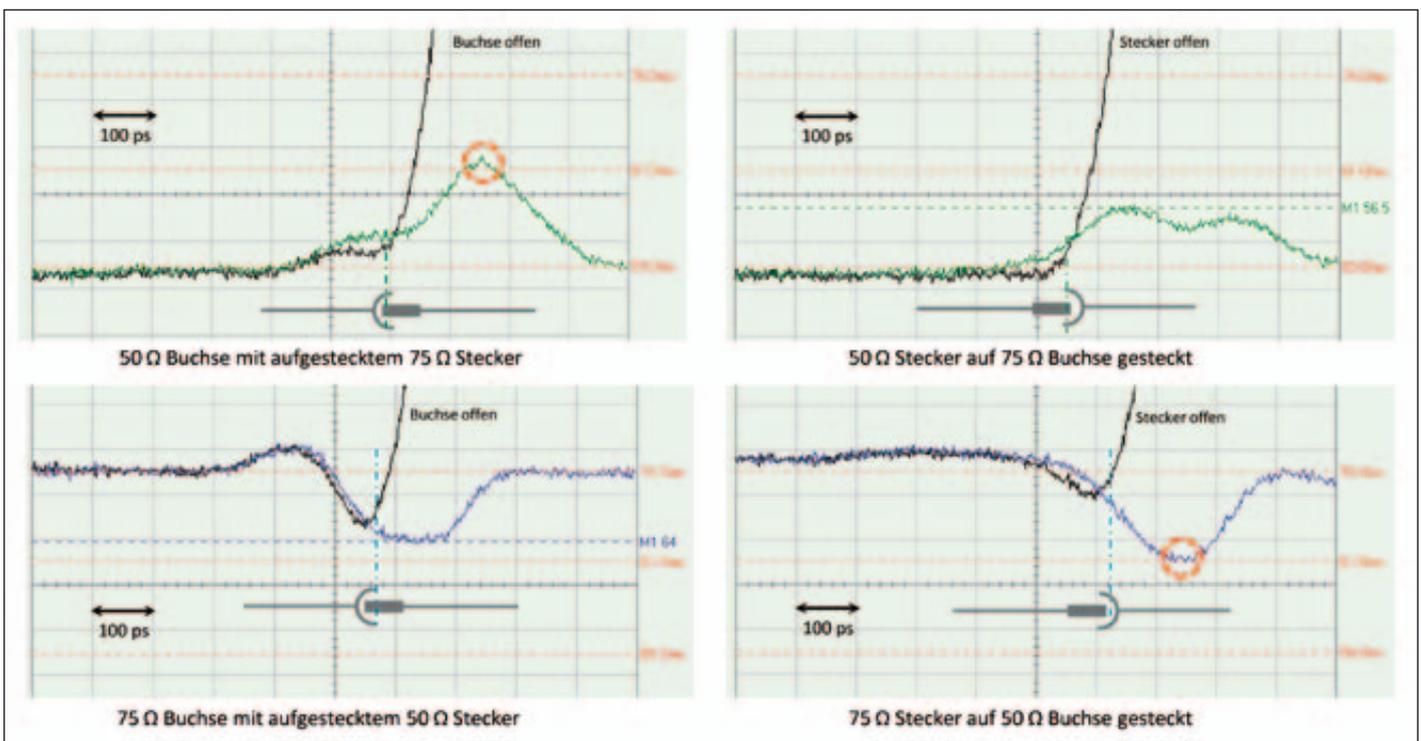


Bild 6 Messergebnisse zu den unterschiedlichen Kombinationen

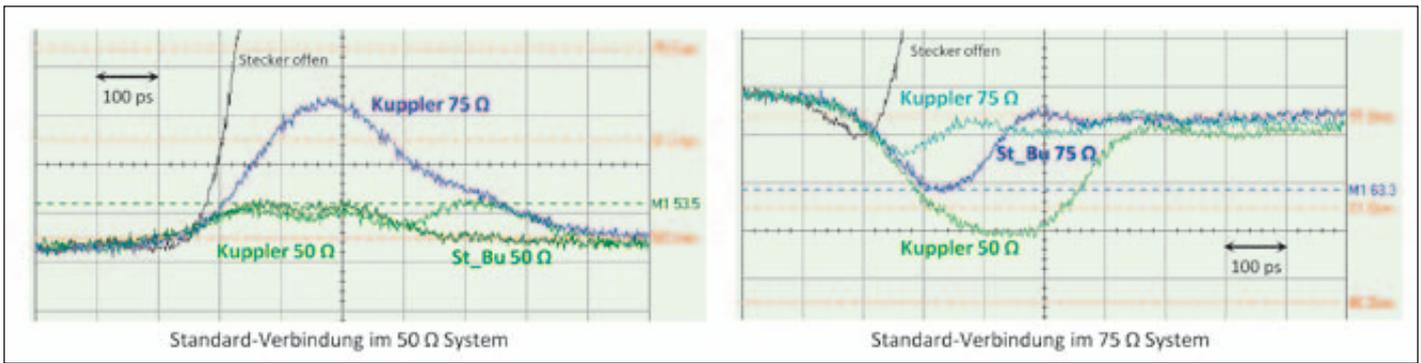


Bild 7 Rückflussdämpfungen innerhalb der beiden Systemvarianten

In Bild 7, linkes Diagramm, sind zwei „Normalfälle“ im 50-Ohm-System dargestellt. Zunächst wieder der offene Stecker (schwarze Kurve) zur Orientierung der Lage. Die dunkelgrüne Kurve zeigt eine Stecker-Buchse Verbindung, die Rückflussdämpfung berechnet sich aus dem Widerstandswert (Marker M1, 53.5 Ohm) auf gut 29 dB.

Das ist ein ordentlicher Wert, der mit Markenqualität erreichbar ist. Hinter der hellgrünen Kurve verbirgt sich ein Kuppler (Buchse-Buchse) mit welchem die beiden Kabel (Stecker-Stecker) verbunden wurden. Auch diese Verbindung steht bzgl. Rückflussdämpfung der vorangegangenen in nichts nach.

Die violette Kurve demonstriert den Fall, wenn der falsche Kuppler (eine 75 Ohm-Variante) erwisch wird, was in der Praxis sehr leicht passieren kann. Wir liegen durch diesen Fehlgriff nun deutlich unterhalb der Spezifikation. Das rechte Diagramm beinhaltet ähnliche Messungen im 75-Ohm-System. Die dunkelblaue Kurve stellt eine Stecker-/Buchsenverbindung dar, der Marker M1 gibt einen Widerstandswert von 63.3 Ohm aus, was einer Rückflussdämpfung von gut 21 dB entspricht. Die Messung mit dem Kuppler (hellblau) fällt in diesem Fall besser aus. Wie bereits schon angedeutet, die Messungen sind direkt vom verwendeten Material abhängig und deshalb nicht allgemeingültig, sie zeigen aber durchaus verlässlich die Tendenzen auf.

Abschließend analog das Beispiel des 50-Ohm-Kupplers im 75-Ohm-System (grüne Kurve). Wie zu erwarten, mit diesem Fehlgriff in die Adaptersammlung fällt die Rückflussdämpfung deutlich ab, die Spezifikation wird dadurch unterschritten.

Messungen an Adaptern

Greifen wir doch gleich etwas tiefer in die Adapterkiste. Für BNC gibt es unzählige Varianten von Adaptern zwischen den einzelnen Steckernormen, Bild 8 zeigt zwei Adapterfamilien die vermessen wurden.

Bild 9, linkes Diagramm, zeigt die Messergebnisse für gängige 50-Ohm-Adapterfamilien. Auch hier werden sich Qualitätsunterschiede deutlich zeigen. Ordentliche Messwerte konnten bei dem Adapter BNC-Buchse auf N-Stecker (hellgrün) festgestellt werden. Dieser ist doch weit verbreitet, er wird gerne auf den Anschluss von Spektrumanalysatoren angeschraubt, wenn es darum geht, rasch einen Messaufbau mit BNC-Verbindungen herzustellen. Da die Adapter unterschiedliche mechanische Längen aufweisen, erscheint die Lage der Kurven im Diagramm entsprechend verschoben.

Das rechte Diagramm zeigt zwei Adapter von BNC nach F-Norm. Die Abweichungen sind gravierend. Besonders der Adapter BNC-Buchse nach F-Stecker (braun) fällt hier deutlich aus dem Rahmen. Man könnte fast zu dem Schluss kommen, der Adapter weise einen Kurzschluss auf, was aber nicht der Fall ist.

Im Datenblatt findet man die Angabe 6.7 dB für die Rückflussdämpfung. Für Messaufgaben scheidet dieser Adapter aus. Wesentlich besser bedient ist man in diesem Fall mit Herstellung eines passenden Kabels als mit der Verwendung dieses Bauteils.

Wie kommen solche Abweichungen zustande? Interessant war, dass der Mittelleiter auf der BNC-Seite in eine Isolierung eingebettet ist, was eigentlich einer 50-Ohm-Konstruktion entspricht. Die F-Norm ist bekanntlich für die Systemimpedanz von 75-Ohm konstruiert. Nun kann der in Teflon eingebettete Mittelleiter nicht der alleinige Grund für eine derart niedrige Rückflussdämpfung sein, die vorangegangenen Messungen haben gezeigt, dass die Grenze zum gemeinsamen Nenner (20 dB) dadurch nur in geringem Maße verletzt wird.

Die Antwort liegt beim verwendeten Isolierwerkstoff, es fiel auf, dass dieser nicht, wie

für Teflon charakteristisch, eine „schneeweiße“ Farbe aufwies, sondern eher in ein milchiges Weiß einzustufen war. Bei Berührung mit einem heißen LötKolben schmolz das Material sofort, was auf einen thermoplastischen Kunststoff (PE, PVC o.ä.) schließen lässt. Nun ist dieses Material nicht grundsätzlich hf-technisch verwerflich, das Dielektrikum von vielen RG-Kabeln besteht aus thermoplastischem Werkstoff. Ihre Dielektrizitätskonstanten liegen bei $\epsilon = 2.4$ bis 3.

Im Kontaktraum des BNC-Systems verbaut, führt der Werkstoff jedoch zu stark veränderten Impedanzen. Setzt man in die Formel von Bild 1 z.B. die Dielektrizitätskonstante für PVC ($\epsilon = 3$) ein, so errechnet man einen Widerstandswert von knapp 42 Ohm. Aus Sicht des 75-Ohm-Systems befinden wir uns damit weit außerhalb der Spezifikation, im 50-Ohm-System liegt man mit diesem Wert tatsächlich noch innerhalb



Bild 8 Die vermessenen Adapterfamilien

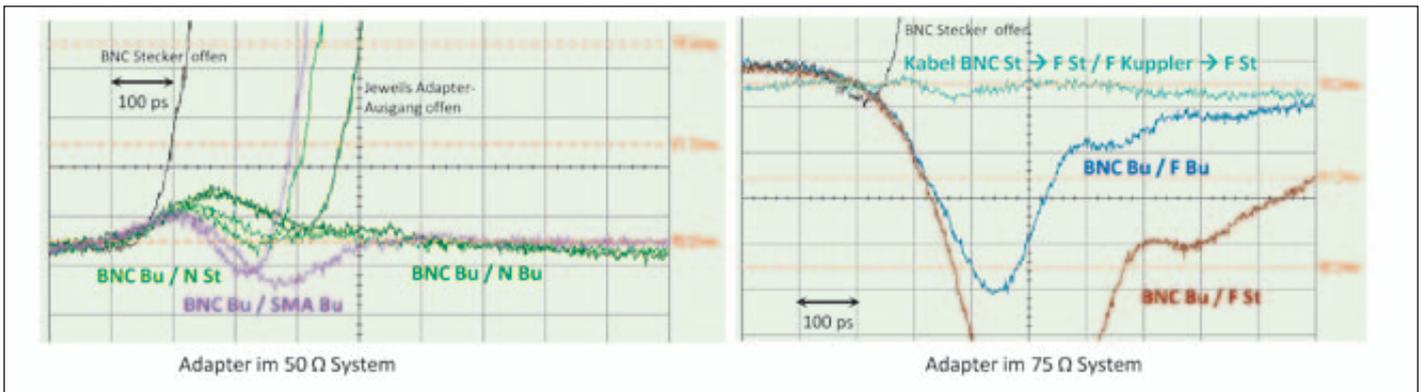


Bild 9 Untersuchung von BNC-Adaptorn zu anderen Normen

der Spezifikation, allerdings auf der „anderen Seite der Kurve“. Betrachtet man Bild 2, so findet man auf der grün gestrichelten Kurve den Schnittpunkt für 20 dB Rückflussdämpfung im Bereich von 40 Ohm.

Das bedeutet u.a., dass der 50-Ohm-BNC-Steckverbinder durchaus mit PVC-Dielektrikum gefertigt werden kann, die BNC Grundspezifikation (>20 dB) wird damit ebenfalls eingehalten.

Nun eröffnet sich eine umfangreiche Spielwiese der Kombinationen z.B. „Teflon-Stecker“ mit „PVC-Buchse“ und viele weitere mehr, die man vermessen könnte. Das würde den Rahmen des Beitrags allerdings deutlich sprengen, bietet jedoch Potential für eigene Experimente.

Zur Vollständigkeit: Die in der Computervernetzung (ARCNET) verwendete Systemimpedanz von 93 Ohm (diese Form ermöglichte höhere Kabellängen) orientiert sich an Komponenten des 75-Ohm-Kontaktbereichs, dessen Kabelaufnahme auf das etwas dicker ausfallende 93-Ohm-Kabel (z.B. RG62) modifiziert wurde. Die Maße des Kontaktbereichs sind fix vorgegeben, eine Dielektrizitätskonstante $\epsilon < 1$ lässt sich ja nicht realisieren, die höchstmögliche Impedanz des Kontaktbereichs durch den „Werkstoff“ Luft ist damit ausgereizt. Aus Sicht des 93-Ohm-Systems verursacht eine Fehlanpassung von 75 Ohm eine Rückflussdämpfung von 20 dB. Auch in dieser Kategorie ist die Grundspezifikation wieder

erfüllt, siehe Bild 2, blau gestrichelte Kurve.

Die Entwickler Paul Neill und Carl Concelmann haben sich in der Tat in den späten 1940er Jahren ein sehr facettenreiches System ausgedacht.

Messung mit dem Netzwerkanalyser – direkte Anzeige der Rückflussdämpfung in dB

Abschließend soll noch eine weitere Variante für die Durchführung von Messungen aufgezeigt werden.

Das moderne TDR ermöglicht entlang eines Leitungsverlaufs in der Regel die direkte Ausgabe von Impedanzwerten. Aus diesem Wert kann die Rückflussdämpfung ermittelt werden.

Die direkte Darstellung der Rückflussdämpfung kann mit einem Netzwerkanalyser erfolgen, der das DTF-Verfahren (Distance to Fault) unterstützt. Das Diagramm zeigt quasi die Verteilung der Rückflussdämpfung entlang der Leitung, Bild 10. Es wurden zwei Kurvenzüge aufgenommen: Der grüne Verlauf beinhaltet zwei Spitzen, auf welche die Marker 2 und 3 eingestellt sind. Hinter Marker 2 verbirgt sich eine gewöhnliche Stecker/Buchse-Verbindung mit einer Rückflussdämpfung von 23.8 dB. Sie erfüllt die Spezifikation. Die Spitze unter Marker 3 wird durch einen Kuppler (Buchse/Buchse) verursacht. Fast 28.2 dB Rückflussdämpfung deutet auf ein hochwertiges Bauteil hin.

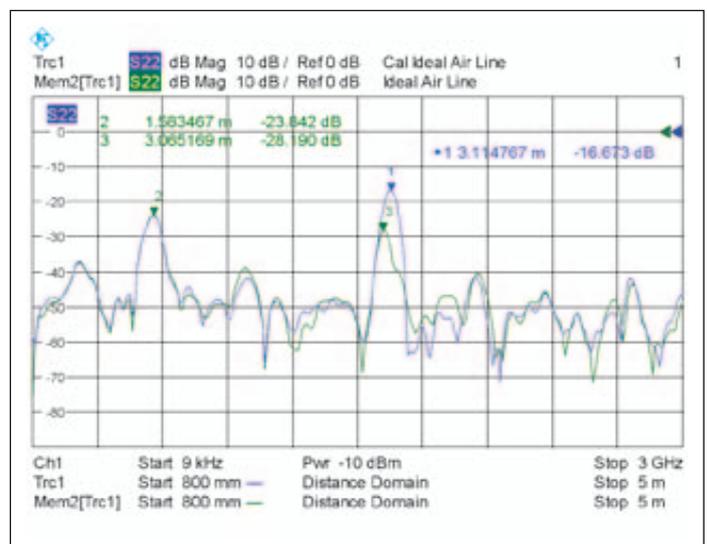


Bild 10 Messung der Rückflussdämpfung mit dem DTF-Verfahren

Die zweite Kurve (violett) weicht an einer Stelle gravierend ab, der Marker 1 gibt 16.6 dB aus. Die Ursache: Der an dieser Stelle ursprünglich vorhandene 50-Ohm-Kuppler (Marker 3) wurde gegen einen 75-Ohm-Kuppler getauscht, der bereits einige Abschnitte zuvor beschriebene „Fehlgriff“.

Mit dem Netzwerkanalyser und seiner DTF-Funktionalität können Stoßstellen entlang der Leitung leicht aufgespürt werden, die Ausgabe erfolgt direkt als Rückflussdämpfung in dB. Gegenüber der TDR-Messung ergibt sich allerdings ein Unterschied: Ein in den 50-Ohm-Leitungszug eingefügtes 75-Ohm Kabelstück verursacht ausschließlich an den Übergangsstellen einen Peak. Die TDR-Messung zeigt den abweichenden Verlauf des

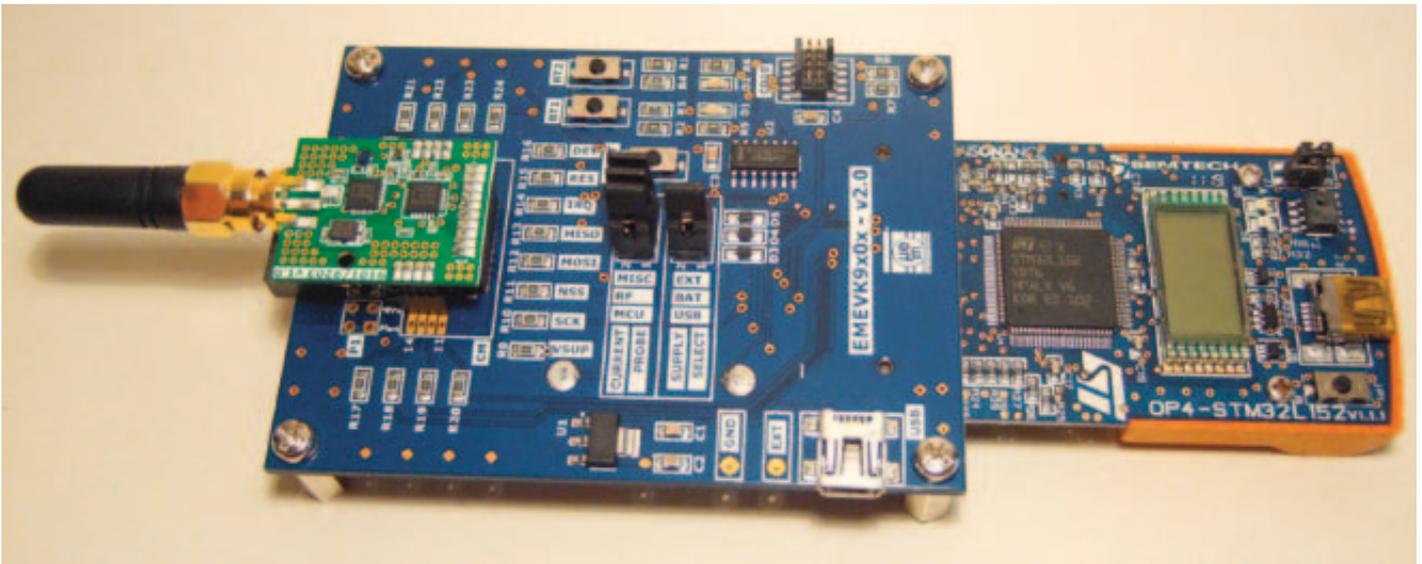
Wellenwiderstandes durchgängig über die entsprechende Leitungslänge an.

Fazit

Das BNC-System setzt seine Spezifikation auf Rückflussdämpfungswerte bei 20 dB. Von Präzisionsprodukten können höhere Werte (enger tolerierte Impedanzen) erwartet werden. Für Anwendungen, bei denen höhere Rückflussdämpfungswerte eingehalten werden müssen, stößt man leicht an die Grenzen des Systems.

Die Rückflussdämpfungswerte von Adaptorn können stark abweichen, im Zweifelsfall ist eine Kontrollmessung mit TDR oder Netzwerkanalyser (DTF-Verfahren) unbedingt zu empfehlen. ◀

Long-Range-Datenfunk auf 2.4 GHz



Das 2.4-GHz-Band hat sich mittlerweile in zahllosen Anwendungen fest etabliert. Nicht nur im professionellen bzw. industriellen Bereich, nein auch gerade im Consumer-Bereich häufen sich elektronische Geräte, die Funktechnologien im 2.4-GHz-Band nutzen.

Das EMEDVK9x0x Evaluations- und Developmentkit ermöglicht die Demonstration und Evaluierung der DC- und HF-Parameter.

Beispiele hierfür sind nicht nur die klassischen, breitbandigen WLAN-Geräte wie PCs, Notebooks, Tablets, Smartphones, Router, etc. sondern insbesondere die auf Bluetooth, Bluetooth smart und auch Zigbee basierenden Applikationen. Beispiele hierfür sind Headsets bzw. Kopfhörer, Brustgurte zur Herzfrequenzmessung, Fahrradcomputer, Blutdruckmessgeräte, fernsteuerbare LED-Lampen, etc.

Das 2.4-GHz-Band ist weltweit weitgehend harmonisiert. Deshalb konzentriert sich hier auch die Kommunikation professioneller Anwendungen und Geräte, deren Hersteller damit einen globalen Markt adressieren möchten.

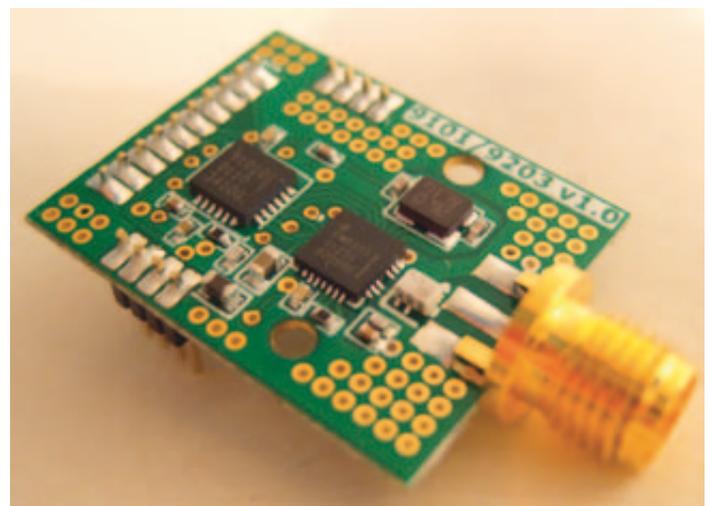
In vielen dieser Anwendungen besteht der Wunsch nach robuster Kommunikation mit hoher Reichweite von mehreren Kilometern. Der Schlüssel hierzu ist die Erhöhung des sogenannten ‚Link-Budgets‘, bestehend aus Antennengewinnen, Sendeleistung und Empfangsempfindlichkeit abzüglich auftretender Dämpfungsverluste. Da dieser Erhöhung mit LNA/PA-Frontends regulatorische und technische Grenzen gesetzt

sind, wurden von einem französischen Unternehmen andere Wege beschritten und die daraus resultierende LoRa-Technologie entwickelt.

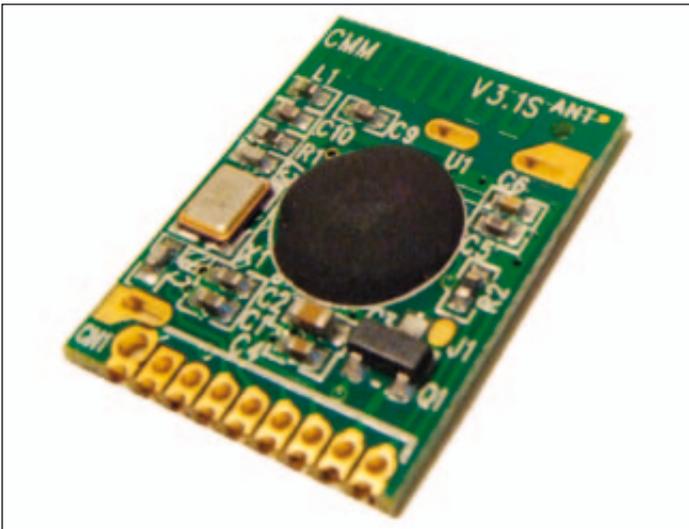
LoRa setzt eine spezielle Spreizbandmodulation und Codierung ein, um auf einem relativ breiten Kanal wenige Daten mit geringer Sendeleistung über weite Strecken zu übertragen. EM-Microelectronic hat diese Technologie für seinen 2.4 GHz Chip EM9101 lizenziert. Der EM9101 arbeitet dabei als proprietäres Basisband für die

extreme Reichweitenerhöhung mit dem Standardtransceiver EM9203 zusammen. Bei dem Linkbudget von >126 dBm bei 1,7 kbit/s Datenrate werden beispielsweise Reichweiten >10 km erreicht. Durch seine geringe Stromaufnahme eignet sich das 2.4 GHz LoRa-System von EM-Microelectronic speziell auch für batteriebetriebene, mobile Anwendungen.

Neben der EM9101/EM9203 LoRa-Chipkombination mit äußerst großem Link-Budget bietet EM-Microelectronic mit dem



Der EM9101 arbeitet als proprietäres Basisband.



Das CTM-9209 long-range Transceivermodul ist ein extrem kostengünstiges Transceivermodul, das nicht nur den Chip an sich beinhaltet, sondern auch Frequenzgenerierung, passive Bauelemente und die PCB-Antenne.

EM9209 auch eine sehr kostengünstige long-range Transceiverlösung an. Der EM9209 reicht zwar nicht an die mit LoRa realisierten Reichweiten heran, bietet aber mit >1 km wesentlich höhere Reichweiten als klassische 2,4-GHz-Transceiver.

Für den EM9209-Transceiver gibt es auch ein extrem kostengünstiges Transceivermodul, das nicht nur den Chip an sich beinhaltet, sondern auch Frequenzgenerierung, passive Bauelemente und die PCB-Antenne. Das CTM-9209 long-range Transceivermodul misst lediglich 18,5 x 14 mm und ist ab sofort verfügbar.

Für ihre innovativen Long-Range-Transceiver und Lösungen im 2,4-GHz Band veröffentlichte EM-Microelectronic Developmentkits zum schnellen Einstieg und zur Evaluierung der Technologien. Das EMEDVK9x0x Evaluations- und Developmentkit ermöglicht die Demonstration und Evaluierung der DC- und HF-Parameter der 2,4-GHz-Lösungen von EM-Microelectronic. Es besteht aus dem EMEDVK9x0X Hauptboard, einem Target-Board mit ST Microelectronics STM32L152 Mikrocontroller mit Low-Power-Cortex-M3-Kern und einem HF-Transceivermodul. Es werden aktuell

die EM-Transceiver EM9101 (LoRa), EM9201, EM9203, EM9209 und EM9301 (Bluetooth low energy) unterstützt.

