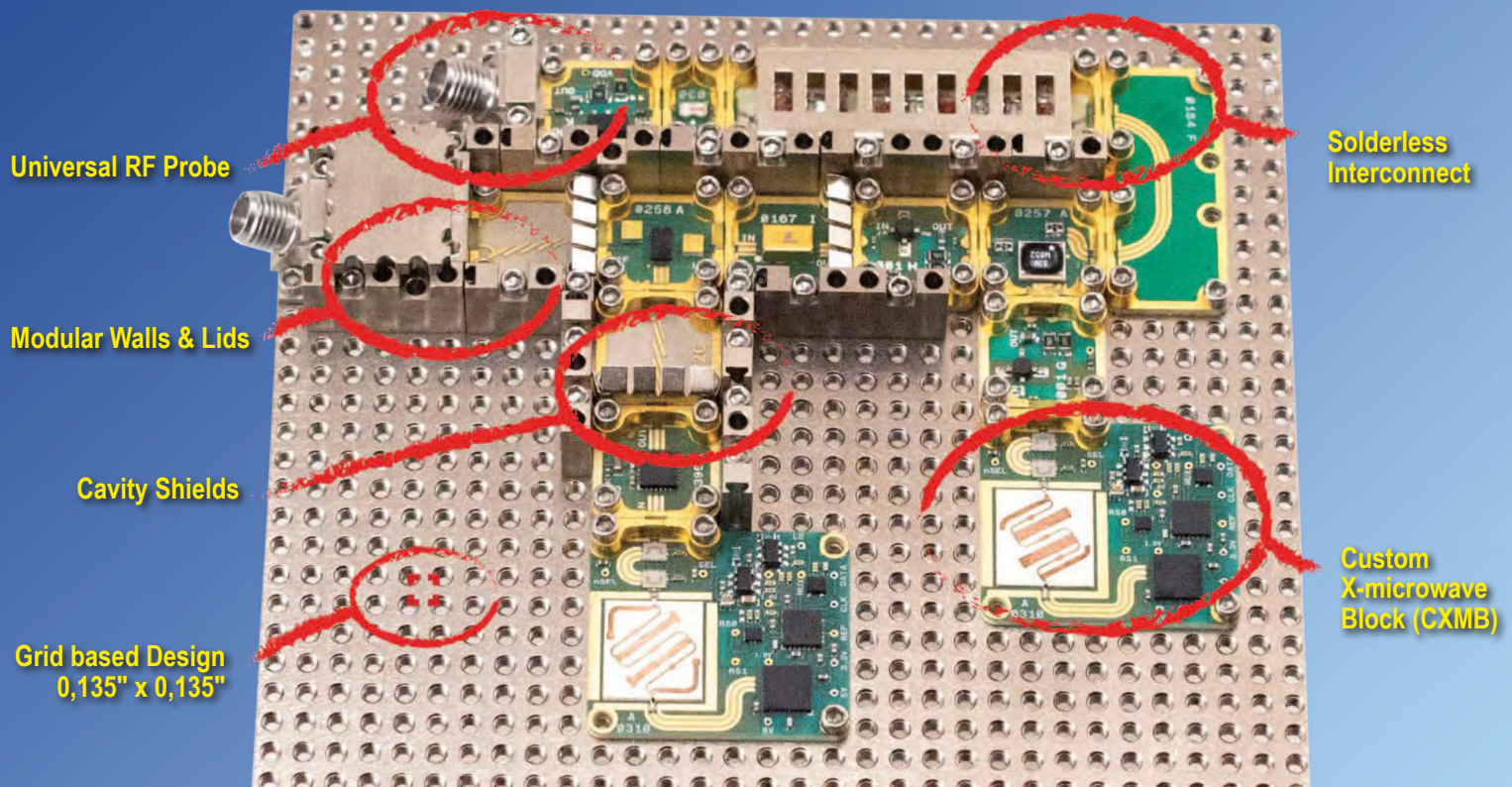


hf-praxis

HF- und Mikrowellentechnik

Rapid Prototyping

Globes, Seite 62



X microwave

GLOBES
ELEKTRONIK

PROGRAMMABLE ATTENUATORS



Now up to 40GHz

- Attenuation Ranges up to 120 dB
- Step Size as Small as 0.25 dB
- Single-Channel and Multi-Channel Models
- USB, Ethernet, RS232 and SPI Control Options



(718) 934-4500 sales@minicircuits.com www.minicircuits.com



587 Rev B_P

DISTRIBUTORS

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

Mini-Circuits Europe

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

municom®

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

Einweihung eines neuen EMV Labors in Neumünster



Dr.-Ing. Stephan Braun
GAUSS INSTRUMENTS International GmbH
<https://www.gauss-instruments.com/>