Für die Evaluierung der long-range Chips EM9101 (LoRa) und EM9209 stehen entsprechende HF-Module mit SMA-Anschluss zur Verfügung. Passende hocheffiziente 2,4-GHz-Antennen von CompoTEK liegen dem Kit ebenfalls bei. Die Layouts der Module können als Referenz-Design für das Design-In der 2,4-GHz-Transceiver von EM-Microelectronic verwendet werden.

Das mit HF-Modul ausgerüstete Developmentboard kann für die Evaluierung mit einer PC-basierten STM32-Entwicklungsumgebung verbunden werden oder auch mit einer Stand-Alone-Applikation verwendet werden, die auf dem leistungsfähigen 32 bit Cortex-M3-Mikrocontroller läuft. Die STM32-Entwicklung wird durch eine benutzerfreundliche, integrierte Entwicklungsumgebung unterstützt, z.B.: Keil MDK oder Ride7 für ARM GCC. Diese sind separat erhältlich. Eine Reihe von Demo-Applikationen und transceiver-spezifischen GUIs stehen zur Verfügung, um den Einstieg zu erleichtern. Ausführliche Datenblätter, Developmentkits sowie Preisinformationen auf Anfrage.

Typische Anwendungen:

- Messdatenübertragung
- Sensornetzwerke
- Überwachung, Alarmanwendungen, Tracking
- Long-Range M2M-Datenübertragungen
- Keyfobs, Schlüsselfernbedienungen (z.B. Standheizung, Alarmanlage, etc.)
- Spiele und Spielzeuge

Eigenschaften des EM9101 LoRaCompanion Chips:

- On-Chip Power Management
- 1,2 V Power-Down Modus (reduzierte Versorgung im Standby)
- Sehr geringe Stromaufnahme
- Kleiner, optimierter Companion-Chip für den EM9203 2,4 GHz RF Transceiver
- Implementierte LoRa-Technologie
- Spread-spectrum-Modulation mit anpassbarer Bandbreite

- Große Reichweite >10 km im 2,4-GHz-ISM-Band
- Variable Datenrate von 1,7 kbit/s bis 32 kbit/s
- Link-Budget von 126 dBm bei 1,7 kbit/s
- SPI Bridge für direkten Zugriff auf den EM9203 ermöglicht Hybridfunksysteme (long-range mit niedriger und short-range mit hoher Datenrate)

Eigenschaften des EM9209 long-range Transceivers:

- Hochintegrierter 2,4 GHz Transceiver
- Betriebsspannung 1,9 V ~ 3,6 V
- Programmierbarer HF-Ausgangsspegel (-21,7 dBm bis +10 dBm)
- Geringer Stromverbrauch (1 µA Sleep, 8,2 mA RX, 11,2 mA TX)
- Reichweite ca. 800 m line-of-sight
- FSK-Modulation
- SPI Interface als host interface ◀

s.m.a.e.

SINKA

CC-Link

MCT7050-A401

OC9070-C701

OD6560T-E900-F

OPA7332

Induktivitäten für HF-Kommunikation

Mit dem MCT7050-A401 stellt SINKA einen SMD common mode choke coil vor, der nach CC-Link Spezifikationen zur Rauschunterdrückung in Signalleitungen empfohlen wird.

- Verwendung von Hochleistungs-Ferrit-Material für exzellente HF-Eigenschaften.
- niedrige Bauhöhe, geringe Größe
- geringe Dämpfung für HF-Signale

Weitere interessante Bauteile :

OPA7332 - für Ströme bis 7.7A, 7.3x7.3x3.2mm

OPBC1240 - für Ströme bis 10A, 12.3x12.3x4.5mm

OC9070-C701 - common mode, DC line, 50V / 5A, 12mOhm

OD6560T-E900-F - common mode, interface line, 50V / 0.5A 90mOhm, USB

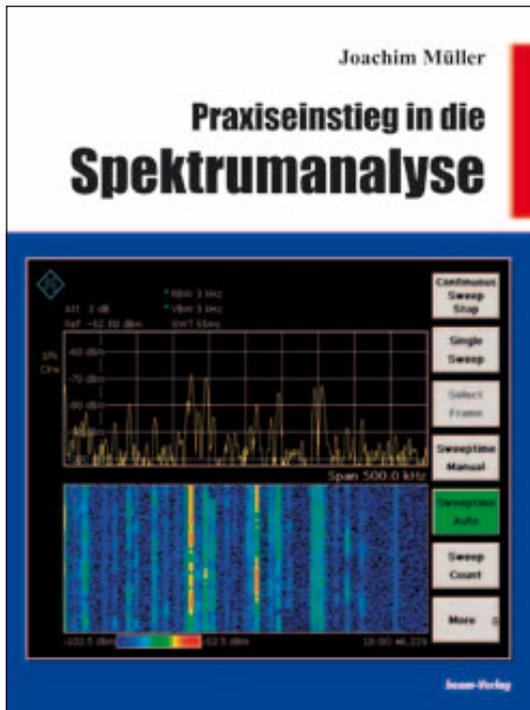
Auch kundenspezifische Fertigung ist möglich.

s.m.a.e. GmbH

Lise-Meitner-Straße 6, 40878 Ratingen
Telefon: 02102 / 4248-0, Fax: 02102 / 4248-23

www.smae.de info@smae.de

Quality-Management-System
*** DIN EN ISO 9001 ***



Praxiseinstieg in die Spektrumanalyse

Joachim Müller, 200 Seiten, über 200 überwiegend farbige Abbildungen, Diagramme, Plots, Format 21 x 28 cm, Art.-Nr.: 118106, 38,- €

Firmen und Institute werden gegen Rechnung beliefert
Bestellungen an: beam-Verlag, Postfach 1148, 35001 Marburg, info@beam-verlag.de

Der Spektrumanalyzer steht mit an oberster Stelle der Wunschliste für die Laborausüstung.

Neuerdings kommen leistungsfähige Geräte im mittleren Preissegment auf den Markt, die es zunehmend erleichtern, diese Position der Wunschliste in die Realität umzusetzen.

Weiterhin ist eine interessante Entwicklung bei den Oszilloskopen zu verzeichnen: Die Funktionalität der FFT, welche eine gleichzeitige Betrachtung von Zeit- und Frequenzbereich erlaubt.

Die Einsatzmöglichkeiten eines Spektrumanalyzers sind vielfältig und beschränken sich nicht nur auf die Untersuchung eines Oszillatorsignals auf seine Ober- und Nebenwellen. Was in diesem Gerät steckt und wo die Problemzonen liegen, wird praxisnah und ohne höhere Mathematik dargestellt, hier die wesentlichen Kernthemen:

Hintergrundwissen:

- Der Zeit- und Frequenzbereich, Fourier
- Der Spektrumanalyzer nach dem Überlagerungsprinzip
- Dynamik, DANL und Kompression
- Trace-Detektoren, Hüllkurvendetektor, EMV-Detektoren
- Die richtige Wahl des Detektors
- Moderne Analyzer, FFT, Oszilloskope mit FFT
- Auswahl der Fensterung - Gauß, Hamming, Kaiser-Bessel
- Die Systemmerkmale und Problemzonen der Spektrumanalyzer

- Korrekturfaktoren, äquivalente Rauschbandbreite, Pegelkorrektur
- Panorama-Monitor versus Spektrumanalyzer
- EMV-Messung, Spektrumanalyzer versus Messempfänger

Messpraxis:

- Rauschmessungen nach der Y-Methode, Rauschfaktor, Rauschmaß
- Einseitenbandrauschen, Phasenrauschen
- Signal/Rauschverhältnis, SNR, S/N, C/N
- Verzerrungen und 1-dB-Kompressionspunkt
- Übersteuerung 1. Mischer - Gegenmaßnahmen
- Intermodulationsmessungen
- Interceptpoint, SHI, THI, TOI
- CW-Signale knapp über dem Rauschteppich
- Exakte Frequenzmessung (Frequenzzählerfunktion)
- Messung breitbandiger Signale
- Kanalleistungsmessung, Nachbarkanalleistungsmessung
- Betriebsart Zero-Span
- Messung in 75-Ohm-Systemen
- Amplituden- und Phasenmodulation (AM, FM, WM, ASK, FSK)
- Impulsmodulation, Puls-Desensitiation
- Messungen mit dem Trackinggenerator (skalare Netzwerkanalyse)
- Tools auf dem PC oder App's fürs Smart-Phone

FILTER SOLUTIONS

DC to 18 GHz



Over 900 Models *IN STOCK* ... Immediate Delivery! from **\$199** ea. (qty. 20)

Unterschiedliche Anforderungen erfordern auch unterschiedliche Technologien. Und bei über 900 Katalogmodellen - es werden ständig mehr - bietet Mini-Circuit's Programm an RF/Mikrowellenfiltern bestimmt auch für Sie eine Lösung. Das Angebot umfasst Hoch-, Tief-, Bandpässe und Bandsperren mit geringer Passband-Einfügungsdämpfung und hoher Unterdrückung im Sperrbereich, wobei Frequenzen von DC bis 18 GHz abgedeckt werden. Wählen Sie aus unserem großen Angebot an Filtertechnologien in Koaxial- und SMD-Ausführung die richtige Lösung für Ihre Anwendung!

Gehen Sie dazu einfach auf unsere Website minicircuits.com und nutzen Yoni2, unsere patentierte Suchmaschine, um unsere gesamte Modelldatenbank nach den gewünschten Leistungsparametern

zu durchsuchen. Geben Sie einfach Ihre Spezifikationen ein, und sehen Sie sich die Liste von Modellen an, die Ihre Kriterien erfüllen.

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

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

 **The Design Engineers Search Engine...**
U.S. Patent 7,739,260, 7,761,442 finds the model you need, Instantly.

Free, High-Accuracy Simulation Models for ADS 
www.modelithics.com/mvp/Mini-Circuits.asp

 **Mini-Circuits®**

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

484 Rev E

DISTRIBUTORS

 **INDUSTRIAL ELECTRONICS GMBH**

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

Mini-Circuits Europe

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

municom®

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

Kontinuierliches und zuverlässiges Prozess-Monitoring mit drahtlosen Vibrationssensoren

Die Themen Fertigungsautomatisierung und Effizienz stehen derzeit enorm im Fokus. Nicht nur wegen der Vorteile, die sich selbst durch kleinste Produktionssteigerungen ergeben, sondern auch wegen des ebenso wichtigen Potenzials zur Reduzierung und Eliminierung der Kosten beim Stillstand von Maschinen und Geräten.

Statt sich auf die Fortschritte bei der Verfügbarkeit statistischer Daten oder einfach auf besser ausgebildete Techniker zu verlassen, um anstehende Wartungsarbeiten vorauszusagen, kann man jetzt Analysen in Echtzeit und entsprechende Steuerungen realisieren, indem man die Weiterentwicklungen bei den Messungen und der drahtlosen Übertragung der Messwerte nutzt.

Präzise Industrieprozesse (Bild 1) sind zunehmend auf den effizienten und konsistenten Betrieb von Motoren und zugehörigen Maschinenteilen angewiesen. Unwuchten, Defekte, lose Verschraubungen und andere Anomalien im Maschinenpark äußern sich normalerweise in Vibration, gefolgt von Einbußen bei der Genauigkeit sowie von Gefahren für die Sicherheit. Bleiben solche Situationen bestehen, kommt es nicht nur zu Problemen hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Sicherheit. Eine sinkende Produktivität wird unvermeidbar, wenn Geräte zur Reparatur abgeschaltet werden

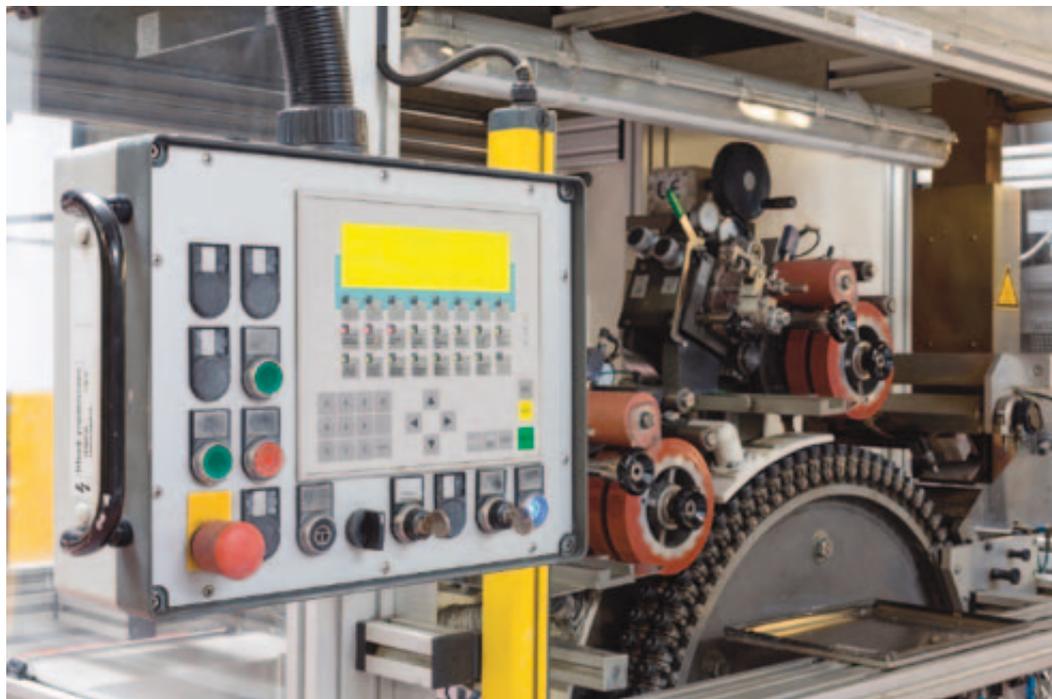


Bild 1: Drahtlose Vibrationssensoren unterstützen durch hochgenaue Zielerfassung die Automatisierung der Prozesssteuerung und Wartung in einer Fertigungsumgebung.

müssen. Selbst kleinste Änderungen in der Leistungsfähigkeit von Equipment, die sich normalerweise nur sehr schwer rechtzeitig vorhersagen lassen, bewirken messbare Einbußen bei der Produktivität.

Predictive Maintenance

Prozess-Monitoring und situationsbedingte vorausschauende Wartung (Predictive Maintenance) sind bekannte und bewährte Konzepte, um Produktivitätsverluste zu vermeiden. Dem Nutzen dieser Konzepte steht jedoch eine höhere Komplexität entgegen. Bestehende Methoden haben Einschränkungen, speziell wenn es um die Analyse der aufgenommenen Vibrationsdaten sowie die Eingrenzung von Fehlerquellen geht.

Typische Konzepte zum Sammeln von Daten beinhalten einfache piezo-basierte Sensoren, die auf Maschinenteile montiert werden, und Tools für

den Handheld-Betrieb. Diese Methoden bringen eine Reihe von Einschränkungen mit sich. Speziell im Vergleich zur Ideallösung – einem kompletten Erfassungs- und Analysesystem, das in oder auf Anlagenteilen befestigt werden kann und sich autonom verhält.

Diese Einschränkungen und Vergleiche mit dem Ideal – ein autonomer und drahtloser Sensor – werden hier weiter untersucht. Die Analyse von Optionen hin zum komplexen Systemziel eines vollständig eingebetteten und autonomen Messelements lässt sich in zehn separate Punkte einteilen. Dazu gehören die Durchführung wiederholbarer Messungen, die genaue Aufnahme der erfassten Daten sowie die saubere Dokumentation und Verfolgbarkeit. Jeder der Punkte wird im Folgenden mit einer Diskussion verfügbarer Konzepte gegenüber dem Ideal behandelt.

Genauere und wiederholbare Messungen

Vorhandene Vibrationsaufnehmer (Probes) für den Handheld-Betrieb (Bild 2) bieten einige Implementierungsvorteile. Dazu zählt, dass keine Modifikationen an den Endgeräten vorgenommen werden müssen und die Geräte eine relativ hohe Integrationsdichte aufweisen. Aufgrund ihrer großen Abmessungen ermöglichen sie Vorteile hinsichtlich Verarbeitungsleistung und Speicherplatz. Eine wesentliche Einschränkung ist jedoch die fehlende Wiederholbarkeit der Messungen. Kleinste Abweichungen bei der Anordnung des Handheld-Messaufnehmers resultieren in inkonsistenten Vibrationsprofilen, was Vergleiche ungenau macht. Somit muss sich der Wartungstechniker fragen, ob eine beobachtete Vibrationsänderung aufgrund einer Veränderung an der Maschine entstanden ist oder lediglich auf

Von Bob Scannell, Business Development Manager, Analog Devices

eine veränderte Messtechnik zurückzuführen ist. Idealerweise ist der Sensor sowohl kompakt, wie auch ausreichend gut integriert, um direkt und dauerhaft in das Equipment von Interesse eingebettet zu werden. Dadurch werden Bedenken hinsichtlich des Messortes ausgeschaltet. Dies ermöglicht eine optimale Flexibilität bei der zeitlichen Planung von Messungen.

Frequenz und zeitliche Planung von Messungen

Prozess-Monitoring kann speziell in Produktionsstätten von großem Wert sein, in denen hochwertige Geräte wie zum Beispiel empfindliche Elektronikbauteile hergestellt werden. In diesem Fall können selbst geringe Änderungen beim Equipment der Fertigungsstraße nicht nur den Produktionsausstoß beeinträchtigen, sondern auch zu kritischen Änderungen der Spezifikationen von Endgeräten führen. Eine offensichtliche Einschränkung beim Einsatz von Handheld-Messaufnehmern ist das Fehlen von Echtzeit-Benachrichtigungen bei problematischen Vibrationsänderungen. Das gleiche gilt für die meisten piezo-basierten Sensoren, die sich normalerweise auf einer sehr niedrigen Ebene der Integration befinden (Transducer nur in manchen Fällen) und bei denen die Daten für eine spätere Analyse an eine andere Stelle übertragen werden. Diese Bauteile benötigen eine externe Intervention und präsentieren somit eine Gelegenheit für verpasste Ereignisse/Verschiebungen. Andererseits bietet ein autonomes System zur Verarbeitung von Sensordaten, welches Sensor, Analyse, Speicher und Alarmfunktionen beinhaltet und klein genug ist, um eingebettet zu werden, die schnellste Benachrichtigung bei Vibrationsänderungen sowie die beste Fähigkeit, zeitabhängige Trends zu zeigen.

Die Daten verstehen

Echtzeit-Benachrichtigung von einem Embedded Sensor, wie

oben erläutert, ist nur mit Hilfe einer Analyse im Frequenzbereich möglich. Sämtliches Equipment hat normalerweise mehrere Vibrationsquellen (z.B. Lagerdefekte, Unwuchten, Getriebe). Dazu gehören auch die Quellen, die aufgrund ihrer vorgesehenen Eigenschaften - etwa ein Bohrer - Vibrationen während des normalen Betriebs produzieren. Eine zeitbasierte Analyse des Equipments erzeugt einen komplexen Signalverlauf, in dem diese verschiedenen Quellen enthalten sind. Dies liefert wenig erkennbare Informationen vor der FFT-Analyse. Die meisten piezo-basierten Sensorlösungen arbeiten in Verbindung mit externen Berechnungen und Analysen der FFT. Dies eliminiert nicht nur die Möglichkeit einer Benachrichtigung in Echtzeit, sondern stellt auch die Geräteentwickler vor große Herausforderungen. Mit Embedded FFT-Analysen am Sensor lassen sich Vibrationsänderungen sofort bestimmten Quellen zuordnen. Ein solches komplett integriertes Sensorelement könnte auch die Entwicklungszeit für Geräte um bis zu 12 Monate verkürzen.

Datenzugriff und Übertragung

Eingebettete Messfühler (Embedded Sensing) sind ideal, um genaue Trenddaten in Echtzeit zu erhalten. Allerdings erschwert dies die Aufgabe, Daten zu einer Komponente, die typischerweise ein entfernter Prozess-Controller oder Operator ist, zu übertragen. Die Embedded FFT-Analyse geht offenbar auch davon aus, dass die Daten des Analogensors aufbereitet und digitalisiert wurden, um eine vereinfachte Datenübertragung zu unterstützen. Die meisten heute verwendeten Vibrationssensorlösungen verfügen lediglich über Analogausgänge. Dies beeinträchtigt die Signale bei der Übertragung. Ganz abgesehen von der bereits diskutierten Komplexität bei der Offline Datenanalyse. Der Großteil der Industriegeräte, die ein Vibrationsmonitoring verlangen, befindet sich oft in schwer zugänglichen und manchmal sogar gefährlichen Umgebungen mit hohen elektrischen



Bild 2. Vorhandene Methoden zur Erfassung von Vibrationen mit manuellen Messaufnehmern bieten Nachteile hinsichtlich Wiederholbarkeit und Zuverlässigkeit.

Rauschanteilen und sich bewegenden Maschinenteilen. Deshalb besteht ein großes Anliegen darin, nicht nur die Schnittstellenverkabelung zu vereinfachen, sondern auch einen möglichst großen Teil der Datenanalyse direkt an der Quelle der Vibration durchzuführen. So lassen sich Vibrationen am Equipment mit hoher Genauigkeit erfassen. Ein drahtlos angebundener Sensor ermöglicht nicht nur den sofortigen Zugriff auf Messdaten, sondern vereinfacht auch die Entwicklung des Sensornetzwerks erheblich. Zugleich reduzieren sich die Kosten.

Daten-Direktionalität

Viele vorhandene Sensorlösungen sind einachsige Piezo-Transducer. Da diese Piezo-Sensoren keine Richtungsinformationen zur Verfügung stellen, begrenzen sie das Verständ-

nis des Vibrationsprofils von Equipment. Aus dem Fehlen von Direktionalität resultiert die Notwendigkeit für sehr rauscharme Sensoren, um sie entsprechend einbinden zu können. Dies beeinträchtigt auch die Kosten. Die Verfügbarkeit mehrachsiger Sensoren auf MEMS-Basis erlaubt eine signifikante Verbesserung beim Eingrenzen der Vibrationsquelle, während sich gleichzeitig die Möglichkeit zur Kostenreduzierung ergibt.

Ort und Verteilung der Sensoren

Vibrationsprofile von Maschinenequipment sind komplex und zeitversetzt. Außerdem ändern sie sich je nach Material und Aufstellungsort des Equipments. Die Frage, wo man die Sensoren platziert, ist selbstverständlich wichtig, aber auch

Autorenvorstellung

Bob Scannell ist Business Development Manager für die Inertial MEMS Produkte bei Analog Devices und seit 18 Jahren beim Unternehmen. Während dieser Zeit war er in verschiedenen technischen Marketing- und Business-Development-Funktionen beschäftigt - von Sensoren über DSP bis Wireless. Bevor Scannell zu Analog

Devices kam, war er bei Rockwell International in den Bereichen Design und Marketing beschäftigt. Er besitzt ein BS Degree in Electrical Engineering von der UCLA (University of California, Los Angeles) und einen MS in Computer Engineering von der USC (University of Southern California).

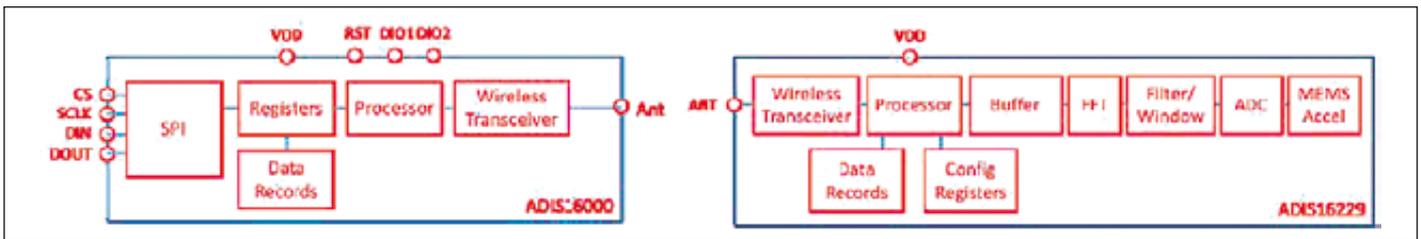


Bild 3. MEMS-basierter Sensor-Node (ADIS16229) mit 928MHz HF-Link zum Gateway-Controller (ADIS16000).

stark abhängig vom Equipmenttyp, der Umgebung und sogar dem Lebenszyklus der Geräte. Da vorhandene, sehr teure Sensorelemente die Zahl der Messpunkte auf wenige oder nur einen begrenzen, ist diese Frage noch wichtiger. Daraus resultieren entweder eine wesentlich längere Entwicklungszeit, die sich ergibt, weil man durch Versuche zunächst den optimalen Ort für die Sensoren herausfinden muss, oder in den meisten Fällen eine Art Kompromiss bezüglich der Menge und Qualität der zu erfassenden Daten. Die Verfügbarkeit integrierter Sensormessfühler mit höherer Integrationsdichte zu einem Bruchteil der bisherigen Kosten kann es ermöglichen, pro System mehrere Messfühler vorzusehen. Außerdem können sich die Entwicklungszeit und die Kosten reduzieren oder einfach weniger und kostengünstigere Sensoren einsetzen lassen.

Anpassung an Veränderungen des Lebenszyklus

Beim Monitoring von Anlagen mit einem Handheld-System lassen sich Änderungen, die sich mit der Zeit ergeben (etwa Periodizität oder Datenmenge), berücksichtigen. Möchte man die gleiche, auf dem Lebenszyklus basierte Anpassung in einem Embedded Sensor erhalten, ist es erforderlich, bereits zu Beginn und während der Entwicklung sowie bei der Implementierung darauf zu achten, um die benötigte Abstimmbarkeit zu erreichen. Das Transducer-Element, unabhängig von der Technologie, ist selbstverständlich wichtig. Entscheidender ist jedoch die Aufbereitung und Verarbeitung der Sensorsignale, die sich im Umfeld

des Transducers befinden. Die Signal/Sensor-Aufbereitung und -verarbeitung richtet sich nicht nur nach dem Equipment, sondern resultiert auch aus dem Lebenszyklus des Equipments. Daraus ergeben sich mehrere wichtige Überlegungen beim Design des Sensors. Zunächst ermöglicht eine frühe Analog/Digital-Wandlung (am Sensor statt außerhalb des Equipments) eine Konfiguration/Tuning im System. Der ideale Sensor verfügt über eine einfache programmierbare Schnittstelle, die durch eine schnelle Datenerfassung, eine Manipulation von Filtern, die Programmierung von Alarmsignalen und Experimente mit unterschiedlichen Sensorpositionen den Aufbau des Equipments vereinfacht. Bei vorhandenen einfachen Sensoren, sofern diese bei der Einrichtung des Equipments konfigurierbar sind, müssen einige Kompromisse bei den Sensoreinstellungen getroffen werden, um Änderungen bei Wartungsproblemen über die Lebensdauer der Geräte Rechnung zu tragen. So muss man sich zum Beispiel die Frage stellen, ob der Sensor für den Beginn seiner Lebensdauer konfiguriert werden soll, wenn Ausfälle weniger wahrscheinlich sind, oder für das Ende seiner Lebensdauer, wenn Fehler nicht nur wahrscheinlicher sind, sondern sich auch negativer auswirken. Das bevorzugte Konzept ist ein im System programmierbarer Sensor, der sich bezüglich Änderungen des Lebenszyklus konfigurieren lässt. Zum Beispiel wurde relativ unregelmäßiges Monitoring (für geringsten Energieverbrauch) am Anfang der Lebensdauer, gefolgt von einer Rekonfiguration für häufiges (eine vom Anwender program-

mierte Periode) Monitoring ein Mal pro Schicht (Warnschwelle) zusätzlich zu kontinuierlichem Monitoring für und Interrupt-getriebene Benachrichtigung von, vom Anwender programmierten, Alarmschwellen beobachtet.

Identifikation von Verschiebungen und Trends der Leistungsfähigkeit

Die Anpassung des Sensors auf Änderungen im Equipment-Lebenszyklus hängt etwas von der Kenntnis eines Basis-Equipment-Verhaltens ab. Selbst bei einfachen Analogsensoren ist dies möglich. Dabei wird vorausgesetzt, dass der Betreiber Messungen sowie die Offline-Analyse durchführt und die gewonnenen Daten Offline speichert. Die Daten sind so zu markieren, dass sie sich dem spezifischen Equipment und dem Messort zuordnen lassen. Ein bevorzugtes und weniger fehleranfälliges Konzept würde das Speichern von FFT-Daten am Sensorkopf erlauben und somit jede Möglichkeit für falsch platzierte Daten ausschließen. Die Basisdaten helfen auch bei der Festlegung von Alarmpegeln. Auch diese würde man idealerweise direkt am Sensor und somit bei jeder Datenanalyse/Erfassung, bei der Warnungen oder Fehlersituationen erkannt werden und ein Interrupt in Echtzeit generiert werden kann, programmieren.

Rückverfolgbarkeit

In einer Fertigungsumgebung übernimmt ein Programm zur Vibrationsanalyse das Monitoring von zehn oder sogar hundert von Positionen. Dies kann mit Handheld-Messfüh-

lern oder Embedded Sensoren erfolgen. Über die Lebensdauer eines bestimmten Gerätes oder Anlagenteils können so tausende von Messwerten aufgezeichnet werden. Die Integrität des Programms für vorausschauende Wartung (Predictive Maintenance) hängt von der richtigen Wahl des Sensorortes und dem Zeitpunkt ab, an dem Sensordaten gesammelt werden. Für geringstes Risiko und nützlichste Daten sollte der Sensor eine nur ihm zugeordnete Seriennummer haben und außerdem in der Lage sein, die aufgenommenen Daten mit einem Zeitstempel zu versehen. Diese Merkmale sollten zusätzlich zu eingebetteten Speichern (Embedded Storage) vorhanden sein.

Zuverlässigkeit

Die obige Diskussion beleuchtet Methoden zur Verbesserung bestehender, sensorbasierter Konzepte zum Vibrations-Monitoring in Verbindung mit Prozesssteuerung und vorausschauender Wartung. Hinsichtlich Fehlertoleranz und Monitoring sollte der Sensor selbst untersucht werden. Was ist nämlich, wenn der Sensor fehlerhaft wird (Abweichungen der Leistungsfähigkeit) und nicht das Equipment? Alternativ stelle man sich ein System mit einem komplett autonomen Sensor vor (als ideal beschrieben). Wie sicher kann man in diesem Fall sein, dass der Sensor überhaupt weiter arbeitet? Bei vielen vorhandenen Transducern, etwa solche auf Piezo-Basis, stellt dies eine ernsthafte Einschränkung dar, weil diese Sensortypen keine Selbsttests im System ermöglichen. Es besteht stets ein mangelndes Vertrauen in Sachen Konsistenz der über die Zeit aufgezeichneten Daten.

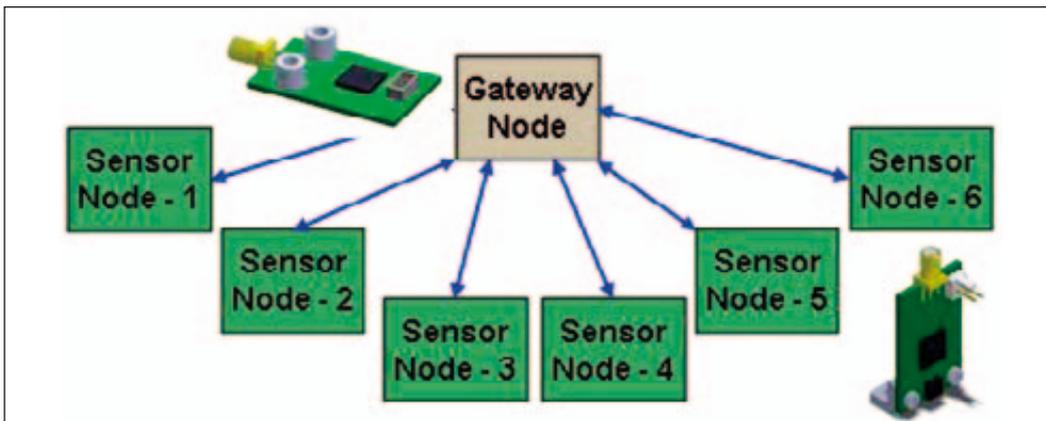


Bild 4. Sechs entfernt angeordnete Sensor-Nodes erfassen, sammeln und verarbeiten selbständig Daten und übertragen diese an einen zentralen Controller-Node.

In der Monitoring-Phase gegen Ende der Lebensdauer eines Anlagenteils, wo Fehler-Benachrichtigungen in Echtzeit und kostenkritisch sind (ganz abgesehen von signifikanten Sicherheitsbedenken), muss man stets befürchten, dass der Sensor ausfallen könnte. Eine wesentliche Anforderung an ein verlässliches Prozesssteuerungsprogramm ist die Fähigkeit, des Transducer-Selbsttests an einem entfernten Ort (Remote). Dies ist mit einigen MEMS-basierten Sensoren möglich. Eine eingebettete digitale Selbsttestfunktion schließt somit die Lücke in einem zuverlässigen Vibrations-Monitoring-System.

Bauteil ADIS16229

Das Bauteil ADIS16229 von Analog Devices ist ein Beispiel für einen komplett autonomen, drahtlosen Vibrationsmonitor mit allen oben genannten Vorteilen. So bietet der ADIS16229 zum Beispiel Embedded Verarbeitung im Frequenzbereich, eine 512-Punkte-Real-Value-FFT und integrierten Speicher. Der ADIS16229 kann einzelne Vibrationsquellen identifizieren und klassifizieren, Änderungen über die Zeit überwachen und auf programmierbare Schwellwerte reagieren. Das Bauteil bietet konfigurierbare spektrale Alarmbänder und „Windowing“ Optionen. Dies ermöglicht Analysen des gesamten Frequenzspektrums über die Konfiguration von sechs Bändern, Alarm1 (Warn-Schwelle)

und Alarm2 (Fehler-Schwelle), um Probleme frühzeitiger und genauer aufzuspüren. In seinem Kern ist der ADIS16229 ein mehrachsiger MEMS-basierter Sensor mit großer Bandbreite und konfigurierbarer Abtastrate (bis 20kSample/s) und Mittelwert/Dezimierungs-Optionen für eine genauere Aufnahme selbst kleinster Änderungen im Vibrationsprofil. Der MEMS-Sensor verfügt über eine digitale Selbsttestfunktion und bietet somit dauerhaftes Vertrauen in Funktionalität und Datenintegrität. Das Bauteil ist komplett „Embedded“ und programmierbar. Es kann in unmittelbarer Nähe der Vibrationsquelle angebracht werden. Somit lassen sich kleine Signale auf wiederholbare Weise frühzeitig erkennen. Datendiskrepanzen, die bei der Durchführung von mehreren Messungen an unterschiedlichen Messorten – etwa mit Handheld-Geräten – entstehen, lassen sich somit vermeiden.

Wireless-Protocol-Schnittstelle

Eine 862MHz/928MHz Wireless-Protocol-Schnittstelle ermöglicht den Betrieb des Sensors ADIS16229 an entfernten Orten. Unterstützt wird der Sensor durch einen separaten Gateway-Node, den ADIS16000 (Bild 3). Der ADIS16000 bietet eine Standard-SPI-Schnittstelle für beliebige System-Controller. Bis zu sechs entfernte Sensor-Nodes können über den Gateway gesteuert werden (Bild 4).

Mit komplett integrierten und zuverlässigen Vibrationsensoren, welche autonom arbeiten und konfigurierbar sind, können Ingenieure, die Programme für Prozesssteuerungen und vorausschauende Wartung entwickeln, die Qualität und Integrität des Prozesses zum Sammeln von Daten verbessern. Einschränk-

kungen und Kompromisse wie bei bisherigen Konzepten zur Vibrationsanalyse müssen die Ingenieure dabei nicht in Kauf nehmen. Aufgrund der hohen Integrationsdichte und mit einer vereinfachten programmierbaren Drahtlos-Schnittstelle lassen sich mit diesen Sensoren wirkungsvoller Konzepte zur Erfassung von Vibrationen umsetzen, indem der Einstieg zur Nutzung dieses entscheidenden Werkzeugs erleichtert wird. Bisher war dies wenigen hochprofessionellen Technikern mit jahrzehntelanger analytischer Erfahrung im Bereich Maschinenvibration vorbehalten. Solche komplett integrierten Sensoren, die ohne Nachrüstung der Verkabelung bzw. Infrastruktur auskommen und Veränderungen der Leistungsfähigkeit genauer und zuverlässiger erfassen, bieten die Möglichkeit, die Anfangs- und sich wiederholende Wartungskosten wesentlich zu senken. ◀

Wainwright Instruments GmbH

HF-Filter • Mikrowellen-Filter • Diplexer • Multiplexer

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

Hochpassfilter (Chebyshev Design)
 Grenzfrequenzen zwischen 1.0 und 11.0 GHz
 Durchlassbandlimit bis zu 26.5 GHz (abhängig von der Grenzfrequenz)
 HF-Belastbarkeit: 3 oder 5 W
 Returnloss: 12 dB min.
 Steckverbinder: SMA oder PC 3.5
 Unterschiedliche Steilheiten verfügbar, z.B:

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

RoHS
Unsere Filter entsprechen den gültigen RoHS-Richtlinien

TÜV AUSTRIA
ISO 9001
ISO 14001
OHSAS 18001

PFM-Testing

www.wainwright-filters.com

Graf-Rasso-Str. 1
82346 Andechs
Germany

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

Plattform der nächsten Generation für Wireless-Kommunikation

NI USRP RIO ermöglicht Prototypenerstellung von Wireless-Systemen in deutlich kürzerer Zeit



National Instruments stellt eine integrierte SDR-Lösung (Software-Defined Radio) für die schnelle Prototypenerstellung von leistungsstarken Wireless-Kommunikationssystemen mit mehreren Kanälen vor. Die Plattform NI USRP RIO basiert auf der NI LabVIEW RIO Architecture und kombiniert einen performanten 2x2-MIMO-RF-Transceiver (Multiple Input, Multiple Output) mit einer offenen FPGA-Architektur, die mit NI LabVIEW programmierbar ist. Das Gerät kann Signale von 50 MHz bis 6 GHz senden und empfangen.

Schnelle Prototypenerstellung

Ingenieure auf dem Gebiet der Wireless-Kommunikation setzen die Technologie für die schnelle Prototypenerstellung echtzeitfä-

higer Wireless-Kommunikationssysteme ein und testen diese unter realen Bedingungen. Sie können ebenfalls Prototypen von leistungsfähigeren Wireless-Algorithmen und -Systemen schneller erstellen, indem sie mit NI USRP RIO die einzige durchgängige Plattform für das Konzept des Graphical System Design verwenden und voll ausschöpfen. Die USRP-RIO-Produktfamilie ermöglicht eine leistungsstarke Echtzeitverarbeitung mit einem Kintex-7-FPGA von Xilinx und niedrige Latenz. Dies gelingt durch die Verbindung von PCI Express mit einem Host-Computer und aufgrund der geringen Größe (1 HE, 19"-Rackmontage).

NI USRP RIO eignet sich ideal für eine Vielzahl von Anwendungsbereichen, darunter Forschung im Bereich der 5G-Kom-

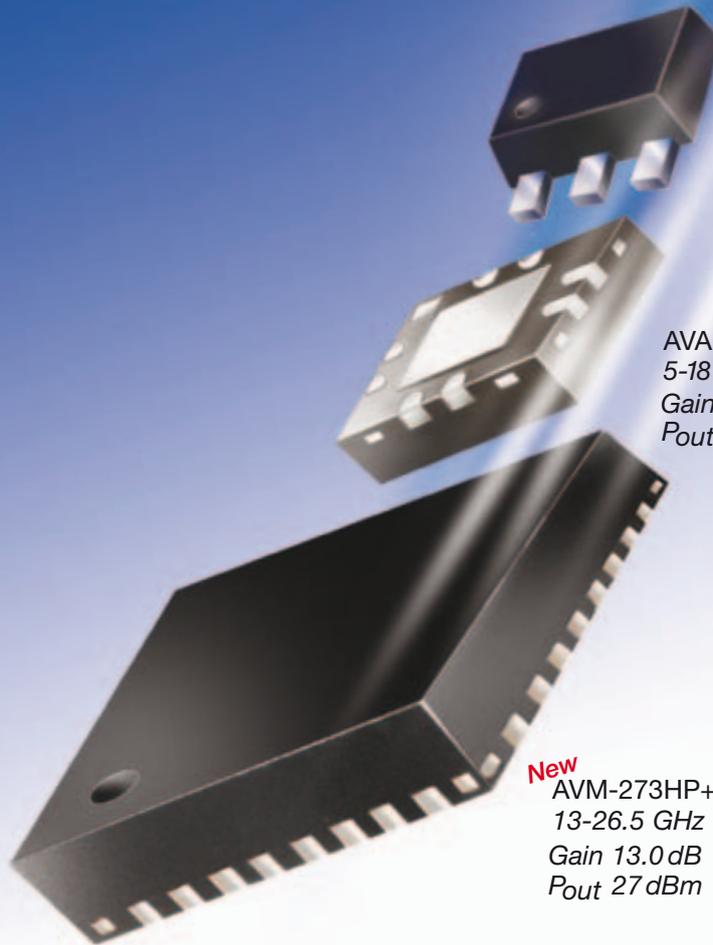
munikation, aktive und passive Radarforschung und -entwicklung, intelligente Kommunikationssysteme und vernetzte Geräte u. v. m. NI USRP™ (Universal Software Radio Peripheral) ist eine beliebte Plattform für die Forschung in Industrie sowie Ausbildung und Lehre, da sie Forschern die Möglichkeit bietet, Designs über programmierbare Software schnell umzusetzen. In einer Mitteilung über die Zusammenarbeit zwischen NI und der schwedischen Universität Lund wird beispielsweise eine 5G-Anwendung mit Fokus auf Massive MIMO beleuchtet. Es handelt sich dabei um eine Technologie, die für die 5G-Kommunikation in Betracht gezogen wird.

Weitere Informationen zur Produktfamilie USRP RIO finden Sie auf ni.com/usrp/d ◀

National Instruments Germany GmbH
info.germany@ni.com
ni.com/germany

50 MHz to 26.5 GHz

THREE AMPLIFIERS COVER IT ALL!



PHA-1+ \$1.99
0.05-6 GHz ea. (qty. 20)
Gain 13.5 dB
P_{out} 22 dBm

AVA-183A+ \$6.95
5-18 GHz ea. (qty. 10)
Gain 14.0 dB
P_{out} 19 dBm

New
AVM-273HP+ \$27.95
13-26.5 GHz ea. (qty. 10)
Gain 13.0 dB
P_{out} 27 dBm

Der neue Breitband-Mikrowellen-Verstärker **AVM-273HP+** von **Mini-Circuits** hat einen Gewinn von 13 dB, ist unter allen Betriebsbedingungen stabil und unterstützt Applikationen von 13 bis 26,5 GHz bei 0,5 W Leistungsbelastung. Der mit ± 1 dB sehr flache Frequenzgang und 58 dB Entkopplung machen diesen kleinen Chip zu einem herausragenden Pufferverstärker in P2P-Radios, militärischer EW sowie Radar, DBS, VSAT und mehr. Seine integrierte Applikationsschaltung sorgt für Schutz bei verkehrter Polung, sequentielle Einschaltung der Spannungen und Stromstabilisierung, alles in einem Gehäuse!

Der **AVA-183A+** hat einen flachen Frequenzgang von $\pm 1,0$ dB über seinen gesamten Frequenzbereich von 5 bis 18 GHz bei 38 dB Entkopplung und 19 dBm Belastbarkeit. Er arbeitet bedingungslos stabil

und ist ein idealer LO-Treiber. Interne DC-Abblockkondensatoren, Bias Tee und ein Mikrowellen-Kopplungs-Kondensator vereinfachen die externen Schaltungen und verkürzen die Entwicklungszeit.

Der **PHA-1+** verwendet E-PHEMT-Technologie und bietet einen extrem großen Dynamikbereich, niedriges Rauschen und ausgezeichnetes IP3-Verhalten, was ihn ideal für LTE und TD-SCDMA macht. Gute Ein- und Ausgangsrückflussdämpfung über nahezu sieben Oktaven erweitern seine Anwendungsmöglichkeiten auf CATV, WLANs und Infrastruktur von Basisstationen.

 RoHS compliant

FREE X-Parameters-Based
Non-Linear Simulation Models for ADS



<http://www.modelithics.com/mvp/Mini-Circuits.asp>

Mini-Circuits®

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

DISTRIBUTORS

478 rev N

IE INDUSTRIAL ELECTRONICS GMBH

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

Mini-Circuits Europe

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

municom®

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

Breitbandige Satellitenkanalsimulatoren



IZT entwickelte und lieferte zwei breitbandige Satelliten-simulatoren für den amerika-

nischen Satellitenhersteller Space Systems/Loral (SSL). Ein Endkunde von SSL setzt die IZT-

Satellitenkanalsimulatoren ein, um die Leistung des Gesamtsystems zu testen.

SSL entwickelt zwei Kommunikationssatelliten mit hohem Datendurchsatz sowie ein komplementäres Bodensystem zur Satellitensteuerung und Bahnverfolgung (TT&C - Telemetry, Tracking & Command). Mit diesen Satelliten soll ein High-speed-Breitbanddienst in abgelegenen Gebieten bereit gestellt werden. IZT wurde damit beauftragt, zwei Satellitenkanalsimulatoren zu entwickeln, um vor Implementierung des Systems die Effekte von Uplink, Payload und Downlink auf das Signal zu testen.

Die Satellitenkanalsimulatoren von IZT bieten eine kosteneffiziente und zeitsparende Methode, um die komplette bidirektionale Satellitenübertragungsstrecke zu simulieren, ohne dass der tatsächliche Satellit vor Ort verfügbar ist. Komplexe Betriebsszenarien zum Test von Send- und Empfangsgeräten, Satellitentelefonen und Satelliten können so kosteneffizient nachgebildet werden. Auswirkungen durch Modifikationen am Übertragungsverfahren, dem Satelliten oder der Endgeräte können

vor Umsetzung mit dem IZT-Satellitenkanalsimulator nachgebildet werden. Während der Betriebsdauer der Satelliten kann der SCE dazu benutzt werden, Effekte und Probleme nachzustellen und zu analysieren.

Viele Parameter

Durch eine optimierte und skalierbare Signalverarbeitung des Satellitenkanalsimulators können umfangreiche Signaleinflüsse von Satelliten, wie Nichtlinearität, IMUX- und OMUX Filter, Phasenrauschen, Interferenzen, Verstärkungen und Dämpfungen sowie Dopplereffekte, simuliert werden. Außerdem können Einflüsse, wie Interferenzen, Regen, atmosphärische Störungen oder thermisches Rauschen und deren Auswirkungen auf die Übertragungsstrecke, nachgebildet werden.

Der Satellitenkanalsimulator von IZT stellt HF-Schnittstellen für mehr als 300 VSATs (Very Small Aperture Terminals) zur Verfügung und ermöglicht die gleichzeitige Validierung von FDMA- und TDMA-Systemen.

■ *Innovationszentrum für Telekommunikationstechnik GmbH IZT*
sales2014@izt-labs.de

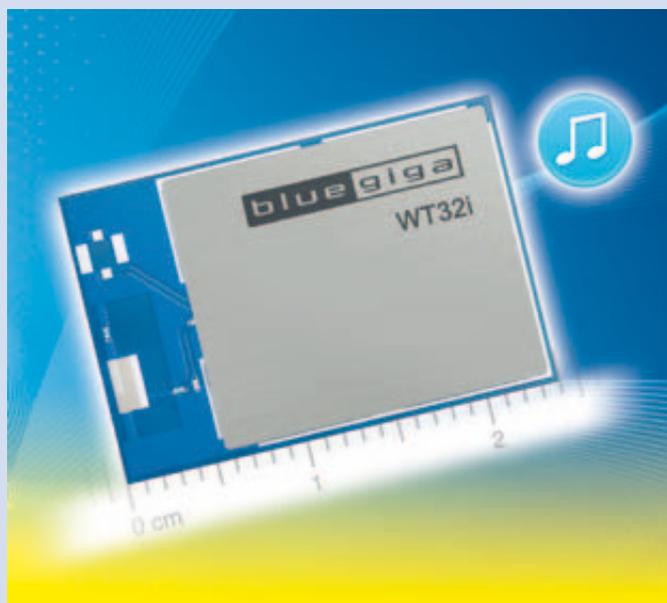
Neues Bluetooth-Stereo-Modul

Das neue WT32i-Modul von Bluegiga (Vertrieb: HY-Line Communication Products) ist bestens für Bluetooth-Audio-Stereo-Applikationen geeignet und unterstützt die Bluetooth-Spezifikation 3.0. Die nötigen Profile A2DP, AVRCP, HFP Version 1.6, HSP, PBAP und MAP für Audio-Stereo-Anwendungen sind bereits implementiert. Zur Datenübertragung stehen zusätzlich die Profile SPP und iAP zur Verfügung.

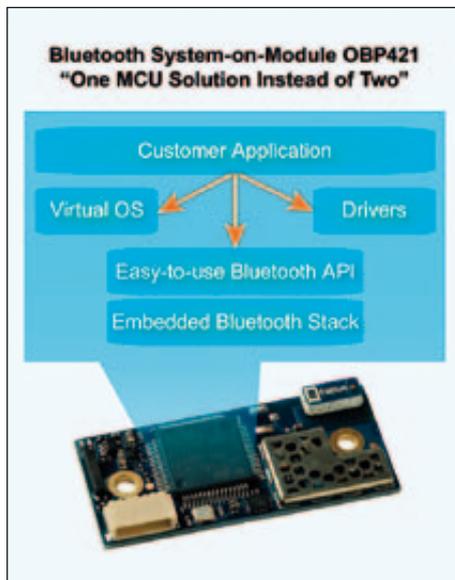
Die sehr gute HF Performance von 6,5 dBm (Tx) und -90 dBm (Rx) sowie ein Link Budget von 96,5 dB zeichnen das

WT32i aus. Das WT32i besitzt einen integrierten 16-Bit-Stereo-Codec, verfügt über digitale I2S- und SPDIF-Schnittstellen und hat einen Mikrofoneingang mit internen BIAS. Es unterstützt SBC, mSBC, aptX und AAC Software Codec. Ein DSP und die neue iWRAP-6-Firmware-Befehlschnittstelle von Bluegiga mit Sink&Source-Funktionalität ist ebenfalls integriert.

■ *HY-Line Communication Products*
www.hy-line.de/
communication



Neue Lösungen für Bluetooth Dual-Mode



Die Firma connectBlue gab die Einführung des SOM (System-on-Module) OBP421 bekannt. Es handelt sich um ein Bluetooth-Dual-Mode-Modul (Bluetooth Smart Ready). Das SOM OBP421 ist ein kompaktes und komplett individuell anpassbares Modul, das besonders geeignet ist für Anwendungen in den Bereichen Industrie, Medizintechnik und „Internet der Dinge“, wo Bluetooth Dual-Mode-Fähigkeit, kurze Produkteinführungszeiten und Kosteneffizienz ausschlaggebend sind.

Mit dem SOM OBP421 ist es möglich, alle Systemressourcen in einer einzigen kompakten Lösung komplett zu bieten. Da das OBP421 fähig zu Bluetooth Smart Ready ist, können echte Embedded-Anwendungen in C erstellt, kompiliert und verbunden werden, um auf angeschlossene Bluetooth-Smart-Sensoren mit GATT (Generic Attribute Profile) zugreifen zu können. Beispiele für kundenspezifische integrierte Anwendungssoftware, die in C geschrieben wurde, sind Protokollumwandlung, Datenerfassung, Skalierung und Filterung von digitalen und analogen E/A-Signalen, HMI-Funktionalität, CAN-Bus Konnektivität und intelligente Sensorkonnektivität.

Das OBP421 basiert auf dem standardmäßigen Bluetooth Serial Port Module OBS421, das sich im Einsatz bei anspruchsvollen Anwendungen bereits bestens bewährt hat. Vor kurzem wurde das OBS421 mit einer noch leistungsstärkeren Mikrocontroller-Einheit (MCU) ausgestattet, was die Grundlage für die Einführung des OBP421 legte. Dieser ARM-Cortex-M3-32-Bit RISC Core läuft mit einer Frequenz von 72 MHz mit Highspeed-Embedded-Speicher, Flash-

Speichern bis zu 384 kB und SRAM bis zu 64 kB. Der Mikrocontroller bietet eine breite Palette an E/A-Möglichkeiten, Peripheriegeräten, 12-Bit ADCs, universellen 16-Bit Timers, PWM Timers sowie standardmäßigen als auch hochentwickelten Kommunikationsschnittstellen wie I2C, SPI, USART und CAN.

Leistungsstarker Mikrocontroller

Aufgrund des leistungsstarken Mikrocontrollers kann das Modul OBP421 sogar als kompletter Ersatz für eine Host CPU genutzt werden. So erhalten die Kunden ein kompaktes Systemdesign auf einer bewährten Hardware mit voller Anwendungsflexibilität, wobei sich Produkteinführungszeiten beträchtlich verringern und die Kosteneffizienz verbessern lassen.

Kunden, die bereits das Bluetooth Serial Port Module OBS421 gekauft haben, können die Bluetooth-SOM-OBP421-Funktionalität durch Kauf eines Starter Kits für die Implementierung der Anwendungssoftware und Unterzeichnen einer lizenzfreien Software-Lizenzvereinbarung erwerben.

Das Bluetooth Dual-Mode SOM OBP421 ist ein Bluetooth-v4.0-Modul mit 300 m Funkreichweite, GATT-Unterstützung für Bluetooth Smart, Android- sowie iOS-Unterstützung (nur Bluetooth Low-Energy). Jedes Modul wird bei der Herstellung einzeln getestet, und das OBP421 erfüllt die Funkvorschriften für die USA (FCC Part 15), Europa (ETSI R&TTE), Japan (MIC) und Kanada (IC RSS). Das OBP421 genügt auch den Standards für EMV, Sicherheit sowie medizinischen Normen und dem Bluetooth-Qualifizierungsprogramm. Darüber hinaus ist in das Modul ein Bluetooth-Dual-Mode-Stack (SPP, DUN-Profil und connectBlue Low-Energy Serial Port Service) integriert und funktioniert in einem Temperaturbereich von -30 bis +85 °C.

Aufgrund des leistungsstarken Mikrocontrollers erübrigt sich die Notwendigkeit für doppelte MCUs. Das OBP421 bietet also ein kompakteres Design als ein herkömmliches System, wo die Kundenanwendung getrennt vom Wireless-Module ist. Diese Eigenschaft ist besonders nützlich bei Anwendungen mit Einschränkungen besonders im Platzbedarf, wo Bluetooth Dual-Mode-Fähigkeit, kurze Produkteinführungszeiten und Kosteneffizienz wichtig sind.