Viele Jahrzehnte war der Markt für Prüflabore und Zertifizierung eher konservativ. Messungen wurden meistens mit Standardverfahren durchgeführt. Mit der Einweihung des neuen EMV Labors beim VDE in Offenbach 2008 wurden erstmalig Messgeräte mit einer Echtzeitbandbreite von mehr als 100 MHz gezeigt. Darüber hinaus wurde präsentiert, dass sowohl die Messung beschleunigt wird als auch die Messqualität verbessert wird. Die Eröffnung des neuen EMV Zentrums ist damals auf großes Interesse gestoßen. Seitdem setzen immer mehr Labore weltweit auf moderne Messtechnik, die von innovativen oft kleineren Unternehmen stammt, um Ihren Kunden innovative kundenorientierte Testlösungen anbieten zu können. Ein weiterer Schritt war 2018 die Erweiterung des EMV Labors um eine FAR mit einem Messgerät mit über 600 MHz Echtzeitbandbreite, um sowohl EMV Messungen als auch Funkmessungen anbieten zu können.

Gerade innovative EMV Labore setzen moderne Messtechnik ein. Die sich daraus ergebenden vielfältigen Möglichkeiten sind notwendig um in einer globalisierten Welt wettbewerbsfähig zu sein. Neben den etablierten EMV Laboren ist auch eine Vielzahl von jüngeren Unternehmen entstanden. Diese Unternehmen verfolgen neue Ansätze sowohl bei der Messtechnik, als auch

dem Einsatz von neuen Medien. Weitere Stichwörter sind Diversity und Digitalisierung, welche zum Innovationsmotor solcher Unternehmen gehören.

Am 7. Mai fand die Einweihungsfeier eines neuen EMV Labors in Neumünster statt. Die Einladung per Email wurde in genderinklusive Sprache verfasst was durchaus in der EMV Branche modern ist. Die Einweihungsfeier fand digital statt, wobei dies erfrischend modern war. Es wurden auch die Möglichkeiten der Digitalisierung gezeigt, z.B.: EMV Messungen finden in Echtzeit statt und der Kunde im Home Office ist live dabei.

Eine Vielzahl dieser Innovationen bieten auch in Zukunft für alle beteiligten Vorteile um im globalen Wettbewerb zu bestehen. Dies ist nur ein Beispiel wie Innovation, Vielfalt und Digitalisierung die EMV Branche immer mehr verändern.

Der EMV Markt ist mittlerweile ein sehr innovativer Markt geworden. Der Einsatz von Produkten von kleineren innovativen Herstellern sowie innovative Ansätze von Prüfhäusern erhöhen die Wettbewerbsfähigkeit im globalen Umfeld. Auch wenn die heutige Zeit von anderen Themen überschattet ist, helfen gerade Digitalisierung, Innovation und Vielfalt um gemeinsam eine solche Krise zu meistern. ◀

municom[®]
Technische Beratung und Distribution

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



**Wir sind
wie gewohnt
für Sie da.
Bleiben Sie
gesund!**



www.municom.de

municom GmbH
Traunstein · München

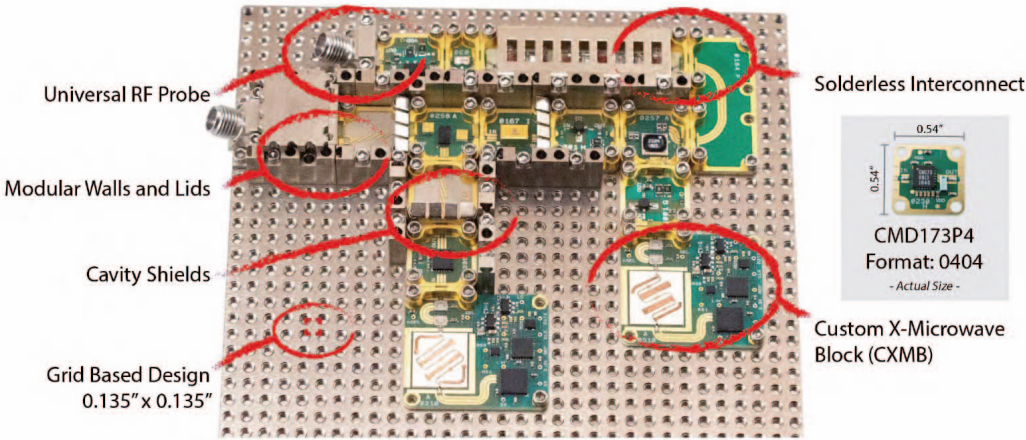
Mail: info@municom.de · Tel. +49 861 16677-99



Rubriken:

- 3 Editorial
- 4 Inhalt
- 6 Titelstory/Impressum
- 8 Messtechnik
- 20 Quarze und Oszillatoren
- 28 HF-Technik
- 34 Wireless
- 36 Antennen
- 40 Bauelemente
- 45 RF & Wireless
- 62 Aktuelles

X-MWsystem Overview



Zum Titelbild: Rapid Prototyping

Mit einer Bibliothek von mehr als 3000 Designs modularer HF- und Mikrowellenkomponenten aller Art ist X-Microwave (Vertrieb: Globes), nach eigenen Angaben, der führende Hersteller von Drop-Ins. 6



Neue Serie passiver Oberschwingungsfilter

Schaffner präsentiert die neue ecosine max Serie passiver Oberschwingungsfilter. Diese neuen Filter wurden entwickelt, um zuverlässig harmonische Oberschwingungen in den anspruchsvollsten Anwendungen zu dämpfen. 42



Schnellere Innovation in der drahtlosen Kommunikation

Keysight Technologies hat den Signalanalysator MXA der X-Serie (N9021B) vorgestellt. Er bietet Design-Validierungs- und Fertigungsingenieuren ein hervorragendes Phasenrauschen bei höheren Frequenzen. Die jüngste Erweiterung der Oszilloskope der Serie UXR von Keysight, das Infiniium-Oszilloskop UXR0051AP, bietet einen Frequenzbereich von 110 GHz und eine Standard-Analysebandbreite von 5 GHz. 12



GNSS-disziplinerter OCXO

Die neueste Ergänzung zum IQD-Produktportfolio an erweiterten Oszillatormodulen sind die disziplinierten OCXOs vom Typ IQCM-112. 24

International News

Always-on Power Limiter



RFMW announced design and sales support for a highpower, SMT RF limiter. The RFuW Engineering model RFLM-102402QF-290, silicon, PIN-Diode limiter module offers both high power CW and peak power protection in the L & S-Band region (1 to 4 GHz). 48

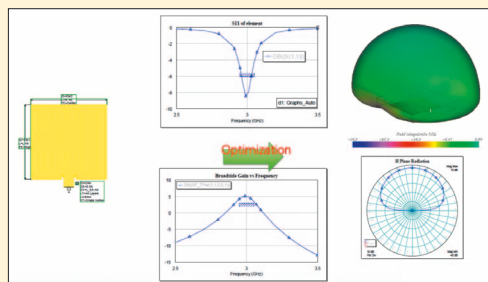
New 4512 MHz VCO



CVC055CC-4512-4512 VCO (Voltage Controlled Oscillator) operates at 4512 MHz with

a control voltage range of 0.3~4.7 V. This VCO features a typical phase noise of -105 dBc/Hz @ 10 KHz offset and has excellent linearity. Output power is typically +4 dBm. 49

mmWave Automotive Radar and Antenna System Development



This application example presents some of the challenges behind developing millimeter-wave (mmWave) radar systems and the antenna array technologies for the next generation of smart cars and trucks. Examples will be presented specifically radar design capabilities within VSS system design software, can be used successfully in ADAS applications. 50

Flexible 0.047 Lowloss Cable Assembly to 67 GHz

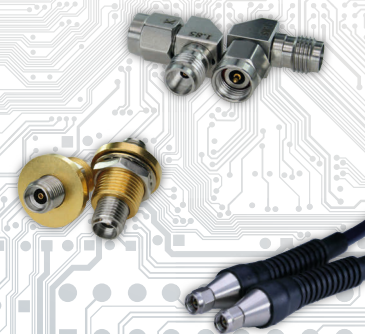
Samtec announced a new flexible lowloss cable assembly with performance up to 67 GHz. The RF047-A cable assembly, using 1.85 mm male and female connectors, operates to 67 GHz with a maximum SWR of 1.4 or better. The connectors are solder clamp designs with fully captivated center contacts. 47



Sehr stabiler Rubidium-Oszillator

Mit den elektronischen Bauelementen und Baugruppen von Suntsu Electronics, Inc. kann CompoTEK neue High-Performance-Technologie anbieten. Um die ständig wachsende Nachfrage nach Frequenzquellen mit höherer Stabilität für Telekommunikationsanwendungen zu unterstützen, brachte Suntsu einen neuen Rubidium-Oszillator (Atomuhr) auf den Markt. 26

JYEBAO



Neue, hochflexible Testkabel von JYEBAO

- Very Flexible (PUR jacket)
- Stainless Precision Connectors used
- Excellent RF performance
- Extra sturdy connector/cable connection (Solder clamp designs)
- Taper Sleeve added
- Intended for lab use/intensive handling