■ connectBlue AB
www.connectblue.com



Mobilfunk



Mechanik
Präzisionsfrästeile & Gehäuse



Schalten & Verteilen
von HF-Signalen



HF-Komponenten



Distribution von IMS
Connector Systems

Mikrowellenradio-Chipset deckt die Bänder von 6 - 42 GHz ab

Die mobilen Geräte von heute liefern mehr Kommunikationsleistung als jemals vor. Die neuesten Smartphones nutzen etwa 30 mal mehr Daten als die cellphones, die sie ersetzen, was bedeutet, dass die Nachfrage nach mobilen Daten sich jedes Jahr verdoppelt.

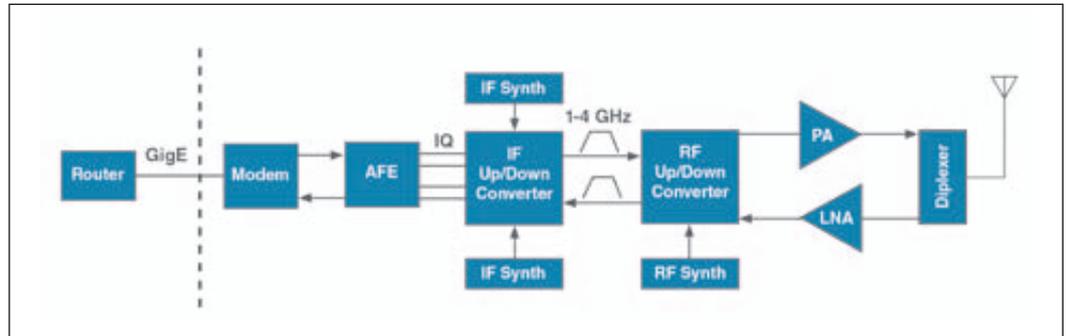


Bild 1: ODU-Blockdiagramm

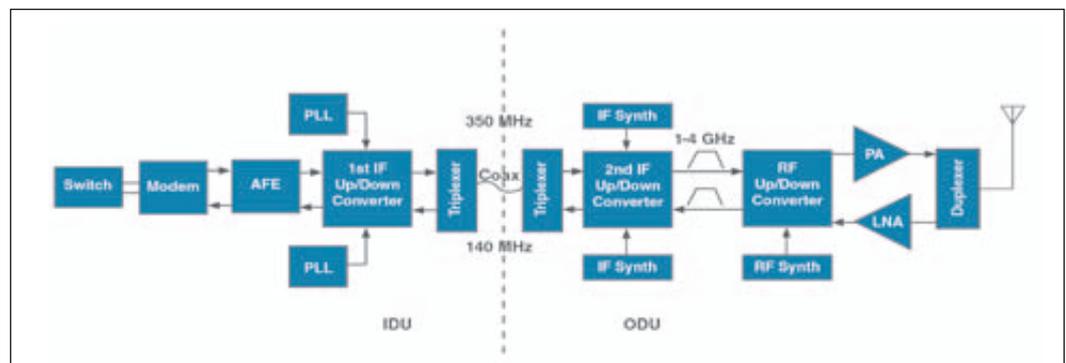


Bild 2: Geteilte Montage von IDU und ODU

Industrieanalysten sagen voraus, dass sich der mobile Datenverkehr bis 2015 vervierfachen wird, da die Zahl der mobilen Nutzer und die Verwendung von Multimedia-Anwendungen ständig weiter ansteigt. Als Ergebnis werden die Zellgrößen schrumpfen, Mikrowellen-Backhaul-Netze werden dichter, neue Basisstandorte werden kleiner, feststehende Standorte werden dichter belegt.

Vollständig im Freien untergebrachte Mikrowellen-Radios (oder FODUs) werden mehr und mehr eingesetzt, weil der Platz für Indoor-Geräte (IDUs) immer knapper wird und die Kosten für die Erweiterung eines Standortes mit größeren Geräteschutzräumen oft zu hoch sind oder aber die Erweiterung am Basisstations-Standort nicht möglich ist. (Bild 1). Als Ergebnis werden mehr Endgeräte für den Einsatz im Freien, auf Traggestellen, an Masten, Türmen

oder Wänden verpackt. Mikrowellenradios im Freien sind sich abgeschlossene, selbständige Systeme, welche die Verkehrsschnittstellen integrieren, Schalt- und Multiplexing-Elemente, sowie Radiomodems und Sendeempfänger enthalten, alle verpackt in einem wetterfesten Außengehäuse. Vollständige ODUs machen auch die Verkabelung überflüssig und vermeiden die sonst unvermeidlichen Kabelverluste. Hittites hoch integrierte ZF-Sender-, Empfänger- sowie Basisband-Modem-Chips ermöglichen dem Designer den Aufbau eines weniger komplexen Gerätes mit geringerem Platzbedarf.

Im Gegensatz dazu enthält die Außeneinheit (ODU) in konventionellen, geteilt montierten Systemen nur das Mikrowellengerät, das über ein Koaxialkabel mit einem Radio-Modem in der Indoor-Einheit (IDU) verbunden ist (Bild 2). In einem geteilt

aufgebauten Radio-System, enthält die IDU auch die Verkehrs-Interfaces und die Schalt- und Multiplexing-Elemente.

Als Reaktion auf diese Entwicklung hat Hittite Microwave eine Serie von Mikrowellenradio-IC-Chipsets entwickelt, die nicht nur den Frequenzbereich von 6 bis 42 GHz abdecken, sondern auch die Abmessungen, Komplexität, Produktionskosten und den Leistungsbedarf von Mikrowellenradios deutlich senken. Die Chipsets ermöglichen vollständige Up- und Downconversion-Lösungen, die dafür entwickelt wurden, den Bedarf nach höherer Bandbreite und kürzerer Time-to-market in geteilten ODUs zu erfüllen, aber in gleicher Weise auch in vollständig im Freien angebrachten Einheiten (FODUS) eingesetzt werden können. Die Chipset-Lösungen vereinfachen die Produktion, den Einsatz, und das Lager-Management, denn da die Chip-

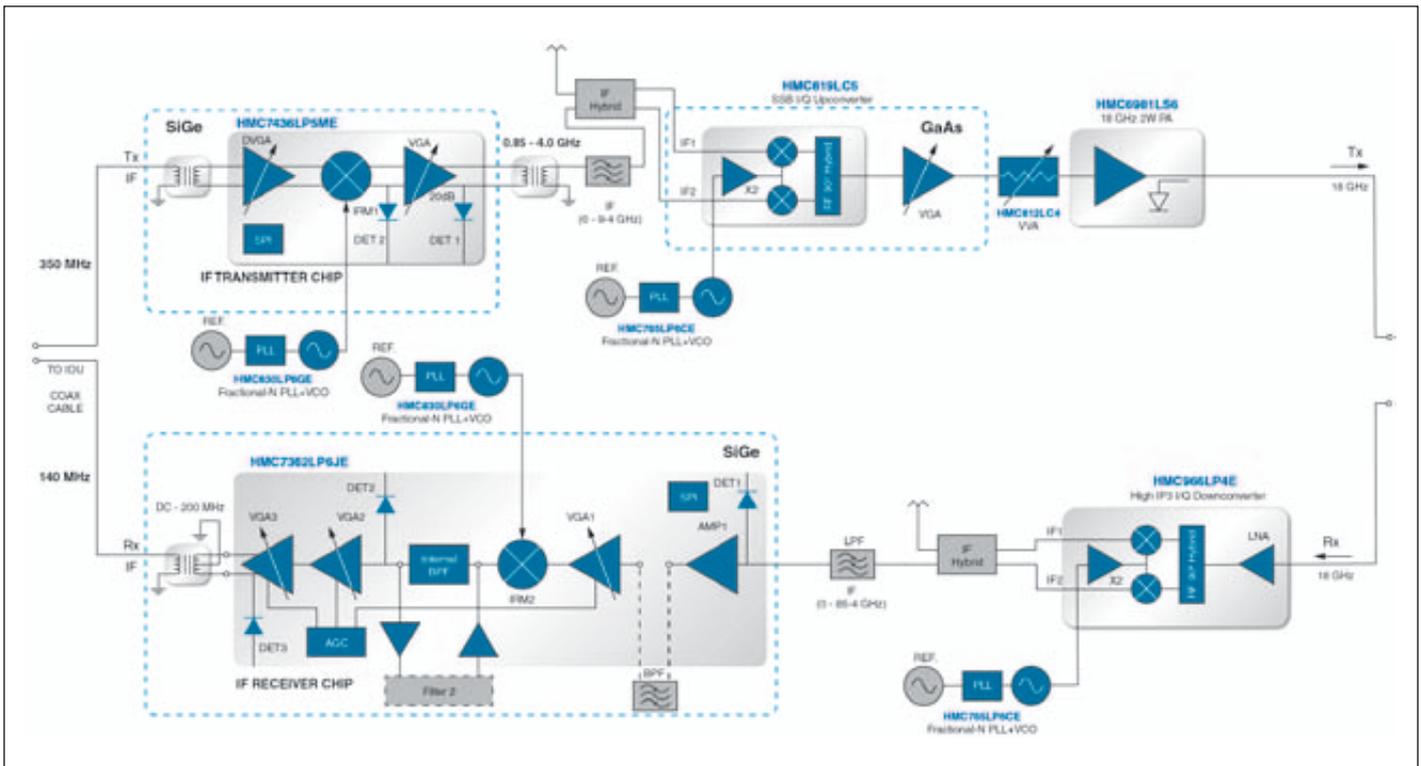


Bild 3: Komplettes Referenzdesign mit einem 18-GHz-/Sender/Empfänger-Chipset

sets hoch integriert sind werden auch nur wenige individuelle ICs benötigt. Hittites neue Chipsets unterstützen auch Modulation höherer Ordnung und stellen Kanäle von 7 bis 112 MHz für bis zu 4096-QAM-Modulation zur Verfügung und sorgen damit für eine deutliche Steigerung der Nutzung des Frequenzspektrums und der Kapazität.

Das funktionelle Diagramm in Bild 3 ist ein Beispiel dafür, wie Hittites Up- und Down-Conversion-Chipsets zur Realisierung eines Mikrowellenradios für das lizenzierte 18-GHz-Punkt-zu-Punkt-Band (17,7 – 19,7 GHz) eingesetzt werden können. Das 18-GHz-Chipset-Referenzdesign wandelt die 350-MHz-ZF von der IDU in ein 18-GHz-Sendesignal an der Antenne um.

Im Kern des Sender-Chipsets befindet sich der hoch integrierte ZF-Sender HMC7436LP5ME. Er ist für hochlinearen Betrieb konzipiert und unterstützt Modulationsraten bis 4096 QAM. Er ist in einem standardmäßigen, 32-poligen 5 x 5 mm QFN-Gehäuse untergebracht.

Der ZF-Senderchip HMC7436LP5ME, siehe Bild 5, verwendet das Standard-ZF-Signal von 300 bis 400 MHz und konvertiert es in ein unsymmetrisches 0,85 bis 4-GHz-Signal an seinem Ausgang. Der Eingangsspegel des ZF-Signals kann zwischen -28 dBm und +3 dBm liegen. Um Verluste des Eingangskabels auszugleichen bietet der HMC7436LP5ME eine Verstärkungseinstellung von 32 dB in 1-dB-Schritten, während ein analoger VGA das Sender-Ausgangssignal im Bereich von -20 bis 0 dBm kontrolliert.

Der HMC7436LP5ME enthält auch drei integrierte Leistungsdetektoren:

- einen Square-law-Detektor hinter dem DVGA dient zur Einstellung der in den Mischer eingespeisten Leistung
- einen Hüllkurvendetektor nach dem Mischer zur Kalibrierung
- einen logarithmischen Detektor zur Feineinstellung der Ausgangsleistung mit dem analogen VGA.

Analoge Basisband-IQ-Interfaces sind auch vorgesehen,

um Full-ODU-Konfigurationen zu unterstützen. In dieser Basisband-Konfiguration enthält der HMC7436LP5ME vier integrierte und konfigurierbare Tiefpass-Rekonstruktions-Filter, welche die Kanalbandbreiten 14, 28, 56 und 112 mit Band-

breitenkalibrierung abdecken. Der ZF-Senderchip wird über ein Dreidraht-SPI-Interface konfiguriert. Das LO-Signal für den Empfänger-Chip kann vom Breitband-Fraktional-Synthesizer des HMC830LP6GE übernommen werden, der den

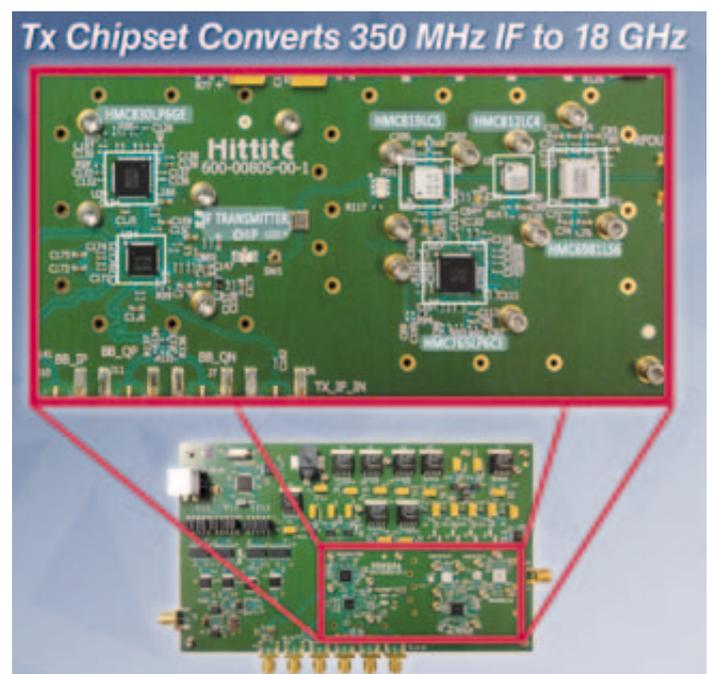


Bild 4: Das 18-GHz-Sender-Chipset-Referenzdesign

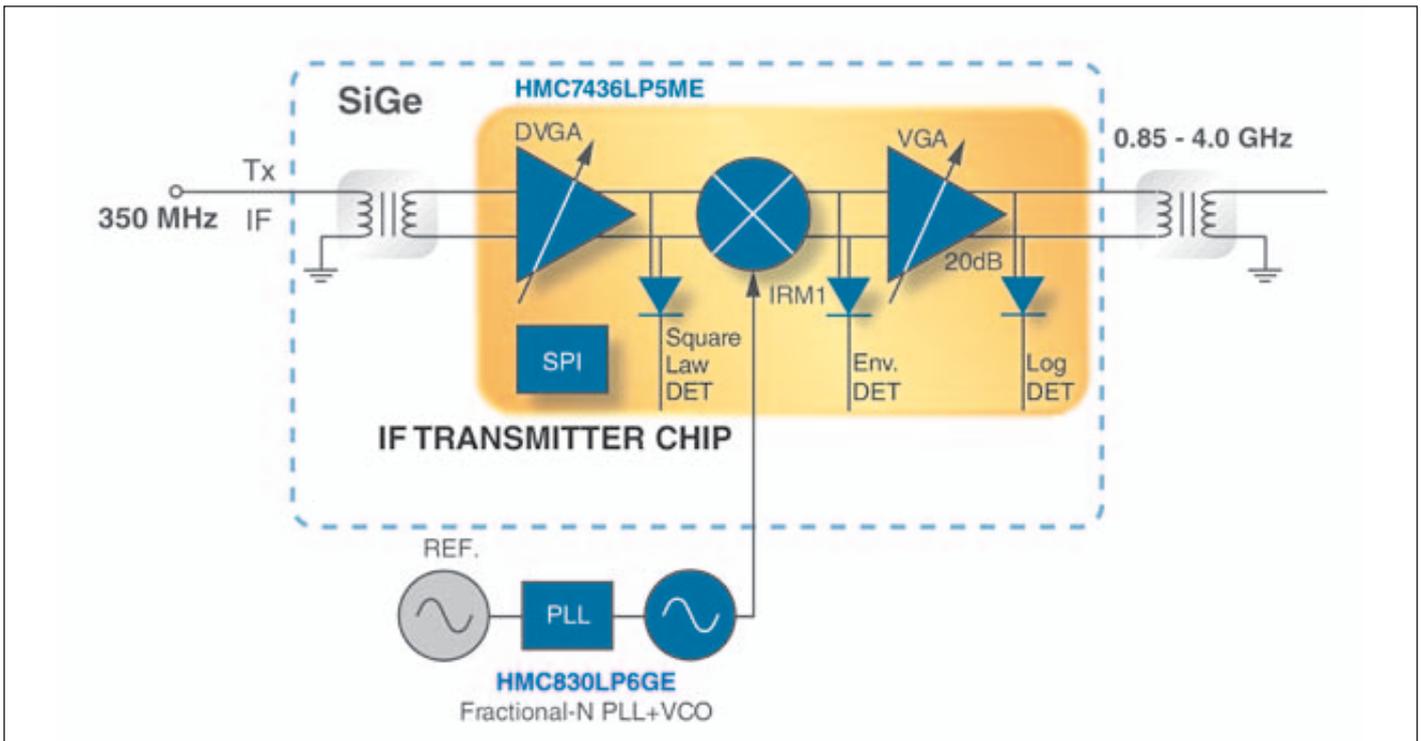


Bild 5: Das Blockdiagramm des ZF-Senderchips HMC7436LP5ME

Bereich von 25 bis 3000 MHz abdeckt, oder vom HMC833LP6GE, der bis 6 GHz reicht.

Der HMC819LC5 in der Senderkette ist ein subharmonisch gepumpter I/Q-Sender, der einen Frequenzverdoppler im LO-Pfad sowie ein Paar doppelt balancierter Mischerzellen und einen unsymmetrischen Treiber-Aus-

gangsverstärker enthält. Dieser hochlineare I/Q-Sender ist für Mikrowellenfrequenzen von 17,7 bis 23,6 GHz vorgesehen und liefert 15 dB Mischverstärkung bei 35 dB Seitenbandunterdrückung. Dem Upconverter folgt das spannungsvariable Dämpfungsglied HMC812LC4, das verwendet wird, um die

Ausgangsleistung der Senderkette einzustellen. Es ist von 5 bis 30 GHz einsetzbar und bietet einen kontinuierlich einstellbaren Dämpfungsbereich von 0 bis 30 dB. Die Implementierung des VVA in diesem Abschnitt ermöglicht es dem Funkgerät, seine Ausgangsleistung dynamisch einzustellen, abhängig von den jeweiligen Umgebungsbedingungen. Der auf den VVA folgende Leistungsverstärker HMC6981LS6 liefert 2 W Ausgangsleistung.

Der hochlineare Mikrowellen-Leistungsverstärker deckt den Frequenzbereich von 15 bis 20 GHz ab und zeichnet sich durch folgende Daten aus:

- Verstärkung: 26 dB
- P1 dB: +33,5 dB
- OIP3: 43,5 dB

Der Verstärker enthält einen temperaturkompensierten Leistungs-Detektor, der in einer geschlossenen Regelschleife dazu verwendet werden kann, konstante Leistung auch bei Temperaturschwankungen zu liefern. Das LO-Signal für den Upconverter wird vom HMC765LP6CE geliefert, einem Fraktional-PLL/

VCO, der den Bereich von 7,8 bis 8,8 GHz mit einem Rauschen von -101 dBc/Hz bei geschlossenem Regelkreis abdeckt.

Das 18-GHz-Empfänger-Chipset-Referenzdesign konvertiert 18-GHz-Signale von der Antenne herunter zu einer 140-MHz-ZF, die über Koaxialkabel zurück zur IDU geleitet wird. Im Empfängerbereich des HMC966LP4E (siehe Bild 6) befindet sich ein subharmonisch gepumpter Low-Noise-Downconverter (LNC), der für Eingangsfrequenzen von 17 bis 20 GHz ausgelegt ist. Er ist mit einem Frequenzverdoppler im LO-Pfad und zwei doppelt balancierten Mischerzellen ausgestattet. Der HMC966LP4E akzeptiert ein subharmonisches LO-Eingangssignal zwischen 7,5 und 11,75 GHz, unterstützt Zwischenfrequenzen von DC bis 3,5 GHz und erreicht eine Spiegelfrequenzunterdrückung von 40 dBc sowie eine niedrige Rauschzahl von 2,5 dB.

Dem LNC folgt der hoch integrierte ZF-Empfänger-Chip HMC7362LP6JE, der das heruntergemischte Signal auf eine

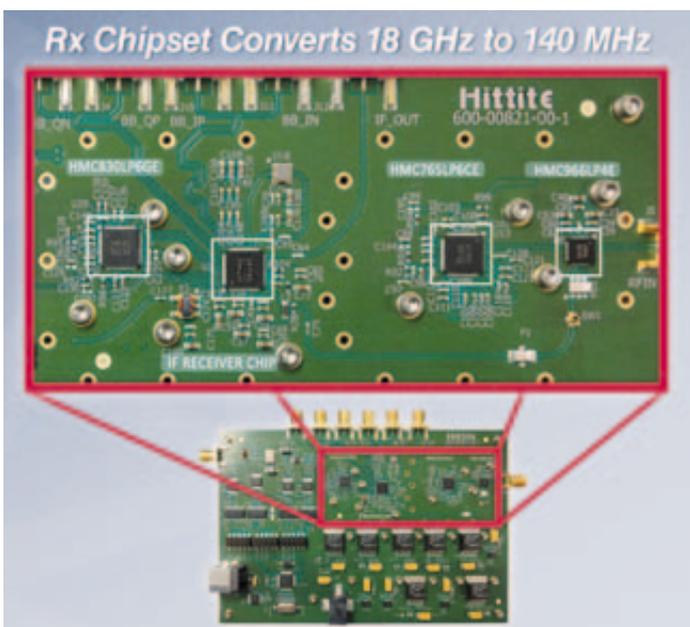


Bild 6: Das 18-GHz-Chipset-Referenzdesign

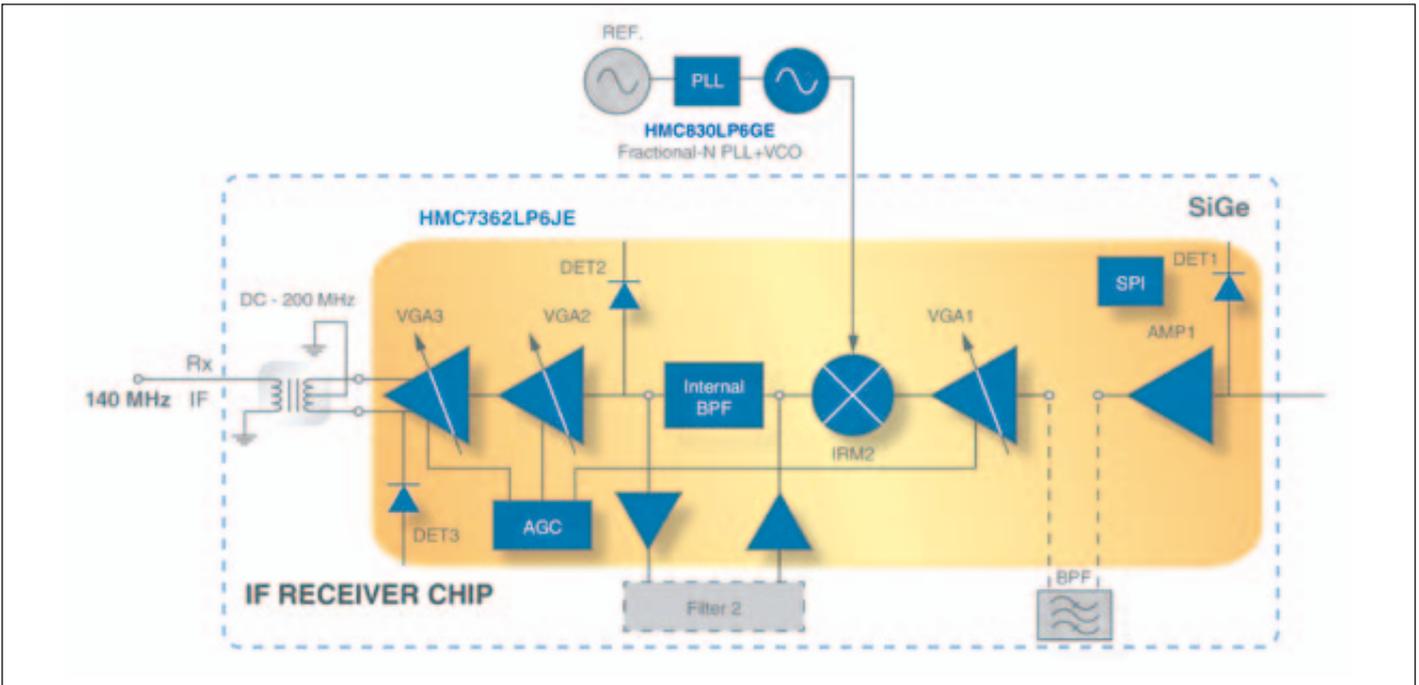


Bild 7: Blockdiagramm des ZF-Empfängerchips HMC7362LP6JE

ZF von 140 MHz umsetzt, die zurück zur IDU geführt wird.

Wie Bild 7 zeigt, enthält der Empfänger drei VGAs, die 80 dB analoge Verstärkungsregelung ermöglichen, außerdem drei Leistungsdetektoren, einen programmierbaren AGC-Block sowie wählbare, integrierte Bandpassfilter (14, 28, 56 MHz Bandbreite). Diese Filter können auch umgangen werden, um eine Filterung außerhalb des Chips für andere anwenderdefinierte Bandbreiten zu ermöglichen.

Der HMC7362LP6JE-ZF-Empfängerchip wurde für hochlinearen Betrieb ausgelegt und unterstützt Modulationsarten bis zu 4096 QAM sowie Bandbreiten bis zu 112 MHz. Er hat einen HF-Eingangsbereich von 0,8 bis 4 GHz und ist in einem kompakten, 40-poligen 6x6-mm-Standard-QFN-Gehäuse untergebracht.

Der HMC7362LP6JE unterstützt auch Basisband-I/Q-Interfaces hinter dem Mischer, so dass die Chips in der ganzen ODU-

Konfiguration eingesetzt werden können.

Für alle anderen Mikrowellenbänder können Entwickler Chipsets auswählen, um alle lizenzierten Mikrowellenbänder von 6 bis 42 GHz zu erfassen. Die in Tabelle 1 aufgeführten Bauteile stellen eine kleine Auswahl der von Hittite für Mikrowellen-Funkanwendungen erhältlichen Komponenten dar.

Die ZF-Sender- und Empfänger-Chips HMC7436LP5ME und HMC7362LP6JE unterstützen

alle standardmäßigen Mikrowellenbänder von 6 bis 42 GHz.

18-GHz-Punkt-zu-Punkt 1024-QAM-Verbindungs-demonstration

Um die Leistung der Tx- und Rx-Chipsets zu validieren, wurde eine 18-GHz-Punkt-zu-Punkt-Mikrowellenverbindung eingerichtet. Hittite-Microwave Corp. und Xilinx arbeiteten zusammen, um den Demonstrationsaufbau in Bild 8A zu entwickeln. Der Demonstrationsaufbau

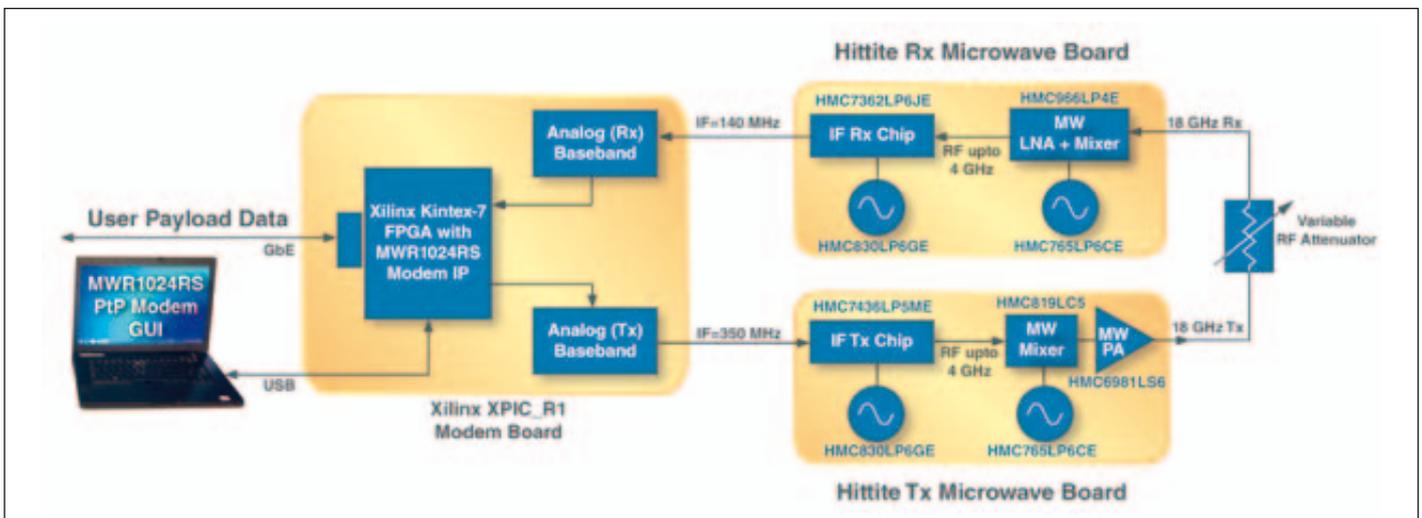


Bild 8a: Mikrowellenlink-Demonstrationsanordnung für 18 GHz

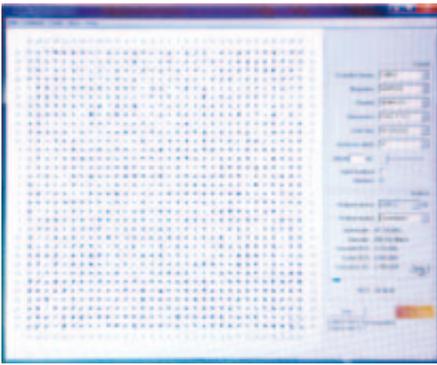


Bild 8 B: Detaillierte Konstellationsansicht für 1024 QAM

onsplattform stützt sich auf das Xilinx MWR1024RS PtP Modem-GUI um die Boards zu kontrollieren und die empfangene Signal-Konstellationsansicht sowie Key-Link-Statistiken

(siehe Bild 8) darzustellen. Weitere Informationen zum MWR1024RS finden sich bei Xilinx.

Der Hittite-Synthesizer und die ZF-Chips wurden über einen Dreidraht-SPI-Port auf eine Frequenz von 1740 MHz für den Sender und 1840 MHz für den Empfänger programmiert, während bei den RX-ZF-Chips die Kanalbandbreite, Verstärkung und der Schnittstellentyp programmiert wurden.

Das Tx-Modem wurde für die Übertragung eines 1024-QAM-Signals in einem 30-MHz-Kanal konfiguriert. Die Verstärkung der Sender-Chips wurde so ein-

gestellt, dass eine Ausgangsleistung von +20 dBm erzielt wurde. Ein variables HF-Dämpfungsglied wurde zwischen Senderausgang und Empfängereingang gelegt, um die Streckendämpfung zu simulieren, die auf einem realen Verbindungspfad auftreten würde. Wenn das Dämpfungsglied verändert wurde, hielt die AGC das richtige ZF-Ausgangssignal zum Modem ein, um eine optimale Link-Performance zu erreichen.

Das Modem konnte einen BER-Wert (Bitfehlerrate) von besser als $10E-9$ über einen breiten Bereich von Dämpfungseinstellungen messen. Das digitale Modem kann sogar noch schwächere Signale demodulieren, da es Modulationsordnungen bis zu QPSK unterstützt, was sehr schnell eingestellt werden kann.

Zusammenfassung

Die ZF-Sender- und Empfänger-Chips HMC7436LP5ME und HMC7362LP6JE bieten einen sehr hohen Level von Integrationsupport, unterstützen alle Standard-Mikrowellenbänder

von 6 bis 42 GHz und bilden den Kern eines Hochleistungs-Mikrowellenradio-Chipsets.

Hittite-Microwave und Xilinx haben ein vollständiges Modem mit 1024-QAM-Modulation in einem 30-MHz-Kanal über eine 18-GHz-Mikrowellenverbindung erfolgreich demonstriert. Die BER des vollständigen Modems war besser als $10E-9$ über einen breiten Dämpfungsbereich. Die ZF-Sender und -Empfänger-Chips unterstützen auch 2048 und 4096 QAM.

Weitere Informationen für Designer

Weitere Informationen können Designer direkt von Hittite-Microwave erhalten. Für Produktanfragen bzgl. der ZF-Sender und Empfänger-Chips oder nach mehr Informationen über die 18-GHz-Chipset-Referenz kontaktieren Sie bitte trxr@hittite.com. Alle freigegebenen Datenblätter sind bei www.hittite.com verfügbar. Weitere Informationen über Xilinx-Lösungen finden Sie auf www.xilinx.com. ◀

Hittite Transceiver Chipsets for Standard Microwave Radio Bands							
	7/8 GHz 7.1-8.5 GHz	11 GHz 10.7-11.7 GHz	13/15 GHz 12.7-15.35 GHz	18/23 GHz 17.7-23.6 GHz	26 GHz 24.5-26.5 GHz	28/32 GHz 27.5-33.4 GHz	38/43 GHz 37-43.5 GHz
IF Transceivers-Tx Section	HMC7436LP5ME	HMC7436LP5ME	HMC7436LP5ME	HMC7436LP5ME	HMC7436LP5ME	HMC7436LP5ME	HMC7436LP5ME
I/Q Upconverters/Transmitters	HMC925LC5	HMC924LC5	HMC709LC5	HMC710LC5 HMC819LC5	HMC815LC5	HMC1042LC4	HMC6787ALC5A HMC6146BLC5A
VGAs and VGAs	HMC996LP4E HMC712LP3CE	HMC996LP4E HMC712LP3CE	HMC894LP4E HMC712LP3CE HMC812LC4	HMC997LC4 HMC812LC4	HMC997LC4 HMC812LC4	HMC985LP4KE	HMC985
Driver Amplifiers	HMC441LP3 HMC451LC3	HMC441LP3 HMC451LC3	HMC490LP5E HMC451LC3	HMC757LP4E HMC498LC4 HMC504LC4B	HMC863LP4E HMC504LC4B	HMC499LC4 HMC566LP4E	HMC1016 HMC-ALH310
Power Amplifiers	HMC591LP5E HMC486LP5E	HMC952LP5GE HMC592	HMC995LP5GE HMC949 HMC950 HMC965LP5E	HMC756 HMC757LP4E HMC6981LS6	HMC943LP5E HMC863LP4E	HMC943LP5E HMC906	HMC1016 HMC969
IF Transceivers-Rx Section	HMC7362LP6JE	HMC7362LP6JE	HMC7362LP6JE	HMC7362LP6JE	HMC7362LP6JE	HMC7362LP6JE	HMC7362LP6JE
Low Noise Amplifiers	HMC903LP3E HMC902LP3E	HMC903LP3E HMC963LC4	HMC903LP3E HMC963LC4	HMC751LC4 HMC963LC4	HMC752LC4 HMC962LC5	HMC519LC4 HMC566LP4E	HMC1040LP3CE HMC-ALH376
I/Q Downconverters/Receivers	HMC951LP4E	HMC908LC5	HMC869LC5	HMC967LP4E HMC966LP4E	HMC977LP4E	HMC1065LP4E	HMC6147ALC5A
PLL w/ Integrated VCO *requires x2 or x4	HMC764LP6CE	HMC778LP6CE	HMC807LP6CE HMC765LP6CE*	HMC778LP6CE* HMC765LP6CE*	HMC783LP6CE*	HMC764LP6CE*	HMC769LP6CE*
Wideband IF PLL w/ Integrated VCO	HMC830LP6GE HMC833LP6GE	HMC830LP6GE HMC833LP6GE	HMC830LP6GE HMC833LP6GE	HMC830LP6GE HMC833LP6GE	HMC830LP6GE HMC833LP6GE	HMC830LP6GE HMC833LP6GE	HMC830LP6GE HMC833LP6GE

Tabelle 1: Hittites Mikrowellenchipset-Programm für 6 bis 42 GHz

Schirmbox für ergonomisches Arbeiten



Die MTS Systemtechnik GmbH hat eine neue Schirmbox entwickelt, die dem Anwender ein ergonomisches Arbeiten ermöglicht. Da der Deckel mit einer Hand von vorne geöffnet wird, kann der Prüfer elektronische Geräte sowie Mobiltelefone, Netbooks, Notebooks, Testboards usw. im Sitzen testen und vermessen.

Frequenzbereich

Das Modell MSB-0100 ist für den Frequenzbereich 500 MHz bis 4 GHz (GSM, UMTS, LTE, DECT, ZigBee, Bluetooth, WLAN etc.) geeignet und schirmt elektromagnetische Störeinstrahlungen aus der Umwelt ab. Die kompakte, bewegliche Box ist mit zwei Tragegriffen und einem Universal-Handyhalter versehen.

Lieferumfang

Im Lieferumfang ist eine Abdeckung mit geschirmtem Sichtfeld enthalten. Dadurch

kann der Prüfling von außen bedient werden, ohne dass der Deckel geöffnet werden muss.

Schnittstellen

Als Schnittstellen stehen 2x Antenne (N-Buchsen), 2x 9pol. SUB-D (RS232), 2x USB 3.0, 2x Bananenbuchsen (Spannungsversorgung) und eine Netzsteckdose zur Verfügung. Die Außenabmessungen betragen 418x268x163 mm (LxBxH).

Schirmboxen mit anderen Maßen und Schnittstellen können nach Kundenwunsch gefertigt werden. Außerdem werden auf Anfrage Absorbermatten, Ferritabsorber, Infrarotfenster, Lüftung, Vorhängeschlossbefestigung usw. integriert. Als Zubehör bietet MTS auch Messkabel, diverse Antennen, eingebauten Bedienstift am Sichtfeld oder Beleuchtung an.

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

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 25 Jahre Erfahrung, qualifizierte Beratung und applikative Unterstützung unserer Kunden sowie namhafte Kooperationspartner sind die Bausteine für unseren Erfolg.



Zeichnungsteile
mittels Schneidplotter



Stanzteilherstellung
mittels Hochleistungsstanz



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**

Hochpassfilter mit 825 MHz Eckfrequenz

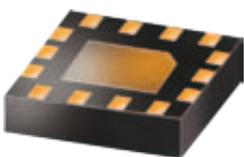


Der SMT-Hochpass-Baustein THP-825+ von Mini-Circuits ist ein keramischer Resonator im Gehäuse der Größe 0,25x0,25x0,1 inch. Der Nennfrequenzbereich endet bei 4 GHz, die Impedanz ist 50 Ohm. Das Bauteil kann aufgrund seiner geringen Gehäuseabmessungen und seiner guten Eigenschaften, wie einer kleinen Einfügedämpfung, vielseitig in den Bereichen drahtgebundene Breitbandtechnik, Glasfasernetze, Sender/Empfänger oder Labor (Rauschoptimierung) eingesetzt werden. Die Durchlasskurve zeichnet sich durch einen Rejection Loss im Stopband bis 475 MHz von mindestens 20 dB und typisch 30 dB aus. Die Einfügedämpfung im Passband ist typisch 0,6 dB und maximal 2 dB. Die Reproduzierbarkeit der Daten und die Temperaturstabilität sind hoch.

Weitere technische Daten

- Arbeitstemperaturbereich -40 bis +85 °C
- Lagertemperaturbereich -55 bis +100 °C
- SWR im Durchlassbereich typ. 1,3, max. 1,92
- SWR im Stopband bis 475 MHz typ. 20
- Eingangsleistung max. 500 mW

HF-Schalter für mittlere Leistungen



Der HF-Schalter JSW6-33DR+ von Mini-Circuits ist für 50 Ohm Anschlussimpedanz und den Frequenzbereich 0,01...2,7 GHz ausgelegt. Er benötigt eine einfache Versorgungsspannung zwischen 2,5 und 4,8 V. Die Strom-

aufnahme beträgt typisch 40 µA. Schalten kann der JSW6-33DR+ mittlere Leistungen (maximal 35 dBm bei 1 dB Kompression). Dabei beträgt die Durchlassdämpfung typisch 0,6 dB bei 1 GHz.

Das Bauteil wurde als sechspoliger Umschalter (SP6T) mit einem Silicon-on-Isolator-Prozess gefertigt. Im 2x2x0,55 mm³ messenden Gehäuse sind noch ein CMOS-Treiber und ein Inverter für die intern benötigte negative Betriebsspannung integriert. Der HF-Schalter findet Anwendung in CATV-Systemen, Satcom-Applikationen, automatischen Teststationen oder Telekommunikationseinrichtungen.

Weitere technische Daten:

- Arbeitstemperaturbereich -40 bis +85 °C
- Lagertemperaturbereich -55 bis +150 °C
- Eingangsleistung max. 5 W
- IP3 typ. 59 dBm bei 1 GHz
- Isolation typ. 37 dB bei 1 GHz
- 0,1-dB-Eingangskompression typ. 34,5 dBm
- Betriebsspannung max. 5 V
- Stromverbrauch typ. 40 µA
- Shutdown-Stromaufnahme typ. 5 µA

75-Ohm-Koaxialkabel für 3 GHz



Das flexible 75-Ohm-Koaxialkabel CBL-3NM-75+ von Mini-Circuits ist für Labor- und Testzwecke vorgesehen. Es wurde daher besonders robust konstruiert und hat Anschlüsse aus Stahl vom Typ N male. Das Kabel verbindet z.B. moderne Sub-Systeme in Testaufbauten, auch beim Feldeinsatz. Es ist ein kleiner Biegeradius möglich bei weitgehendem Erhalt der Impedanz. Dieses Kabel ist dreifach geschirmt. Die Länge beträgt 3 Fuß. Die Einfügedämpfung beträgt für 2...3 GHz typisch 0,7 dB und für 0,5...1 GHz typisch 0,41 dB. Der Return Loss wird

für 2...3 GHz mit typisch 24 dB und für 0,5...1 GHz mit typisch 30 dB angegeben. Auf 500 MHz können bis zu 338 W und auf 3 GHz bis zu 98 W durchgeleitet werden.

Weitere technische Daten

- Arbeitstemperaturbereich -55 bis +105 °C
- Lagertemperaturbereich -55 bis +105 °C
- Einfügedämpfung max. 0,55 (0,95) dB bei 0,5...1 (2...3) GHz
- Return Loss min. 26 (23) dB bei 0,5...1 (2...3) GHz

HF-Transformator für 0,7... 1 GHz



Der NCS4-102+ von Mini-Circuits ist ein HF-Trafo im keramischen Gehäuse. Es misst nur 0,079x0,049x0,033 inch. Seine J-Konfiguration mit vier identischen Wicklungen kann vielseitig eingesetzt werden, z.B. als Balun. Zwei Wicklungen sind intern in Reihe geschaltet und so zugänglich, während ein Anschluss der anderen beiden Wicklungen an Masse liegt.

Dieser kleine Balun kann zwischen 700 MHz und 1 GHz eingesetzt werden und bis zu 2 VA übertragen. Die Einfügedämpfung im gesamten Einsatzfrequenzbereich ist typisch 0,9 dB und maximal 1,3 dB.

Das ist dem LTCC-Konzept zu verdanken.

Der kleine Baustein findet Anwendungen beispielsweise in den Bereichen PCS, Breitband-Gegentaktverstärker, Zellularkommunikation oder Radar.

Weitere technische Daten

- Arbeitstemperaturbereich -40 bis +85 °C
- Lagertemperaturbereich -55 bis +100 °C
- Amplituden-Unbalance gegen Masse typ. 0,5 dB
- Phasen-Unbalance gegen Masse typ. 5°

Langlebige USB/Ethernet-Schaltmatrix



Mit der USB/Ethernet RF Switch Matrix RC-3SPDT-A18 hat Mini-Circuits ein Produkt vorgestellt, das 100 Millionen Schaltzyklen garantiert. Diese Matrix in 50-Ohm-Technik ist von DC bis 18 GHz einsetzbar, entweder für USB oder Ethernet-TCP/IP.

Die On-Dämpfung ist mit typisch 0,2 dB gering; die On/Off-Isolation beträgt typisch 85 dB. Die Umschaltzeit wird mit typisch 25 ms angegeben.

Das einfach zu handhabende elektromechanische Interface (Plug&Play mit Win, Mac oder Linux) lässt sich vielseitig z.B. in Labors einsetzen. Es benötigt 24 V DC zur Versorgung. Die Steuerung erfolgt über das mitgelieferte GUI-Programm oder wird speziell auf den User zugeschnitten (API).

Das metallene Gehäuse misst 5,5 x 6 x 2,25 Zoll/Inches und hat vier SMA-Anschlüsse für die HF-Signale, einen gemeinsamen SMA-Anschluss für die HF und eine Rundbuchse für das Netzteil. Dieses sowie Programm-CD und USB/Ethernet-Kabel werden mitgeliefert.

Weitere technische Daten

- Arbeitstemperaturbereich 0 bis 40 °C
- Lagertemperaturbereich -15 bis +45 °C
- RF-Leistung (Com-Port) max. 10 W
- On-Dämpfung DC...1 GHz (12...18 GHz) max. 0,2 (0,8) dB
- SWR DC...1 GHz (12...18 GHz) max. 1,1 (1,6)
- Isolation DC...1 GHz (12...18 GHz) min. 85 (60) dB

■ Mini Circuits
www.minicircuits.com

Gainblock mit herausragenden Eigenschaften

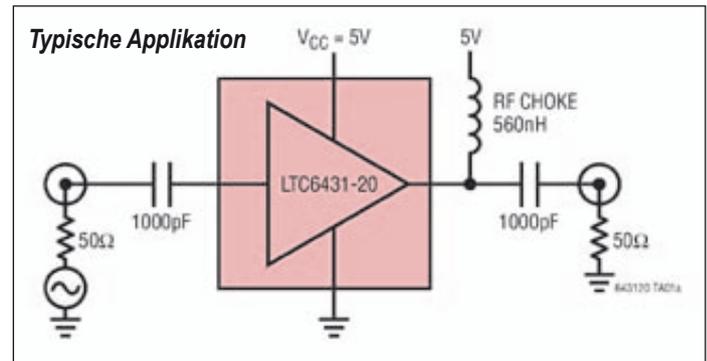


Linear Technology präsentiert den LTC6431-20, einen Verstärker für den Frequenzbereich von 20 MHz bis 2 GHz mit unsymmetrischen Ein- und Ausgängen und festem Verstärkungsfaktor, der sich durch einen ungewöhnlich hohen OIP3 (Output Third Order Intercept) von 46,2 dBm und ein Rauschmaß von nur 2,6 dB auszeichnet.

Außerdem bietet der neue Verstärker die klassenbeste OP1dB-Spezifikation (Output 1 dB Compression Point) von 22 dBm. Das Produkt wird in zwei Versionen angeboten: A-Grade und B-Grade. Für die A-Grade-

Version wird ein OIP3 von mindestens 42,2 dBm bei 240 MHz garantiert (zu 100% getestet). Die B-Grade-Version bietet bei der gleichen Frequenz einen typischen OIP3 von 45,7 dBm. Ein- und Ausgang sind intern mit 50 Ohm terminiert, die Verstärkung beträgt 20 dB, und der Frequenzgang geht von 20 MHz bis 1,4 GHz mit unter 0,5 dB.

Außer je einem DC-Sperrkondensator an Eingang und am Ausgang wird nur noch eine Drossel zur Speisung des Open-Collector-Ausgangs benötigt. Der in einem hochentwickelten SiGe-BiCMOS-Prozess gefertigte



LTC6431-20 zeichnet sich durch ungewöhnlich hohe Stabilität aus und ist unempfindlich gegenüber Betriebsspannungs- und Temperaturschwankungen. Der Chip ist für den Betriebstemperaturbereich -40 bis +85 °C (Gehäusetemperatur) spezifiziert.

Der LTC6431-20 ist eine optimale Lösung zum Verstärken von ZF- und HF-Signalen in verzerrungsarmen Sendern oder Empfängern mit Arbeitsfrequenzen bis 1,5 GHz. Er eignet sich außerdem für Empfänger, die digital vorverzerrte Signale verarbeiten. Darüber hinaus eignet sich der Verstärker hervorragend für Breitband- und Schmalband-Funksysteme in den

VHF/UHF-Bändern, darunter Rundfunk, Kabelnetze, „White-Space“-Datendienste, Lowband-LTE-Basisstationen und BOS-Funk. Der LTC6431-20 hat ein 4 x 4 mm großes QFN-Gehäuse und benötigt 5 V Betriebsspannung bei 93 mA

■ Linear Technology Corp.
www.linear.com

Planartransformatoren mit hohem Wirkungsgrad



Coilcraft präsentiert zwei neue Serien von SMD-Planartransformatoren für Power-over-Ethernet und für Stromversorgungen von 48-V-Netzwerken.

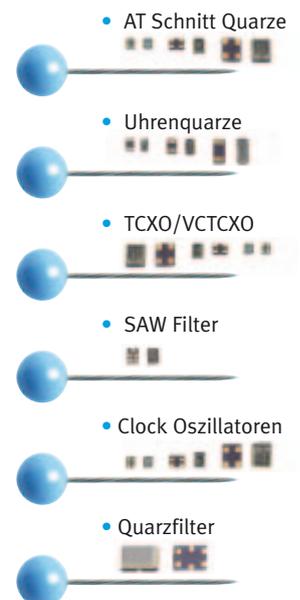
Die Serie L160 ist für eine Nennleistung von 160 VA bei 48 V Nenningangsspannung und 200 bis 700 kHz Schaltfrequenz spezifiziert, die Serie

PL300 für eine Nennleistung von 300 VA. Beide Serien zeichnen sich durch hohen Wirkungsgrad, einen ohmschen Widerstand (DCR) von nur 7,2 mOhm und eine Streuinduktivität von nur 0,2 µH aus. Die Isolationsfestigkeit (primär zu sekundär) beträgt 1.500 Veff; der Einbauabstand 0,229 mm.

Beide Serien sind RoHS-konform und haben Mattzinn-über-Nickel-über-Messing-Anschlüsse. Beide Serien sind in Sonderausführung mit einer zusätzlichen Hilfswicklung verfügbar.

■ Coilcraft
www.coilcraft-europe.com

Ein rundes Programm



www.telcona.de
info@telcona.de

TELCONA
BEST IN ELECTRONIC COMPONENTS

Aktiver Breitbandmischer übertrifft +30 dBm IIP3 bei 0 dB Mischverstärkung

Der LTC5577 von Linear Technology ist ein aktiver Abwärts-Mischer für 300 Hz bis 6 GHz mit einem hervorragenden IIP3 von +30 dBm und 0 dB Umwandlungsgewinn.

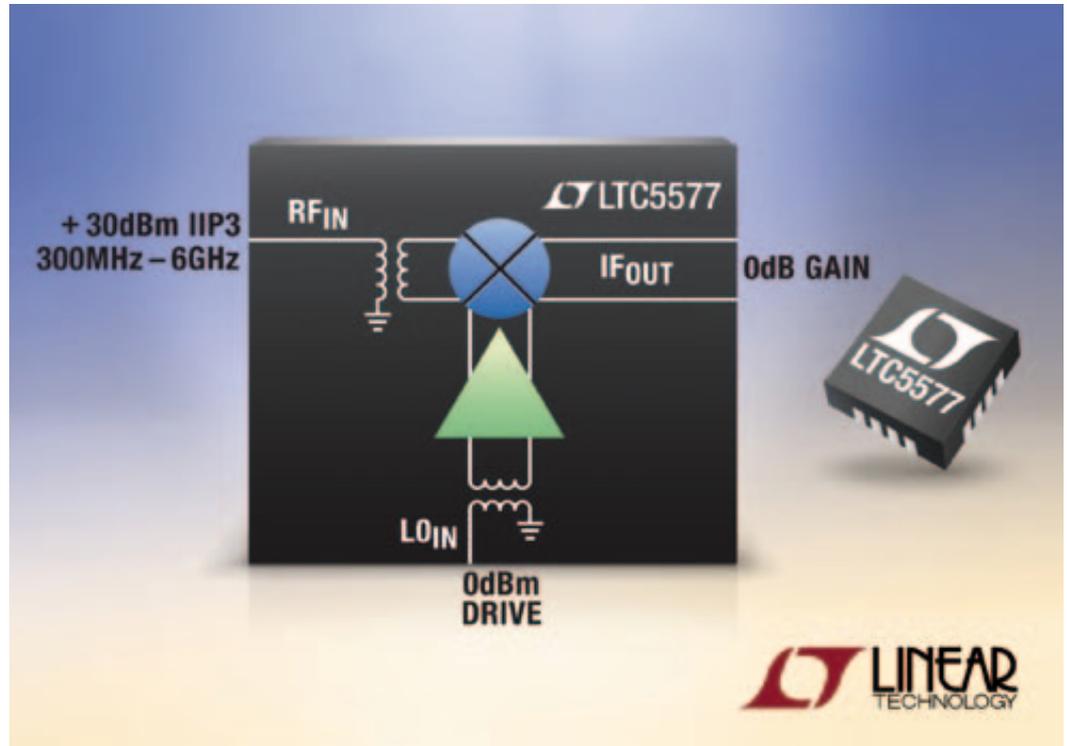
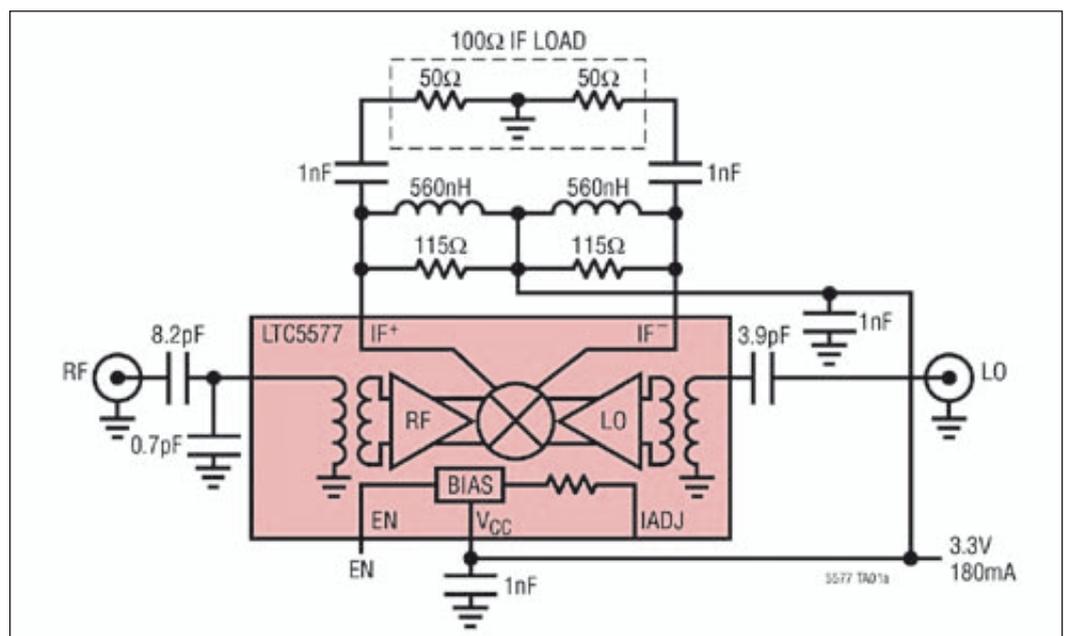


Bild 1: Aktiver Mischer für 300 MHz bis 6 GHz verarbeitet hohe Signalpegel

Der LTC5577 hat einen breiten Betriebsfrequenzbereich, der alle zellularen Bänder von 450 MHz bis 3,6 GHz mit einem einzigen Bauteil erfasst. Zusätzlich bietet sein von 1 MHz bis 1,5 GHz nutzbarer ZF-Ausgang eine über 600 MHz Bandbreite flache Mischverstärkung und



Linear Technology
www.linear.com

Bild 2: Eine typische Applikation des LTC5577: Breitband-Abwärts-Mischer mit 1 GHz ZF-Bandbreite und +15 dBm P1dB-Eingangssignal an 100 Ohm Last.

Technische Merkmale des LTC5577

Betriebsfrequenz	300 MHz zu 6 GHz
ZF-Bandbreite	1 MHz bis 1500 MHz
Eingangs-IP3 (IIP3)	+30,2 dBm
Input P1dB	+15 dBm
Mischverstärkung	0,7 dB
Rauschzahl	11,8 dB
Rauschzahl mit 5 dBm-Blocker	15,8 dB
Betriebs-Temperaturbereich	-40 °C bis 105 °C
Leistungsbedarf	594 mW
Gehäuse	16poliges (4 x 4 mm) QFN

Das 4 x 4 mm große QFN-Gehäuse sorgt für einen kompakten Footprint. Der LTC5577 ist spezifiziert für Gehäuse-Temperaturen von -40 bis 105 °C und stellt zuverlässigen Betrieb in rauen Umgebungen sicher. Betrieben mit einer einzelnen 3,3-V-Spannung bei 180 mA, verbraucht der LTC5577 den wenigsten Strom in der +30 dBm IIP3 Mischerklasse. Er kann über den Enable Control Pin bequem deaktiviert werden und verbraucht dann nur noch 200 µA. ◀

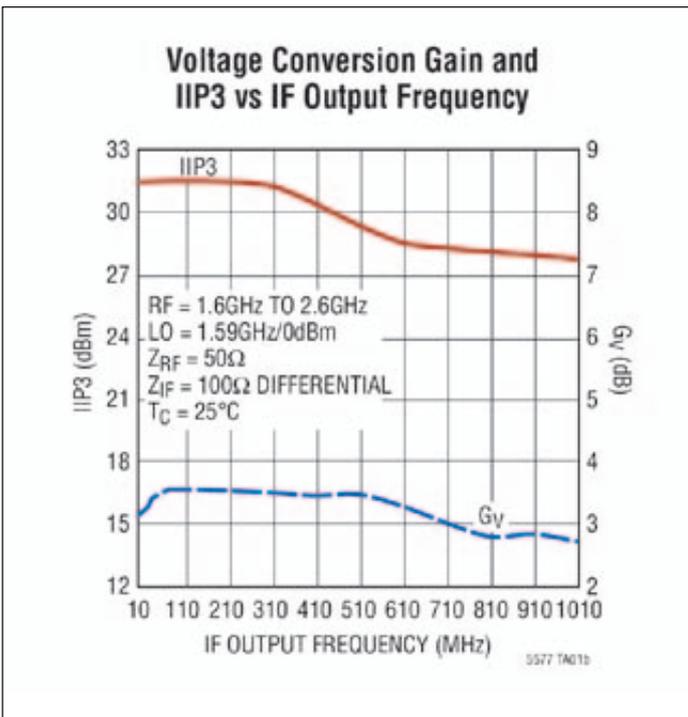


Bild 3: Mischverstärkung und IIP3 in Abhängigkeit von der ZF-Ausgangsfrequenz des LTC5577

unterstützt damit LTE- und LTE-Advanced-Basisstationen. Seine außerordentlich geringen unerwünschten Mischprodukte sind für Empfänger mit niedrigen Verzerrungen ideal und verbessern die Leistung der Verzerrungskorrektur in Empfängern mit digitaler Vorverzerrung (DPD).

Außerdem ermöglicht die sehr geringe Kopplung zwischen LO- und RF-Eingang Empfängern die Anforderungen an Nebenwellen-Emissionen mit wenig oder gar keiner HF-Filterung zu erfüllen. Weiterhin kann der RF-Eingang des LTC5577s starke Blockier-Inbandsignale bei unverändert guter Rauschzahl vertragen, was für robuste Empfänger-Empfindlichkeit bei vorhandener Interferenz sorgt.

Integrierte Breitband-RF- und LO-Eingangübertrager

Der LTC5577 hat integrierte Breitband-RF- und LO-Eingangübertrager, die es dem Mischer ermöglichen, mit unsymmetrischen 50-Ohm-Eingängen von 700 MHz bis 4,3 GHz zu arbeiten, ohne dass

die externe Anpassung geändert werden muss. Daher wird nur ein Minimum an externen Komponenten benötigt, was die Systemkosten und die Schaltungsgröße verringert. Der LO-Eingang bleibt mit 50 Ohm abgeschlossen, ohne Rücksicht darauf, ob das Gerät ein- oder ausgeschaltet ist. Der LO-Eingang ist gepuffert, sodass er nur einen Eingangspegel von 0 dBm benötigt und daher direkt von einer VCO-Schaltung mit einem Minimum an Frequenz-Pulling angesteuert werden kann. All diese Merkmale ermöglichen zusammen eine kostengünstige Lösung, die wenig Platz benötigt und leicht zu realisieren ist.

Breites Spektrum von Empfängern

Abgesehen von zellularen Basisstationsanwendungen ist der LTC5577 auch gut geeignet für ein breites Spektrum von Empfängern, die eine robuste Leistung erfordern wie z.B. Kabelfernseh-Transceiver, militärische Breitbandfunkgeräte, softwaredefinierte Empfänger (SDR), drahtlose Repeater und Satellitenkommunikation.

Zum Beispiel: Kompakter Multikanal-Sender bzw. -Empfänger
CDP-TX-05M-R und CDP-RX-05M-R

FUNKtioniert

in Theorie und Praxis

Die praktischen Online-Tools von Circuit Design.

Berechnungshilfen

Simulation diverser Funkeigenschaften

Leitfaden für HF-Entwickler

Regeln für die Entwicklung von Funksystemen

Funktechnik

Simulation diverser Modulationsarten

Nutzen Sie unsere Erfahrung für Ihre HF-Entwicklung. Simulieren und testen Sie Ihre Lösungen direkt auf unserer Website. Damit sparen Sie Zeit und Arbeit und bekommen verlässliche Ergebnisse, die auf 40 Jahren Erfahrung in der Funktechnik basieren. Bei Fragen zu unseren Produkten rufen Sie uns einfach an! **Wir beraten Sie gern.**

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

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

Programmierbare Breitband-Low-Phase-Noise-Synthesizer von DST



Tech-Inter GmbH stellte die neuen, von 1 bis 18 GHz programmierbaren Breitband-Synthesizer DPL-18GF und DPL-18GFH von Digital Signal Technology (DST) aus Japan vor, die sich durch ein niedriges Phasenrauschen auszeichnen. Bei einer gewählten Frequenz von z.B. 10 GHz liegt das Phasenrauschen, bei 100 Hz Offset vom Träger unter -73 dBc/Hz. Bei 1 MHz Offset sinkt diese Wert sogar unter -111 dBc/Hz. Die typische Ausgangsleistung ist größer als +10 dBm. Der modulare Auf-

bau macht es möglich, über ein asynchrones Interface oder ein SPI Frequenzen in Schritten von 10 kHz zu wählen. Synchronisierung mit einem GPS-System oder mit externen 10-MHz-Referenzen ist ebenfalls vorgesehen. Die interne Referenz kann mit einer externen Spannung innerhalb ± 2 ppm genau eingestellt werden. Der Synthesizer benötigt 6 V/2.000 mA im Betrieb. Die Abmessungen des Aluminium-Gehäuses betragen 70 x 60 x 17,5 mm (L x B x H). Alle HF-Anschlüsse sind mit SMA-

Konnectoren ausgeführt, weitere Anschlüsse als Feed-through-Kondensatoren. Typische Anwendungen der DPL-18GF- und DPL-18GFH-Serie sind medizinische Ausrüstungen, BER-Testsysteme, Radar usw. bei denen Kurzzeitstabilität und

niedriges Phasenrauschen wichtige Anforderungen sind.

Digital Signal Technologies wird in Deutschland und der Schweiz vertreten von Tech-Inter GmbH.

■ **Tech-Inter GmbH**
www.tech-inter.eu

Gekapselte, radial bedrahtet SMPS-Hochtemperaturkondensatoren

Die SMPS-MLCCs in SXP-Bauform sind für diverse Nennspannungen und hohe Betriebstemperaturen spezifiziert, decken den Kapazitätsbereich von 100 pF bis 12 μ F ab, zeichnen sich durch hervorragende Hochfrequenzeigenschaften aus und eignen sich ideal für eine Vielzahl von Anwendungen bei extrem hohen Temperaturen und in rauen Umgebungen.

Darum hat AVX Corp. seine Serie von gekapselten, radial bedrahteten SMPS-MLCCs (Switch Mode Power Sup-



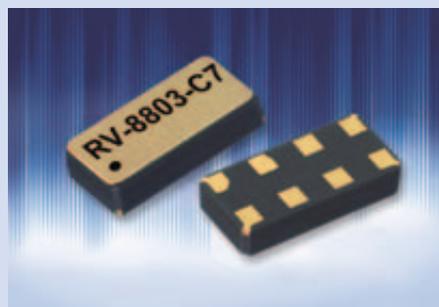
ply = Schaltstromversorgung; Multilayer Ceramic Capacitor = Mehrschicht-Keramik Kondensator) in SXP-Bauform um drei neue Hochspannungstypen mit 1.500, 2.000 bzw. 3.000 V Nennspannung erweitert.

■ **AVX Corp.**
www.avx.com

High-Performance-Realtime-Clock-Modul

Micro Crystal (Vertrieb: WDIAG) hat mit der ultrakleinen RV-8803-C7 das scheinbar Unmögliche möglich gemacht. Die temperaturkompensierte RTC bietet die aktuell beste Ganggenauigkeit von nur 3ppm über den Temperaturbereich von -40 bis +85 °C. Das entspricht 0,26 s/Tag) bei einem Stromverbrauch von lediglich 250 nA.

Dieser außerordentlich geringe Stromverbrauch (herkömmliche Lösungen lagen hier zwischen 800 und 3.000 nA) und die volle Funktionalität des Thermometers und der Temperaturkompensation herunter auf bis zu 1,5 V Versorgungsspannung verlängern maßgeblich die Betriebsdauer im Backup-Versorgungsmodus und/oder ermöglichen erstmals den Einsatz von kostengünstigen MLCC-Kondensatoren anstelle von teuren Supercaps oder Batterien. Nebst der besten Ganggenauigkeit



und dem geringsten Stromverbrauch aller temperaturkompensierten RTCs am Markt bietet die RV-8803-C7 gleichzeitig auch das kleinste SMD-Keramikgehäuse mit Abmessungen von nur 3,2x1,5x0,8 mm.

Dies ermöglicht einen breiten Einsatzbereich, bei dem eine präzise Uhrzeit gepaart mit einer Überbrückung beim

Ausfall der Versorgungsspannung gefordert wird, so z.B. bei Metering-Anwendungen, Embedded-Modulen, Datenloggern, weißer Ware, automotivem Einsatz bis hin zu tragbaren Medizingeräten und POS-Systemen aller Art.

Die technischen Eckdaten:

- Ultra-Miniatur-Keramik-SMD-Gehäuse 3,2x1,5x0,8 mm
- höchste Ganggenauigkeit über den gesamten Temperaturbereich
- geringster Stromverbrauch von lediglich 250 nA
- I2C-Interface
- AEC-Q200-qualifiziert

■ **WDIAG**
info@wdi.ag, www.wdi.ag

Platzsparende Quarzlösungen

Miniquarze für 32,768 kHz/10ppm



Petermann bietet im 3,2 x 1,5 x 0,8 mm messenden Mini-SMD-Keramikgehäuse der Serie M3215 hochgenaue 32,768-kHz-Quarze mit der Frequenztoleranz von 10ppm an.

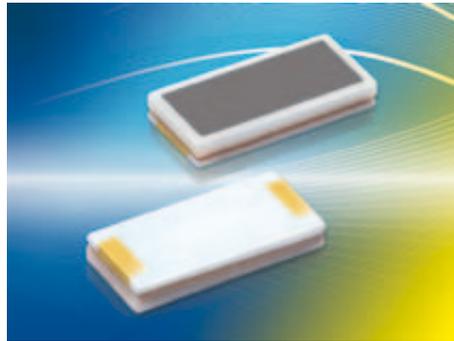
Lagermengen sind mit den am meisten verwendeten Lastkapazitäten 12,5, 7 und 6 pF verfügbar. Selbstverständlich können diese Quarze auf Wunsch auch mit anderen Lastkapazitäten geliefert werden.

Der Standardtemperaturbereich beträgt -40/+85 °C, optional sind -40/+125 °C verfügbar. Standardausführungen mit 20ppm sind selbstverständlich ebenfalls ab Lager lieferbar. Darüber hinaus bietet der Petermann auch ein sehr breites und tiefes Spektrum an MHz-Quarzen.

Low-Frequency-Quarz mit 1,4 mm Einbauhöhe

Für flache Applikationen, in denen der im Metall gehäusete SMD-Quarz der Serie

HC-49/US-SMD mit Frequenzen unter 10 MHz wegen seiner Höhe nicht verwendet werden kann, bietet Petermann die Lösung mit dem nur 1,4 mm hohen SMD-Quarz der Serie SMD1045 an.



Dieser in 4pad- und 2pad-Keramikgehäusen verfügbare Low-Frequency-Quarz deckt das Frequenzspektrum von 3,2768 bis 10 MHz ab und ist im Temperaturbereich von bis zu -40/+85 °C, bzw. mit Temperaturstabilitäten ab 15ppm lieferbar.

Mini-SMD-Quarze für Bluetooth

Petermann präsentiert in verschiedensten sehr kleinen Gehäuseabmessungen High-Performance/Low-Cost-Mini-SMD-Quarze für Bluetooth-Applikationen.

Diese Quarzew sind mit den miniaturisierten Keramikgehäusen mit den Abmessungen 1,6 x 1,2 x 0,3 mm (Serie SMD01612/4), 2 x 1,6 x 0,45 mm (Serie SMD02016/4), 2,5 x 2 x 0,6 mm (Serie SMD02502/4) und 3,2 x 2,5 x 0,6 mm (Serie SMD03025/4) verfügbar.

Alle Quarze sind im erweiterten Temperaturbereich von bis zu -40/+125 °C mit Frequenztoleranzen bei 25 °C ab 8ppm und mit Temperaturstabilitäten ab 8ppm über 0/+70 °C lieferbar.

Nebst den klassischen Bluetooth-Frequenzen decken diese Quarze je nach Gehäuseabmessung den Frequenzbereich von 12 bis 125 MHz ab.



Sollten Mini-SMD-Quarze mit 32,768 kHz mit dem Bluetooth-Quarz gemeinsam verwendet werden, so beinhaltet das Produktspektrum kostengünstige Lösungen in den Keramikgehäusen 3,2 x 1,5 x 0,8 mm (Serie M3215), 2 x 1,2 x 0,55 mm (Serie M2015) und 1,6 x 1 x 0,45 mm (Serie M1610). Die Standardfrequenztoleranz beträgt bei 25 °C 20ppm; 10-ppm-Ausführungen sind auf Wunsch lieferbar. Der Standardtemperaturbereich für alle 32,768-kHz-Quarze beträgt -40/+85 °C; Ausführungen mit bis zu -40/+125 °C sind auf Wunsch verfügbar.

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

Low-Jitter-SMD-VCXO

IQDs neue VCXO-Serie IQXV-40 wird in der SMD-Bauform 3,2 x 2,5 mm angeboten. Erhältlich in einem Frequenzbereich von 1,25 bis 54 MHz, kann zwischen Versorgungsspannungen von 5, 3,3, 2,5 sowie 1,8 V gewählt werden. Über den industriellen Arbeitstemperaturbereich -40/+85 °C verfügt die IQXV-40-Type über eine Frequenzstabilität von bis zu 20ppm. Der Ziehbereich wird mit ±50ppm als

Minimum angegeben. Phasen-Jitter-Werte von maximal 100 ps (Peak-to-Peak) ermöglichen den Einsatz in anspruchsvollsten Applikationen. Entwickelt wurden diese VCXOs speziell für Anwendungsgebiete im Bereich Settop-Boxen, digitalen Bildverarbeitungssystemen und Basisstationen.

■ WDI AG
info@wdi.ag
www.wdi.ag



Modernes Antennenschalter-Portfolio ermöglicht Carrier Aggregation

Skyworks Solutions Inc. entwickelt leistungsfähige analoge Halbleiterlösungen. Dazu gehört neuerdings auch eine Reihe von Antennenschaltern für LTE, LTE-Advanced und nachfolgende Carrier-Aggregation-Architekturen.



Dieses Antennenschalter-Portfolio umfasst hochintegrierte Antenna Switch Module (ASM) sowohl für Sende- als auch Empfangssignale im Diversity-Betrieb. Die mit dem Dual-Mode MIPI RFFE übereinstimmenden Module vom Typ „Modem Agnostic“ sind kompatibel mit den Produkten jedes führenden Chipset-Providers.

Carrier Aggregation bietet Vorteile

Die Carrier Aggregation erlaubt es den Anbietern von mobilen Diensten, mehrere Spektren zu kombinieren, um dadurch den Datendurchsatz unter simultaner Nutzung von zwei oder mehreren Bändern zu erhöhen. Im Gegensatz zur üblichen Single-Band-Methode können diese Provider ihren Kunden eine erhöhte Übertragungssicherheit und verbesserte Signalqualität, unabhängig vom Standort, anbieten.

Mit dem Hinzukommen dieser High-Performance-Module und passender analoger Control-Schaltkreise gelangte Skyworks nun in die Lage, Smartphone-

Providern die breiteste und differenzierteste Lösungspalette zur Umsetzung von Carrier-Aggregation-Techniken in die Praxis anzubieten. OEMs können schnell ihre RF Frontends dahingehend modifizieren und Multiple-Band-Konfigurationen adaptieren. Damit erhalten sie ein hohes Maß an Design-Flexibilität, um den Ansprüchen in verschiedenen regionalen Bändern gerecht zu werden.

Antennen-Schalter für LTE (Advanced) und mehr

Das neue Portfolio enthält sieben Bausteine, vier für 400 MHz bis 3,8 GHz und drei für 700 MHz bis 2,7 GHz. Sie alle wurden in erster Linie speziell für die Carrier Aggregation entwickelt.

Die Dual-Pole-Schalter SKY13530 (10-Throw), SKY13532 (14-Throw) und SKY13535 (21-Throw) arbeiten im Bereich 700 MHz bis 2,7 GHz. Das ASM-Portfolio stellt unabhängige programmierbare Register für Low-Band- und Mid-High-Band-Schaltbänke

bereit, was diverse Carrier-Aggregation-Bandkombinationen ermöglicht. Diese hohe Flexibilität erlaubt es, konsequente kundenspezifische (regional geprägte) Angebote für Smartphone und moderne Fertigung zu machen. Zusätzlich sind die Low-Band Schalterbänke optimiert für hohe Harmonischen-Unterdrückung.

Im Einklang mit den Carrier-Aggregation-LTE-Produkten stehen vier Single-Output ASMs. Sie dienen dazu, Non-Carrier-Aggregation-Implementierungen des LTE-Rollouts zu ermöglichen bzw. zu unterstützen. Das sind die ASMs für den Frequenzbereich 400 MHz bis 3,8 GHz. Der SKY13491-21 (14-Throw), der SKY13492 (16-Throw), der SKY13488 (12-Throw) und der SKY13498 (10-Throw) bringen Skalierbarkeit in Non-Carrier Aggregation SKUs.

Sowohl Carrier-Aggregation- als auch Non-Carrier-Aggregation-Antennenschalter sind mit einem integrierten Dual-Mode MIPI RFFE Controller ausgestattet. Gemeinsame Wahrheitstabellen und eine aufeinander abgestimmte Footprint-Philosophie erlauben die einfache Systemauslegung und die Weiterbenutzung vorhandener Programmierungscodes, um Frontend-Modifikationen in Skyworks' Customer Design Center optimal vorzunehmen.

Im Detail: SKY13532 und SKY13498

Der SKY13532 schaltet sechs bzw. acht Eingänge auf je einen Ausgang (Bild 1). Er eignet sich damit für 2G/3G/4G-Multimode-Handgeräte (LTE, UMTS, CDMA2000, EDGE, GSM) mit Carrier Aggregation. Er enthält eine Embedded Data Card. Filter für die dritte Harmonische sind ebenfalls integriert. Die dualen Antennenports lassen sich extern an einen LB/HB-Diplexer schalten. Ein MIPI-Interface ist

Frank Sichla
Nach Informationen von
Skyworks Solutions
www.skyworksinc.com

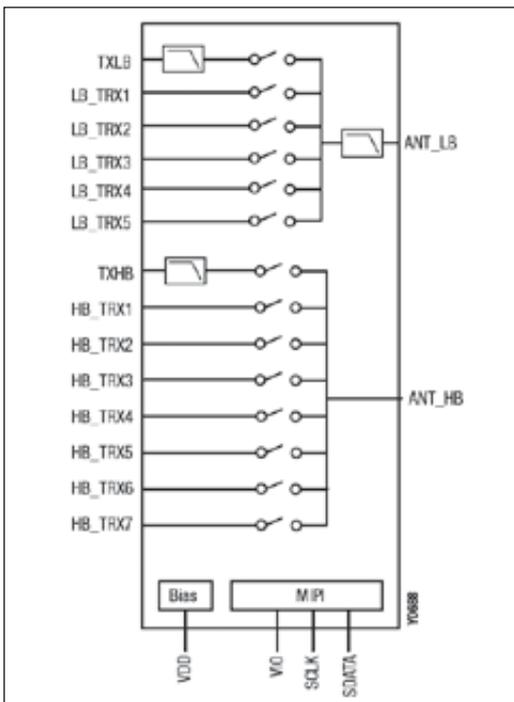


Bild 1: Blockaufbau des SKY13532

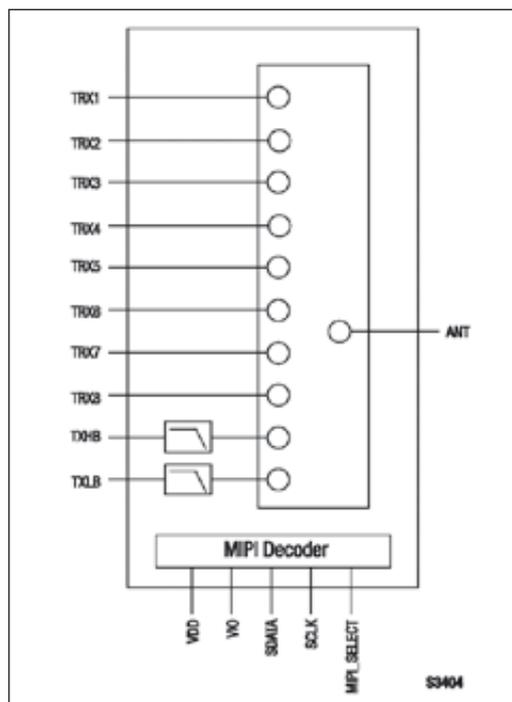


Bild 1: Blockaufbau des SKY13498

ebenfalls integriert. Das Gehäuse misst 2,8x2,8x1 mm (24-Lead SMT). Der Einsatztemperaturbereich beträgt -30 bis +90 °C.

Bild 2 zeigt den internen Aufbau des SKY13498. Hier werden bis zu zehn Eingänge abwechselnd auf einen Ausgang geschaltet. Auch dieser Baustein eignet sich damit für 2G/3G/4G-Multi-mode-Handgeräte (LTE, UMTS, CDMA2000, EDGE, GSM, TDD-LTE, TD-SCDMA) mit Carrier Aggregation. Er enthält eine Embedded Data Card, zwei Filter für die dritte Harmonische sowie einen MIPI-Decoder. Die Band-7-TRX-Ports weisen 0,7 dB Einfügedämpfung bei 2,7 GHz auf. Externe Blocking-Kondensatoren sind nicht erforderlich. Das MCM-Gehäuse misst 2,5x2,5x0,8 mm (20-Lead SMT). Der Einsatztemperaturbereich beträgt -30 bis +90 °C. FS

© 2013 AWR Corporation. All rights reserved.



A National Instruments Company™

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

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

Finden Sie heraus, was AWR für Sie tun kann:

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

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

AWR
Germany

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

Ausbeute-Optimierung mit Modelithics CLR-Bibliothek

In dieser Arbeit schlagen wir einen Lösungsweg vor, der die Auswirkungen der einzelnen Komponenten auf Subsysteme untersucht, so dass ein guter Kompromiss erzielt werden kann im Hinblick auf Bauteilwerte und Bauteil-Toleranz. Ziele sind dabei geringere Einkaufs- (und Fertigungs-) Kosten bei gleichzeitig höherer Ausbeute in der Fertigung. Dieser Lösungsweg erfordert genaue Bauteilmodelle, mit S-Parameter-basierten Bauteil-Bibliotheken wäre dieser Ansatz kaum realisierbar. Durch die Verbindung der Modelithics CLR Bibliothek 1 und einem geeigneten HF-Simulator (hier: AWR Microwave Office) kann der Entwickler nicht nur das Design optimieren, er erhält auch ein gegen Bauteil-Schwankungen robusteres Design.

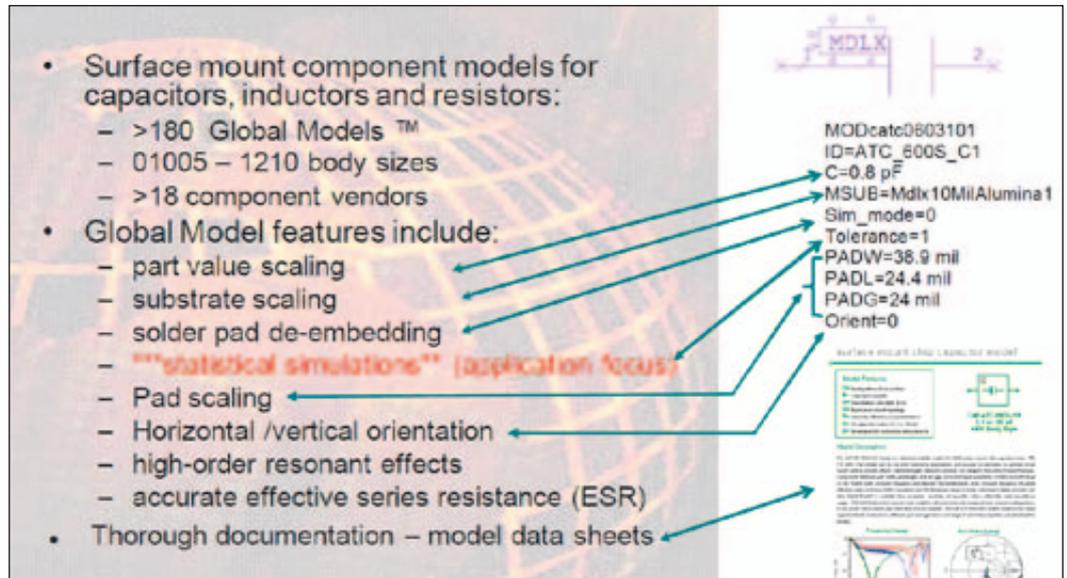


Bild 1: Übersicht über die Eigenschaften eines Global Models

Modelithics CLR-Bibliothek

Die Modelithics CLR-Bibliothek bietet eine breite Palette von hoch skalierbaren „Global Models(tm)“, die jeweils eine ganze Familie von Komponenten repräsentieren und die skalierbar sind bezüglich Bauteilwert, Leiterplatten-Substrat-Eigenschaften und Pad-Abmessungen. Diese Modelle sind bestens auch für Optimierung und statistische Analysen präpariert.

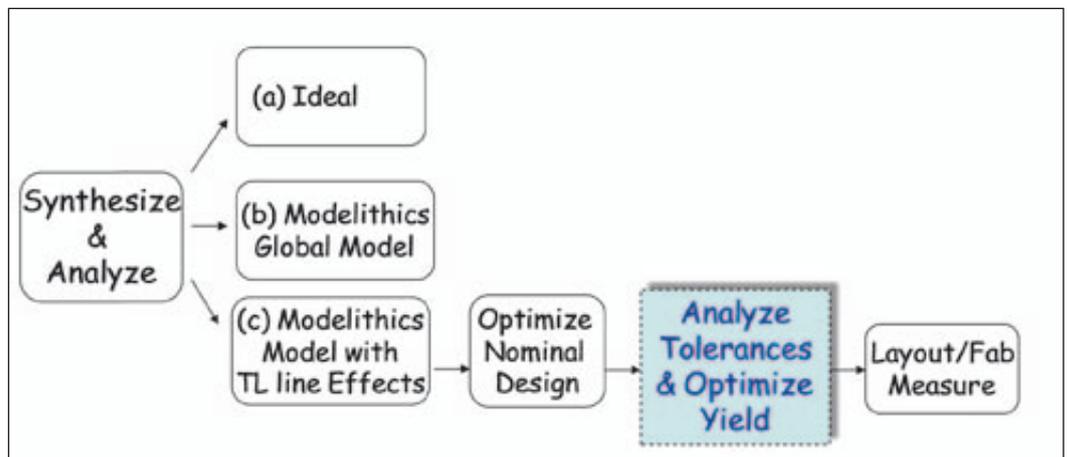


Bild 2: Ansatz für den Filter-Entwurf

Tiefpass-Design

Ein Standard-Tiefpassfilter-Design wird verwendet, um die vorgeschlagene Vorgehensweise zu demonstrieren, wobei Ausbeute und Bauteil-Auswahl im Mittelpunkt stehen. Die Spezifikation des Filters wird in folgender Tabelle beschrieben:

Design-Ziel	Frequenz
3 dB-Grenzfrequenz	2,2 GHz
< 1 dB Einfügungsdämpfung	DC bis 2,1 GHz
> 30 dB Dämpfung	3,25 GHz bis 8,5 GHz
> 12 dB Rückfluss-Dämpfung	DC bis 2,0 GHz

Filter-Entwurf

Bild 2 skizziert die Entwurfs-schritte. Zunächst erfolgt die Synthese des idealen Filters. Im nächsten Schritt werden die synthetisierten Werte durch Modelle aus der CLR-Bibliothek

ersetzt und die Bauelemente mit Leitungselementen verbunden. Hieran schließt sich eine Optimierung der Bauteilwerte (gegebenfalls unter Einschluss der Leitungselemente) an, um parasitäre Effekte und ähnliches auszugleichen. Bis hierher entspricht das Vorgehen der üblichen Routine. Hinzu kommt noch (vor dem ersten Layout-Durchgang) eine Toleranz-Analyse und Ausbeute-Optimierung mit den entsprechenden Funktionen des Simulators. Für die Synthese wurde ein Tschebyscheff-

Filter 5. Ordnung verwendet, mit einer Passband-Welligkeit von 0,5 dB und einem Serien-L als erstes Element. Für diese Filter gibt es diverse Tabellen in Lehrbüchern (2), oder man verwendet die integrierten Entwurfs-Tools, wie etwa den AWR „i-Filter-Wizard“ (3).

Vergleich Simulation und Messung

In Bild 3 sieht man den Filter-aufbau sowie den Vergleich von Messung und Simulation. An

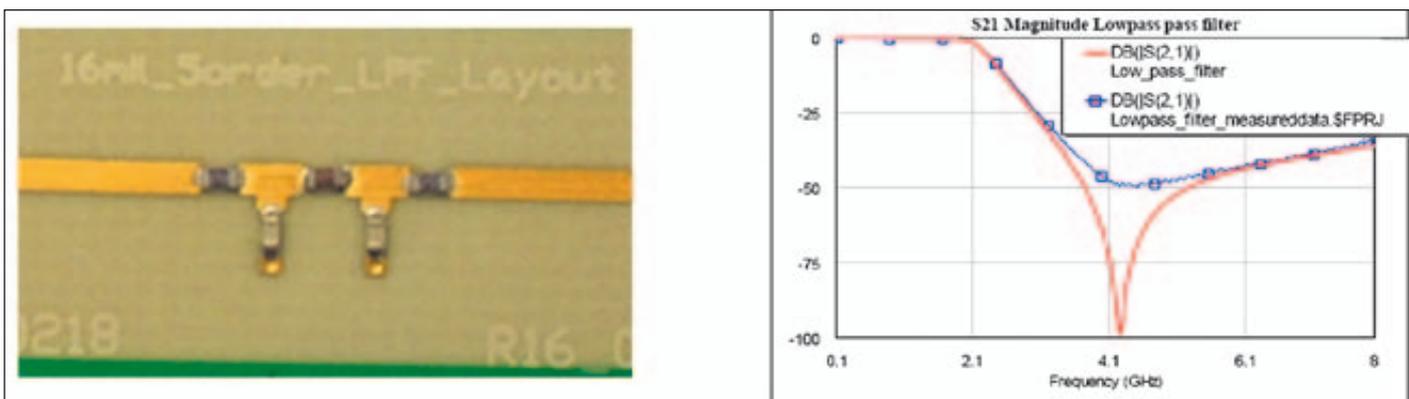


Bild 3: Das aufgebaute Filter, und der Vergleich der Simulation (rot) mit der Messung (blau)

dieser Stelle sollte man auch eine Verifikation mit EM-Verfahren in Betracht ziehen, um die unvermeidliche elektro-magnetische Kopplung von Leitungselementen mit einzubeziehen. Darauf wollen wir aber hier verzichten, um das Thema nicht zu überfrachten.

Ausbeute- und Toleranz-Analyse

Die Modelle der Modelithics CLR-Bibliothek sind bereits vorbereitet für statistische Analysen, es genügt, den Parameter „tolerance“ auf dem Statistics-Reiter des jeweiligen Elements passend zu setzen (Bild 4). Hier wurde eine 5%ige Normal-Ver-

teilung (Gauss-Verteilung) für alle Ls und Cs angenommen und 500 Iterationen berechnet. Zieht man die Ausgangs-Spezifikation (s. Tabelle 1) als Pass-Kriterium heran, erhält man eine Fertigungsausbeute von 54%, siehe auch Bild 5.

Es ist nicht unüblich, dass Hersteller die eng-tolerierten Bauteile aus dem Fertigungslos aussortieren, und somit entsteht eine Art bi-modale Normal-Verteilung für die weniger eng tolerierten Bauteile (sehr anschaulich auch Kamelhöcker-Verteilung genannt). Umgekehrt sind die eng-tolerierten Bauteile eben nicht normal-verteilt, sondern „geclipt“. Microwave Office

hat für beide Szenarien ein Modell hierfür, und angewendet auf die statistische Analyse ergibt sich bei 5%-iger Toleranz sogar eine Ausbeute von nur 45%!

Pauschal aber alle Bauteile mit 2%-iger Toleranz einsetzen, ist zwar machbar und erhöht die Ausbeute auf 85%, doch nun haben wir ein teures Design, unnötig teuer, wie sich im weiteren Verlauf herausstellen wird.

Design-Centering

Ein Nebenprodukt der Ausbeute-Analyse ist die Sensitivity-Darstellung, d.h. welchen Einfluss hat ein bestimmtes Bauteil auf die Schaltungseigenschaften.

Daraus kann man dann Empfehlungen ableiten, wie der Nominalwert eines Bauteils verändert werden sollte (Design-Centering).

In Bild 6 sieht man diese Sensitivity-Darstellung für L1 (linke Spule) und L2 (rechte Spule) des Filters. Während der Wert für L1 relativ geringe Auswirkung auf die Ausbeute hat, sieht man für L2 eine deutliche Tendenz zu einem geringeren Nominalwert. Vergleichbare Analysen für die weiteren Bauteile wiederum zeigen, dass diese bereits recht gut „design-centered“ sind.

Aus dem Datenblatt der Coilcraft-Spule wurde nun der

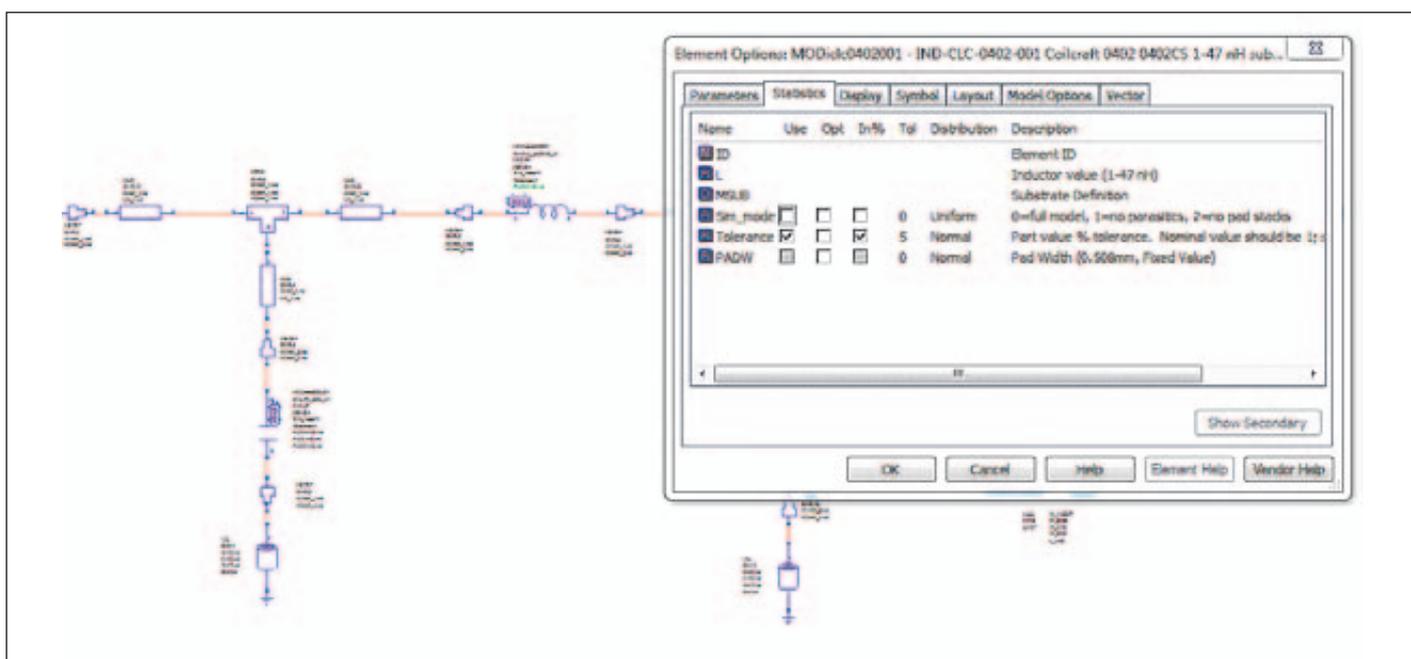


Bild 4: Element-Eigenschaften einer Induktivität, 5%ige Normalverteilung

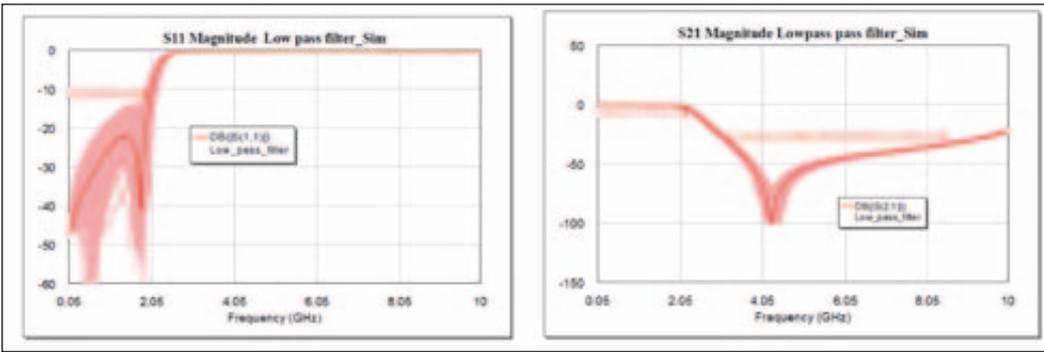


Bild 5: Streuung von S11 und S21, die horizontalen Balken geben das Design-Kriterium an.

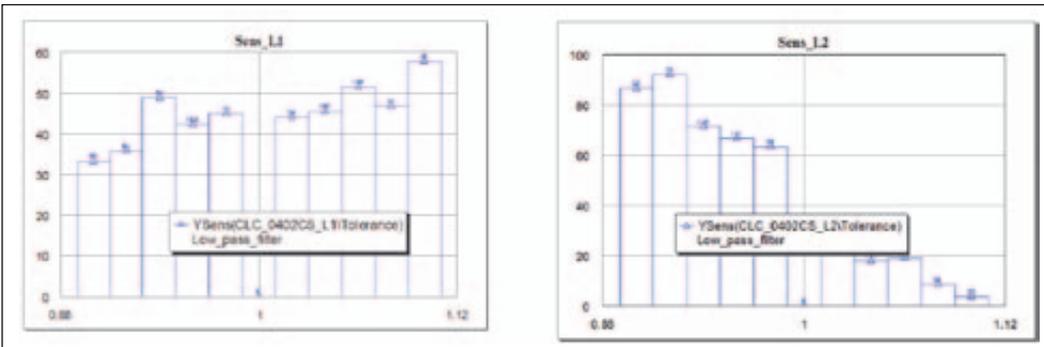


Bild 6: Sensitivity-Analyse für die äußeren Induktivitäten, die Tendenz zu niedrigerer Induktivität bei L2 ist offensichtlich

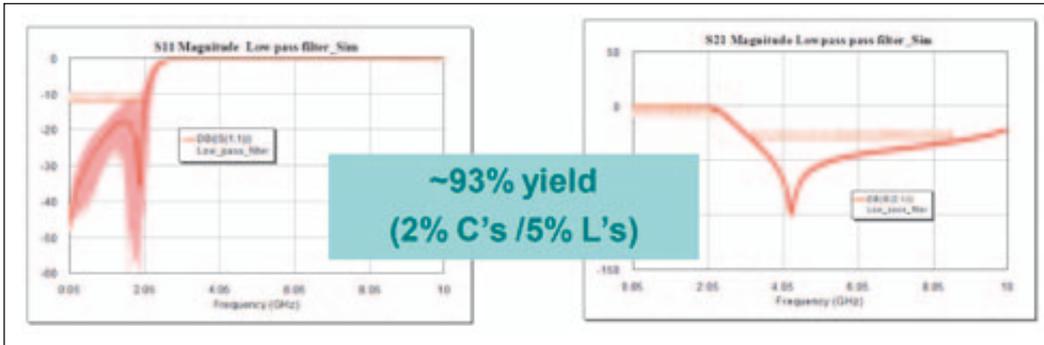


Bild 7: Verbesserte Ausbeute bei eng-tolerierten Kondensatoren

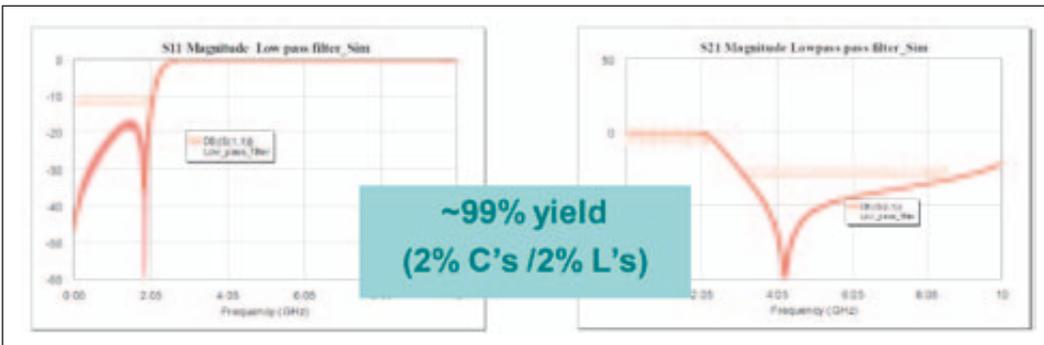


Bild 8: Nahezu 100% Ausbeute durch toleranz-optimiertes Design

nächst-niedrigere Wert (4,7nH) entnommen, und die Ausbeute-Analysen wiederholt. Mit 5%-iger Toleranz für alle Bauteile erhält man nun eine Ausbeute von 69% (vorher: 54%).

Nimmt man für alle Induktivitäten die eng-tolerierten Bauteile, verbessert sich die Ausbeute schon auf 80%, bei eng-tolerierten Kondensatoren gar auf 93% (Bild 7). Und nimmt man für alle Ls und Cs 2%-ige Bauteile, erreicht man praktisch 100% Fertigungsausbeute (Bild 8).

Fazit

Durch Ausschöpfen der Möglichkeiten heutiger CAD/CAE-Plattformen, in Verbindung mit hochwertigen verifizierten Modell-Bibliotheken, gelingt es, HF-Schaltungen nicht nur auf die gewünschten Designziele zu optimieren, sondern auch Kriterien für die Bauteilstreuung hinsichtlich Fertigungsausbeute zu gewinnen. Letztlich kann damit auch ein Vorteil gegenüber Wettbewerbern erzielt werden.

Über diese Applikationsschrift

Die der Übersetzung zugrunde liegende „Application Note #46“ von Modelithics wurde erstellt von Larry Dunleavy (Modelithics Inc.) und Lars van der Klooster (Agetto MTT), mit Unterstützung durch Laura Levesque (Modelithics Inc.) und Scott Muir (Werk-Student, University of South Florida). Übersetzung durch Achim Baier (Tactron Elektronik).

Literaturhinweise

1 „Comprehensive Models for RLC Components to Accelerate PCB Designs,“ Microwave Journal, May 2004.

2 G. Matthaei, L. Young and E.M.T. Jones, Microwave Filters, Impedance-Matching Networks and Coupling Structures, 1964 McGraw Hill.

3 AWR Corporation, 1960 E. Grand Avenue, Suite 430, El Segundo, CA 90245.

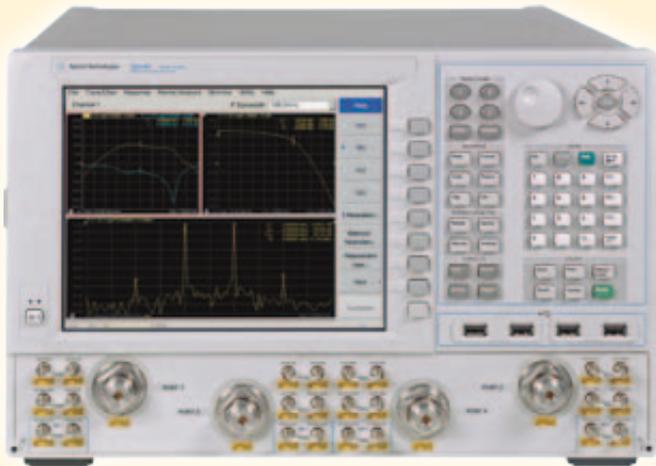
<http://www.awrcorp.com/>

Modelithics Inc. wird in Deutschland, Österreich und Schweiz vertrieben durch:

■ Tactron Elektronik
info@tactron.de

Test & Measurement

Agilent Technologies Expands World's Most Flexible PNA-X Network Analyzer for Active Device Test with 8.5-GHz Model



Agilent Technologies Inc. expanded the world's most flexible PNA-X family of network analyzers with an 8.5 GHz model that more economically supports lower-frequency devices used in wireless communication applications (e.g., handsets, base stations, WLAN and other mobile communication

devices). Agilent's award-winning PNA-X nonlinear vector network analyzer (NVNA) has also been expanded to include an 8.5 GHz model. The new solutions provide engineers developing and manufacturing active devices the flexibility to select just the right frequency

required for their specific application. When characterizing active devices, the right mix of speed, performance and measurement integrity is critical to gaining a competitive edge. The new 8.5 GHz PNA-X offers both the unmatched performance and capabilities needed to deliver on all fronts. Moreover, its lower cost and frequency bring advanced measurement capabilities to the cost-sensitive wireless communication device market, where reduced test time, number of test stations and test cost are critical.

With low-noise amplifier tests there are typically multiple test stations, such as small signal gain/match, distortions and noise figure; the PNA-X integrates these test stations into one. By integrating measurements from multiple test stations into one, the PNA-X reduces the number of test stations by as much as 75 percent and reduces costs by 30 percent. The new 8.5 GHz model

also now brings the NVNA solution to engineers working in the RF and microwave frequency ranges. Agilent's NVNA is the industry's first measurement and simulation environment for designing nonlinear components.

The result is the highest level of insight into nonlinear device behavior, making the NVNA capability especially useful for scientists researching new RF technologies and engineers involved in designing today's high-performance active devices. Using NVNA, X-parameters are measured and then used to create X-parameter models that can be imported into Agilent's Advanced Design System (ADS) to simulate actual linear and nonlinear component behavior.

■ *Agilent Technologies*
www.agilent.com

Eastern OptX Introduces Dynamic Radar Target Scenario Generator

Eastern OptX, long recognized as the world's leader in microwave delay lines for radar target simulation, introduced its Series 10000 Radar Scenario Generator. Features include:

- Scenario generation that includes speed of the target, opening or closing Doppler frequency addition;
- Dynamic Doppler radar addition is imposed directly onto the radar system's transmit signal;
- Scenario creation is done from the front panel touch screen or via Ethernet remote programming;



- Programmable radar target creation is possible from close in (five feet) to over 200 miles, in steps as small as five feet; and

- Optional software allows entry of scenarios by segment via either latitude/longitude or Google Maps enabling complex flight simulations.

When used as a radar altimeter test set, these programmable features allow for flight path simulations, such as takeoff and landing patterns. The Series 10000 includes all of the valuable features of other Eastern OptX products, including programmable delay lines to 40 GHz, range formula target amplitudes, Doppler radar generation, dynamic multipath, and sophisticated software.

■ *Eastern OptX*
www.eastern-optx.com

News

World Class Design Team Joins CML Microcircuits



CML Microcircuits is pleased to announce the establishment of a Systems Group within CML Microcircuits (UK) Ltd. Formerly known as Applied Technology Ltd, Systems Group is an engineering organisation specialising in performance RF design and DSP software. Based in Somerset it continues the tradition of RF and DSP technology established in the area by the ground-breaking work of Bath and Bristol Universities.

Systems Group has had a key role in developing core products for CML but also acts as an independent Research and Development (R&D) company specialising in product development, consultancy and system design. The team has a broad range of experience including: TETRA, Marine Communication (AIS), PMR, DMR, dPMR, NXDN, Telecom Modems (e.g. V.32 bis), APCO P25, Aviation VHF Digital Link (Modes 2, 3 and 4) and Satellite systems.

CML Microcircuits (also known as CML) was founded in 1968 and originally focused on the supply of remote controls to the consumer industry. It has come a long way since then to become a world leader in the design, development and supply of low-power analogue, digital and mixed-signal semiconductor wireless communication systems worldwide.

■ *CML Microcircuits*
www.cmlmicro.com

Test & Measurement

Global Test Solutions introduces next generation of LOW-COST HIPOT and SAFETY TESTERS

Global Test Solutions (GTS), a supplier of high-performance test and measurement instrumentation, announced the next generation of Sefelec's low-cost, high potential (hipot), and safety testers, the Premier 2800 Series. The Series is designed for making many safety tests required for IEC, EN, UL, CSA, GB, JIS and others, including hipot/dielectric strength, insulation resistance, and continuity.

The instruments are designed for engineers in R&D and production technicians who are involved in almost any type of

electronic product or assembly testing. There is an increased demand by safety and consumer organizations for safety testing on any device with a plug. The Premier Series 2800 is ideal when meeting today's basic safety standards.

The Premier 2800 Series includes the Premier 2801, 2802, 2803, and 2804. The Premier 2801 is able to perform an AC withstanding test; the Premier 2802 is capable of performing both AC and DC withstanding tests; the Premier 2803 is a 3-1 model capable of performing

AC withstanding, DC withstanding as well as insulation resistance tests; the Premier 2804 is a 4-1 model that can perform AC withstanding, DC withstanding, insulation resistance, and ground bond tests. The Premier 2800 Series is equipped with a simple control panel and a bright LCD display with color LED indicators that allows operators to interpret measurement results quickly.

■ *Global Test Solutions*
www.globaltestsolutions.com

Software

CST Joins Dassault Systèmes SolidWorks Partner Program

Computer Simulation Technology (CST), has joined the SOLIDWORKS Partner Program as an official Solution Partner. In conjunction with the new partnership comes the ability of CST's flagship EM simulation tool, CST STUDIO SUITE® 2014 to import models from SOLIDWORKS directly. Direct SOLIDWORKS import together with CST's new CAD import version control is a powerful combination for rapid design and optimization.

SOLIDWORKS, from Dassault Systèmes, is a 3D CAD and project management software, used by millions of engineers worldwide. CST STUDIO SUITE is a package of cutting-edge electromagnetic simulation tools for modeling and optimizing designs across a wide range of application areas. Using the new SOLIDWORKS import feature introduced in CST STUDIO SUITE 2014, the two products can be combined in one straight-

forward workflow to help engineers bring their ideas to fruition faster and more effectively.

The performance and EMC compliance of products designed in SOLIDWORKS can be analyzed in CST STUDIO SUITE, and designs can be optimized to help ensure that they meet specifications. Both individual

parts and entire assemblies can be imported, to allow components to be simulated both in isolation and as part of a system. SOLIDWORKS is used in a wide range of industries and across many application areas.

■ *CST*
www.cst.com

AWR Releases NI AWR Design Environment V11

AWR Corporation releases NI AWR Design Environment V11, its first major software release in 2014, which includes new features, enhancements, and user interface changes to Microwave Office/Analog Office circuit design software, Visual System Simulator (VSS) system design software, AXIEM 3D planar electromagnetic (EM) software, and Analyst 3D finite element method (FEM) EM software.

The V11 release of the NI AWR Design Environment is now available for active customers and current evaluators. Visit www.awrcorp.com/download to get started or contact your local AWR sales representative for more information, pricing and licensing options.

■ *AWR*, www.awr.corp

Software

Tokyo Keiki Cuts Design Time for High Power Amplifiers in Half Using Microwave Office and AXIEM



Tokyo Keiki Inc. manufactures and sells marine and aviation products, telecommunication equipment, ecology-related equipment, defense equipment, construction equipment, fluid-measurement products and railway equipment. Specifically, the company offers advanced radar warning receivers for fighter aircraft that provide critical infor-

mation on the opposing aircraft's direction, distance, type, and other data.

Tokyo Keiki's Yusuke Hamada designs X-band high-power amplifiers for radar applications. With extremely demanding deadlines and expectations for product excellence, reduction in design time, high-power characteristics, and miniaturization of device size are key and critical design challenges.

To tackle these challenges, Tokyo Keiki relied on AWR's Microwave Office circuit design software because it enabled seamless collaborative design of both the circuit and electromagnetic (EM) analyses using AWR's AXIEM EM engine alongside and integrated within

the Microwave Office environment. AWR's ease of use, simulation speed, and EM analysis accuracy enabled a nearly 50 percent reduction in GaN production time from design to prototypes. The intuitive, smart user interface and seamless integration of circuit, layout, and EM within the AWR Design Environment made Hamada's life much easier both in terms of lessening the pressure of tight deadlines and providing more time during the design flow for trying different ideas that ultimately improved the quality of the product.

■ *Tokyo Keiki*
www.tokyokeiki-usa.com
AWR Corporation
www.awrcorp.com

Wireless

New 40.5–43.5 GHz Receiver with High IIP3 from MACOM



Richardson announces immediate availability and full design support capabilities for a new 40.5–43.5 MHz receiver with high third-order intercept point (IIP3) from M/A-COM Technology Solutions. The MADC-010736 is an integrated USB receiver solution with an IIP3 of +9 dBm (typical at IF=2 GHz), a noise figure of 3.5 dB, and a typical conversion gain of 12 dB. The MADC-010736 includes an integrated LO buffer, LO doubler, low noise amplifier (LNA), and balanced image reject mixer. It is ideally-suited for 42 GHz band point-to-point

radio applications. The integrated mixer provides image rejection of 30 dBc. I and Q mixer outputs are provided, and an external 90° hybrid is required to complete the image rejection function. The device is packaged in a 6 mm laminate package that is RoHS compliant and compatible with reflow temperatures to 260 °C.

■ *Richardson RFPD*
www.richardsonrfpd.com

Coexistence Filters Enable Wi-Fi / LTE for Small Cells

RFMW announces design and sales support for two BAW filters targeting applications where 2.4GHz WLAN, Bluetooth and Wi-Fi products must coexist with 4G LTE and TD-LTE signals. TriQuint's 885062 and 885071 coexistence filters offer high rejection in adjacent LTE bands yet come in an industry-leading small package measuring 1.4 x 1.2 x 0.46 mm. Small

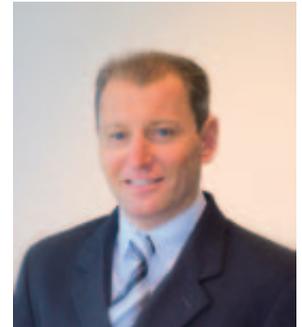
size does not compromise power handling as both the 885062 and 885071 meet a 28 dBm average power rating allowing circuit placement immediately following a final power amplifier. With extended temperature performance over -40 to +95 degrees Celsius and hermetically sealed for outdoor application, the 885062 and 885071 are even AEC-Q200 qualified for automotive applications. Designed for high performance, these TriQuint filters have 25% less temperature drift than competing FBAR technology.

■ *RFMW, Ltd.*
www.rfmw.com



News

AR Europe Appoints Jerome Surowiec as European Sales Manager



The many benefits the established AR Europe distribution network offer is proving to be a successful formula resulting in the signing of several new distribution partnership agreements recently. In addition to the new lines offered, ARE has become a key player in the European EMC systems business with some recent significant successes on turnkey and special projects.

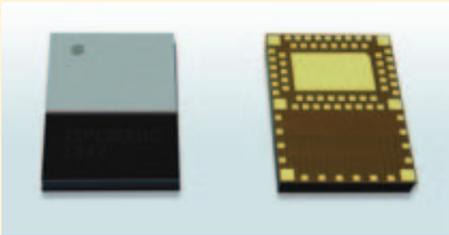
In order to support this growth ARE have re-organised and expanded the European sales team.

Tim Hague was appointed as the European Technical Sales Manager last year in order to support our distributors and sales associates in systems based projects. In January Rob Hersom and Michel Sauvage both joined the AR UK and AR France sales teams as Technical Sales Engineers to serve the local customer base. The latest appointment is Jerome Surowiec as European Sales Manager. Jerome will travel across Europe supporting both the sales associates and customers, managing the day to day sales activities, quality of products delivered by ARE and third parties as well as coordinating the European marketing activity.

■ *AR Europe*
www.ar-europe.ie

Wireless

Miniaturized Bluetooth Smart system-in-package module



Nordic Semiconductor ASA announces that French multi-die system-in-package (SiP) design specialist, Insight SiP, has developed a miniaturized Nordic nRF51822 System-on-Chip-based Bluetooth Smart module that requires no specialist RF engineering experience to employ and targets highly space-constrained smartphone and tablet accessories, and computer accessories, such as body-worn health and wellness sensors and key fob proximity detectors.

The Insight SiP ISP130301 measures just 8 x 11 x 1.2 mm in size (smaller than an adult thumb nail) and is claimed to be a complete 'drop-in' Bluetooth Smart module solution

housed in a QFN, LGA package. The module includes in addition to the nRF51822 and its 32-bit ARM Cortex M0 microprocessor, 256 kB of Flash memory, and full suite of analog and digital peripherals (including 2-wire, ADC, AES, GPIO, PWM, Real Time Clock, RNG, SPI, Temperature Sensor, and UART), a DC-DC converter, integrated RF antenna, 16 MHz and 32 kHz high stability quartz oscillators, plus an RF matching circuit and passive components.

The Insight SiP ISP130301, which has full FCC and CE EMC certification pending and is Bluetooth SIG certified to the latest Bluetooth v4.1 specification, can be configured to operate in slave or master mode, requires no external supporting components beyond an on-board 2.1 to 3.6V power source and for sensing applications, an appropriate sensor.

Power consumption is also optimized for ultra low power operation with a claimed typical performance of 10.5 mA for transmission, 12.6 mA for reception, 2.3 μ A for

standby, and 0.5 μ A for deep sleep mode. Insight SiP says this supports coin cell (watch) battery lifetimes of up to several years.

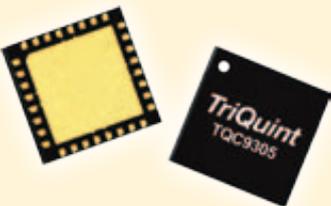
The ISP130301 supports all Nordic Semiconductor nRF51 Series compatible reference designs (all downloadable from the Nordic Semiconductor website) development tools and software including the nRFgo Evaluation Kit for nRF51822 (nRF51822 EK); nRFgo Development Kit for nRF51822 (nRF51822 DK); ARM mbed Evaluation Kit using nRF51822 SoC (nRF51822-mKIT).

In addition, Insight SiP has also developed its own development kit including a sensor demo and smartphone application for use with the ISP130301 (the ISP130301-DK1) which is available for purchase separately. The Insight SiP ISP130301 is available now and can be ordered on-line direct from Insight SiP's website.

■ *Insight SiP*
www.insightsip.com

Products

TriQuint 802.11a/n/ac FEM from RFMW

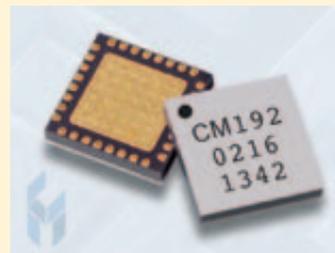


RFMW, Ltd. announces design and sales support for a 5GHz, 802.11 a/n/ac compliant WLAN Front End Module (FEM) from TriQuint. The TQP8080 combines an LNA with bypass mode and a PA with integrated power detector through an SPDT T/R switch. Optimized for next generation WLAN integration, the TriQuint TQP8080 provides outstanding stable performance across temperature and voltage range due to a temperature compensated bias network. Internally matched input and output ease design as does CMOS compatible control voltages. The

TriQuint TQP8080 is housed in a 2.5x2.5x0.4mm QFN package.

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

New DC to 20 GHz GaAs Distributed Driver Amp



Custom MMIC, a developer of performance-driven monolithic microwave integrated circuits, is adding a new driver amplifier, the CMD192C5, to its growing product library. The CMD192C5 is the packaged version of the

highly popular CMD192 amplifier that until now had only been available in die form. The CMD192C5 is a wideband GaAs MMIC distributed amplifier that operates from DC to 20 GHz and has a positive gain slope versus frequency. This design feature allows for the cascading of multiple amplifiers without the need for extra gain compensation circuitry.

The amplifier delivers greater than 19 dB of gain with a corresponding output of 1dB compression point of +25 dBm, and has a low noise figure of 1.9 dB at 10 GHz. The CMD192C5 is a 50 Ohm matched design, housed in a Pb-free, RoHS-compliant, 5x5 mm SMT package. Ideal applications for the CMD192C5 are microwave radio and VSAT, telecom infrastructure, test instrumentation, military and space, and fiber optics.

■ *Custom MMIC*
www.CustomMMIC.com

Fixed Frequency Synthesizer Features Low Phase Noise at 10.625 GHz

Z-Communications, Inc. announces a new RoHS compliant Fixed Frequency Synthesizer model SFS10625E-LF. The SFS10625E-LF is a single frequency PLL solution that is pre-programmed to operate at 10.625 GHz.

This fixed frequency device utilizes ceramic resonator topology to achieve integrated RMS noise performance of better than 0.4° while consuming less than 500mW of power. It is designed to operate over the temperature range of -30 to +70 °C and delivers +3 dBm of output power into a 50 ohms load. It comes available in a package measuring 1.0 in. x 1.0 in. x 0.22 in.

■ *Z-Communications, Inc.*
www.zcomm.com

Products

New SPP-LLPL 50 Ohm Coaxial Cable



The Times SPP-LLPL 50 Ohm low loss plenum rated/UL listed coaxial cable assembly family has been expanded beyond the popular SPP-250-LLPL 1/4" cable to now include SPP-375-LLPL 3/8" and SPP-500-LLPL 1/2" cables for even lower loss. Superior in electrical performance to other copper cable assemblies, SPP-LLPL cables are the perfect in-building solution for PIM-sensitive installations and system interconnects. Meeting the fire resistance requirements of UL 910 for plenum rated applications, the new larger sizes of SPP-LLPL cable assemblies are ideal for installations where lower loss is needed. High quality connectors assure excellent and reliable static and

dynamic PIM performance better than -155 dBc for applications up to 6.0 GHz. All Times plenum cables are UL listed and printed with the UL file number.

SPP-LLPL cable assemblies are available in 1, 2 and 3 meter pre-assembled lengths with N, 716 DIN, SMA connector interfaces with more to come including the new 4.1/9.5 mini DIN connectors..

■ *Times Microwave Systems*
www.timesmicro.com

New 16-26 GHz Double-Balanced Fundamental Mixer



Custom MMIC is pleased to announce the release of the CMD179, a fundamental mixer

Low Cost 1W SMA Fixed Attenuators Covering DC–12 GHz

Mini-Circuits' new FW-series of 1W SMA fixed attenuators provides accurate attenuation over DC – 12 GHz for just \$18.95 ea. (qty. 1 – 9) to meet your needs and fit your budget. FW-series attenuators offer a variety of attenuation levels from 1 to 20 dB with performance as flat as ± 0.3 dB over the full frequency range. They feature SMA-M to SMA-F connector types and rugged unibody construction for high reliability and a long life of use. They make ideal solutions for impedance matching, signal level adjustment, and other applications requiring accurate attenuation over wide frequency bands.



See individual model datasheets on minicircuits.com for detailed performance specs, data, curves, and more. FW-series attenuators are always available from stock for immediate shipment. Order today and have them in-hand as soon as tomorrow!

■ *Mini-Circuits*
www.minicircuits.com

News

AR Europe Announces Partnership With REMCOM Electromagnetic Simulation Software

AR Europe, a leading supplier of innovative power amplifiers, anten-



nas, and modules for EMC testing, wireless, medical and industrial applications, has announced a new partnership with REMCOM Electromagnetic Simulation Software. REMCOM provides innovative electromagnetic simulation software and EM consulting services. The company's products simplify the analysis of complex EM problems and lead the market in FDTD-based modeling and simulation. Cell phone antenna design, MRI coil analysis, antenna placement on vehicles and airplanes, and placement of wireless communication systems are made easier with REMCOM'S EM simulation software and electromagnetic modeling expertise.

RECOM's products are available for the European market through the AR Europe sales channels.

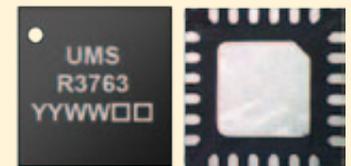
■ *AR Europe*
www.ar-europe.ie

in die form. The CMD179 is a general purpose, double-balanced GaAs mixer that can be used for up-and down-converting applications between 16 and 26 GHz. The mixer, which offers conversion loss of 7 dB, an LO to RF isolation of greater than 40 dB, an IF bandwidth of 8 GHz, and an input IP3 of +18 dBm, is ideally suited for hybrid assemblies given its small die size of 0.9 mm².

A key advantage of the CMD179 is the very high suppression of spurious products due to the ultra small, optimized balun structures. The mixer can operate with an LO drive level as low as +9 dBm, though the linearity and spur suppression will improve with increased drive. Finally, two CMD179s can easily be configured as an image reject mixer or single sideband modulator with external hybrids and power splitters. Ideal applications for the CMD179 are point-to-point and point-to-multipoint radios, test equipment, sensors, and military end-use.

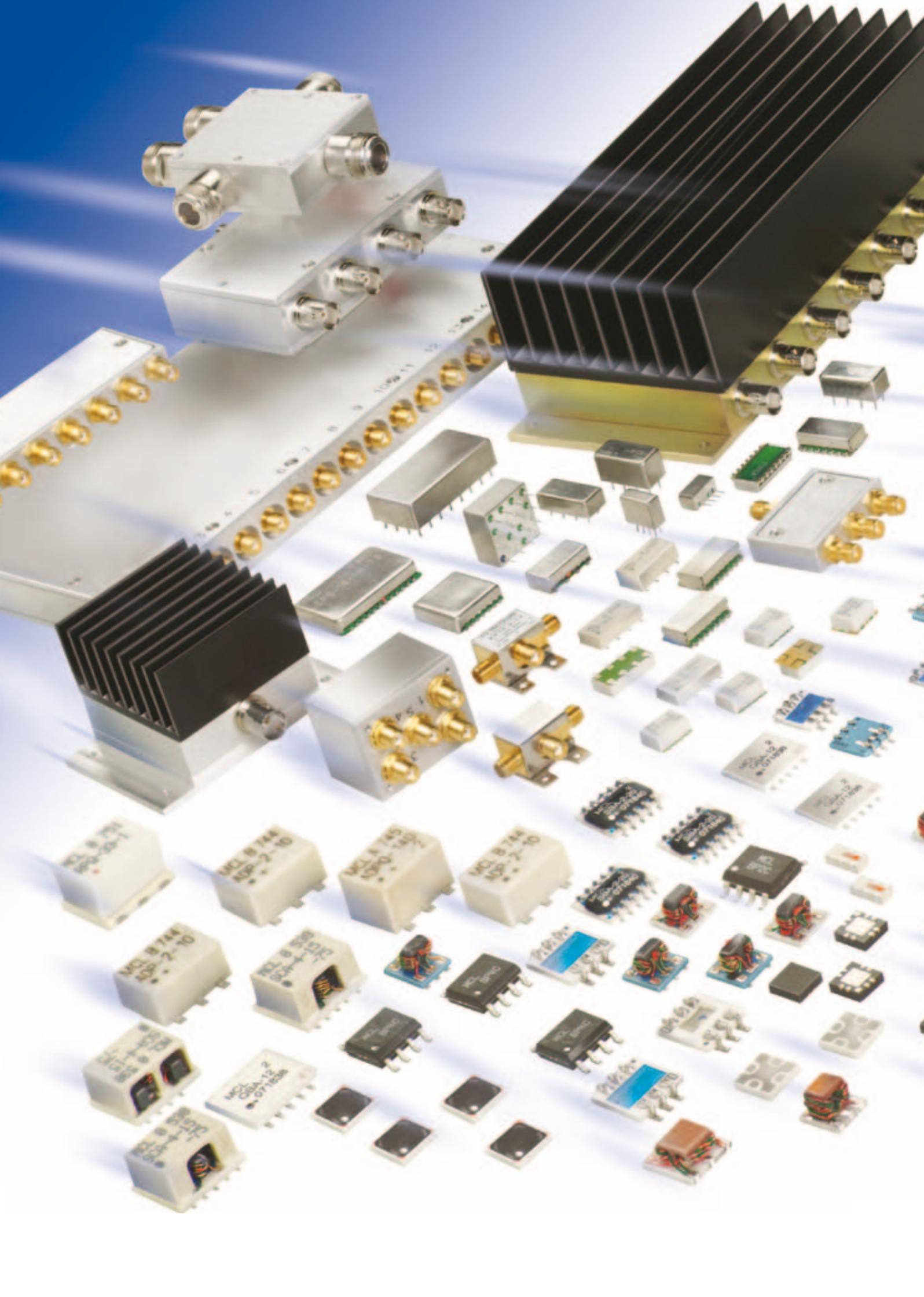
■ *Custom MMIC*
www.CustomMMIC.com

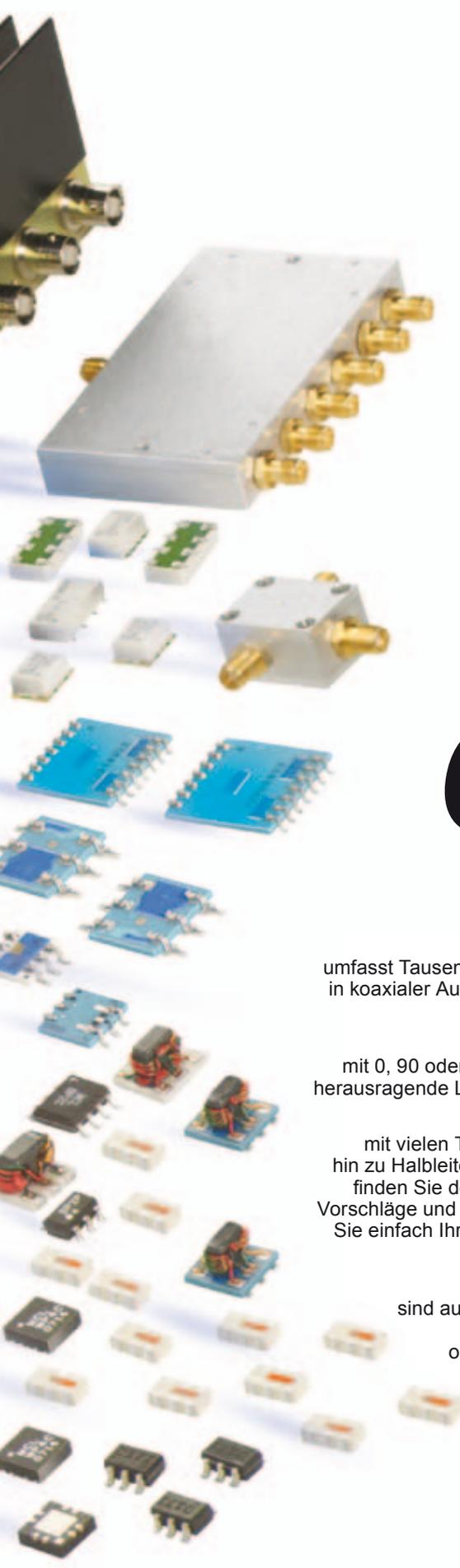
New 12 to 16 GHz Integrated Down Converter from UMS



Richardson RFPD, Inc. introduces a new 12 to 16 GHz integrated down converter from United Monolithic Semiconductors S.A.S. (UMS). The CHR3763 is a multifunction monolithic receiver, which integrates a balanced cold FET mixer, an LO buffer, and an RF low noise amplifier. It is ideally-suited for Ku-band VSAT applications, as is also versatile for a wide range of other applications, from military to commercial communications systems. The device is manufactured with a pHEMT process, with a 0.25 μ m gate length. It is offered in an RoHS-compliant SMD package. .

■ *Richardson*
www.richardsonrfd.com





POWER SPLITTERS/ COMBINERS

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

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

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

Jahrzehntelange Erfahrungen mit vielen Technologien von einfacher Verdrahtung über Microstrip und Stripline bis hin zu Halbleitern und LTCC-Keramik machten dies möglich. Auf www.minicircuits.com finden Sie detaillierte Daten, Leistungskurven, S-Parameter, Gehäusemaße, Layout-Vorschläge und alles Weitere, was Sie für eine schnelle Entscheidung benötigen. Geben Sie einfach Ihre Anforderungen ein, und unsere patentierte Suchmaschine Yoni2 sucht nach tatsächlichen Testdaten, die Ihre Bedingungen erfüllen.

Alle Katalogtypen sind auf Lager und mit unserer Einjahresgarantie ausgestattet. Sie finden sogar die Lagermengen, die Echtzeitverfügbarkeit sowie die Preise, um Ihnen optimal bei der Planung zu helfen und damit Sie schnelle Entscheidungen treffen können. Worauf warten Sie noch?

 **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

DISTRIBUTORS

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

Mini-Circuits Europe

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

municom®

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

448 rev N

Highspeed-Cutting bei MTS



Seit kurzem ist die MTS Systemtechnik GmbH in Mertingen im Besitz einer weiteren HSC-Fräsmaschine. Das Modell Datron M8Cube ist für das Highspeed-Cutting (Hochgeschwindigkeitszerspanung), eine innovative Frästechnologie, ausgelegt.

MTS hat sich für ein Bearbeitungszentrum mit extremen Werkzeugdrehzahlen (40.000/

min) und einer vielfach höheren Vorschubgeschwindigkeit entschieden, sodass eine schnellere Bearbeitung mit einer hohen Präzision gewährleistet wird.

Die Maschine ist für die Bearbeitung von Hightech-Materialien mit kleinen Werkzeugen (0,1...20 mm Durchmesser) konzipiert und bietet neue Möglichkeiten beim Fräsen, Bohren und Gravieren. Dünnwandige Leichtbauteile, die z.B. in der Luftfahrtindustrie benötigt werden, sind mit der HSC-Technik kein Problem. Ein Pluspunkt dieser Fräsart ist, dass ein Verzug durch Erwärmung beim Zerspanungsprozess verhindert wird, da die Schnittgeschwindigkeit größer ist als die Wärme-

leitgeschwindigkeit. Geschmiert wird mit Ethanol, der direkt beim Zerspanungsprozess verdunstet und somit keine Rückstände hinterlässt. Dadurch wird der Reinigungsprozess erheblich erleichtert.

MTS kann jetzt Werkstücke mit einer Länge bis zu 550 mm stirnseitig bearbeiten, da die Maschine mit einem vertikalen pneumatischen Spannsystem ausgestattet ist. Ein eingebauter automatischer Zehnfach-Werkzeugwechsler vermeidet außerdem aufwändige Rüstzeiten.

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

Funkempfängerkompendium



Ralf Rudersdorfer
 Elektor-Verlag Aachen
 2. überarbeitete und erweiterte Auflage 2013
 398 Seiten, Hardcover,
 49,90 €
 ISBN 978-3-89576-276-5
 Format 24 x 17,5 x 3 cm

Das Buch wurde von einem erfahrenen HF-Fachmann geschrieben und gliedert sich in vier Kapitel, die tiefgehendes Wissen vermitteln. Stets wird die Theorie nur soweit bemüht, wie es für das Verständnis der vielfältigen Informationen aus der Praxis erforderlich ist - For-

meln tauchen immer nur dann auf, wenn diese unumgänglich oder wirklich sinnvoll sind.

Das erste Kapitel behandelt die „Funktionsweise von Funkempfängern“ und skizziert dazu die bekanntesten Empfängerkonzepte, um dann näher auf den (voll-)digitalen Empfänger einzugehen und einen portablen Breitbandempfänger näher vorzustellen.

Die „Einsatzgebiete und Anwendungen“ der Funkempfänger greift das nächste Kapitel auf; hierzu gehören nichtöffentliche Funkdienste ebenso wie Funküberwachung und Peilung, aber auch der terrestrische Hörrundfunk oder der Zeitzeichenempfang.

Das dritte Kapitel zu Empfänger-messungen ist mit 640 Seiten am umfangreichsten. Der Autor, als Leiter der Fachgruppe „Technik“ am Institut für Nachrichtentechnik und HF-Systeme der Uni Linz auf die Messtechnik spezialisiert, lässt hier kein Thema und kein Detail aus. Dieser umfassende Überblick dürfte einmalig sein. Spätestens hier merkt man,

dass der Titel untertreibt, denn das lateinische compendium (Ersparnis, abgekürzter Weg) meint ein kurzgefasstes Lehrbuch oder Nachschlagewerk.

Ein Kapitel zur betriebspraktischen Bewertung von Empfängern rundet die Beschreibungen ab. Der Autor sperrt hier sein Nähkästchen weit auf.

Der in der zweiten Auflage besonders erweiterte Anhang zeigt beispielsweise die hinter rauschenden und intermodulierenden Zweitoren sowie der Intermodulation steckende Mathematik, geht näher auf die Mischung ein und nennt die Merkmale der Sendarten gemäß ITU RR. Das Stichwortverzeichnis enthält über 1.200 Einträge. Das Werk ist nicht nur verständlich geschrieben, sondern auch gut bebildert und mithin didaktisch gut gelungen.

Fazit: Wer sich für Grundlagen, Anwendungen, Eigenschaften und Bewertungskriterien von Funkempfängern interessiert, ist mit diesem Buch gut beraten. *Si.*

hf-Praxis

ISSN 1614-743X

Fachzeitschrift für HF- und Mikrowellentechnik

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

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

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

• **Erscheinungsweise:**
 monatlich

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

• **Druck:**
 Strube Druck & Medien oHG

• **Auslieferung:**
 VU Verlagsunion KG
 Wiesbaden

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

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

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

RF- und Mikrowellen- Messtechnik neu definiert

Modulare Hardware und offene Software



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

WIRELESS-TECHNOLOGIEN

National Instruments unterstützt zahlreiche Wireless-Standards, darunter:

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

>> ni.com/redefine

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



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.

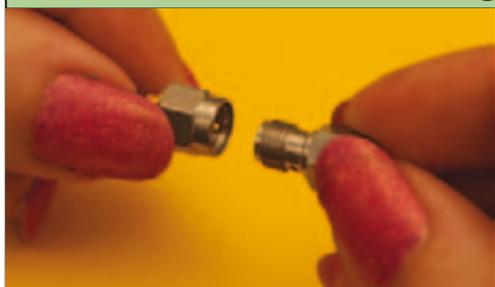


5. Zum Lösen der Verbindung bewegen Sie die Schiebemutter nach vorne. Um zu verhindern, dass die Mutter wieder zurückrutscht, setzen Sie Ihre Finger dabei auf der Feststellmutter auf.



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

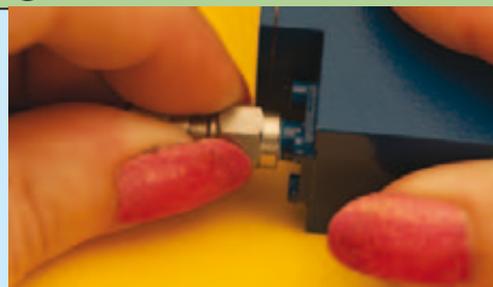
Anleitung zur Handhabung der Schnellsteckverbindungen ("Push-On") **SMA male und **SMA female**. Diese Schnellsteckverbindungen können mit jedem standardmäßigen SMA verbunden werden.**



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.

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.