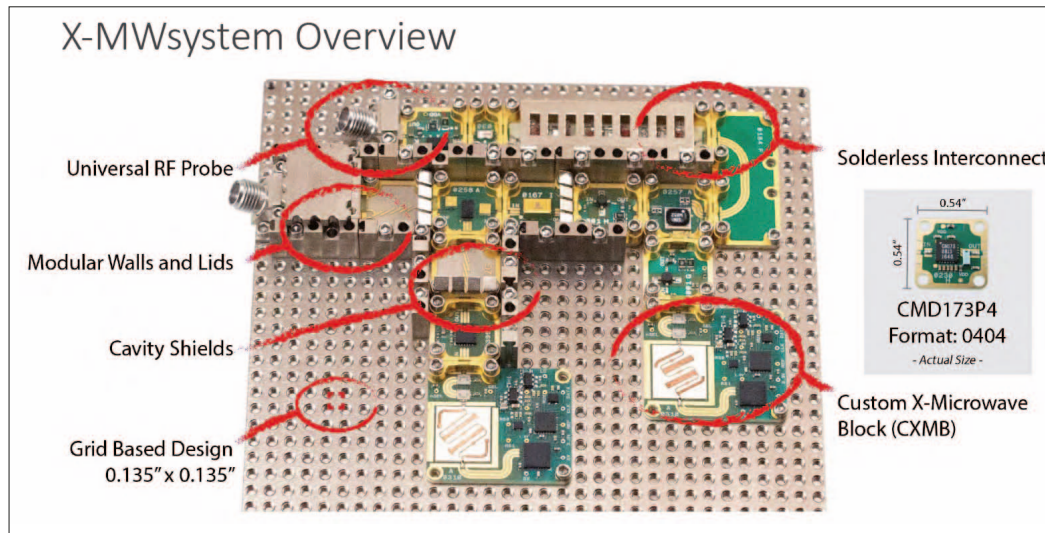


CompoTEK GmbH
Lindwurmstrasse 97a
80337 München

tel +49 89 54 43 23-0
fax +49 89 54 43 23-21

info@compotek.de
www.compotek.de

Prototypen schnell und kostengünstig aufbauen



Mit einer Bibliothek von mehr als 3000 Designs modularer HF- und Mikrowellenkomponenten aller Art ist X-Microwave (Austin, Texas), nach eigenen Angaben, der führende Hersteller solcher Drop-Ins. Im Regelfall werden weitere Designs kostenlos zur Verfügung gestellt, wenn der Anwender der Aufnahme in die Bibliothek zustimmt.

Erstellung von IMA

Das modulare X-MWblocks Design System erlaubt dem Entwickler die Erstellung, den Aufbau von Prototypen und der Serienfertigung von IMA (Integrated Microwave Assemblies) in sehr kurzer Zeit mit äußerst geringem Designrisiko.

Verbinden ohne Löten

Jeder MWblock hat dieselbe Befestigungsart und eine Geometrie, die es erlaubt beliebige Blöcke ohne Löten zu verbinden und zu kaskadieren. So können leicht komplexe Prototypen-Designs auf der Grundplatte mit Spannungsversorgung von der Unterseite aufgebaut werden. Das Design kann leicht auf das Seriengehäuse übertragen werden. Jeder MWblock hat dieselbe einfache coplanare Verbindung zum benachbarten

Block (50 Ohm bis 67 GHz). Die Blöcke werden auf dem Raster der Grundplatte montiert, und sind mit 5Mil separiert. Hergestellt wird dann die Verbindung mittels der lötfreien Ground-Signal-Ground Jumper (gsgJumper), gelötete oder Epoxy -Ribbon- oder Wirebonding. Die gsgJumper werden mir zwei Ankern gehalten und sind sowohl zur Prototypenerstellung als auch für die Serienfertigung bestens geeignet.

Touch-Screen-Interface mit integriertem RaspberryPi Computer

Der X-MWcontroller (XM-RPK-01) ist ein Touch-Screen-Interface mit integriertem RaspberryPi Computer. Es hat ein intuitives User-Interface zur Steuerung der programmierbaren X-Microwave Blocks. Er unterstützt eine Vielzahl von Phase-Locked-Loops (PLLs), PLLs mit integrierten VCOs, Digital-Step-Attenuators, Switches, Phase Shifters, Frequency Dividers, Monolithic Phase Amplitude Controllers vieler unterschiedlicher Hersteller.

X-Microwave bietet Firmen ein kostenloses Web-Training mit bis zu 30 Teilnehmern an ◀

hf-Praxis

ISSN 1614-743X

**Fachzeitschrift
für HF- und
Mikrowellentechnik**

• Herausgeber und Verlag:

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

• Redaktion:

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

• Anzeigen:

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

• Erscheinungsweise:

monatlich

• Satz und Reproduktionen:

beam-Verlag

• Druck & Auslieferung:

Brühlsche
Universitätsdruckerei

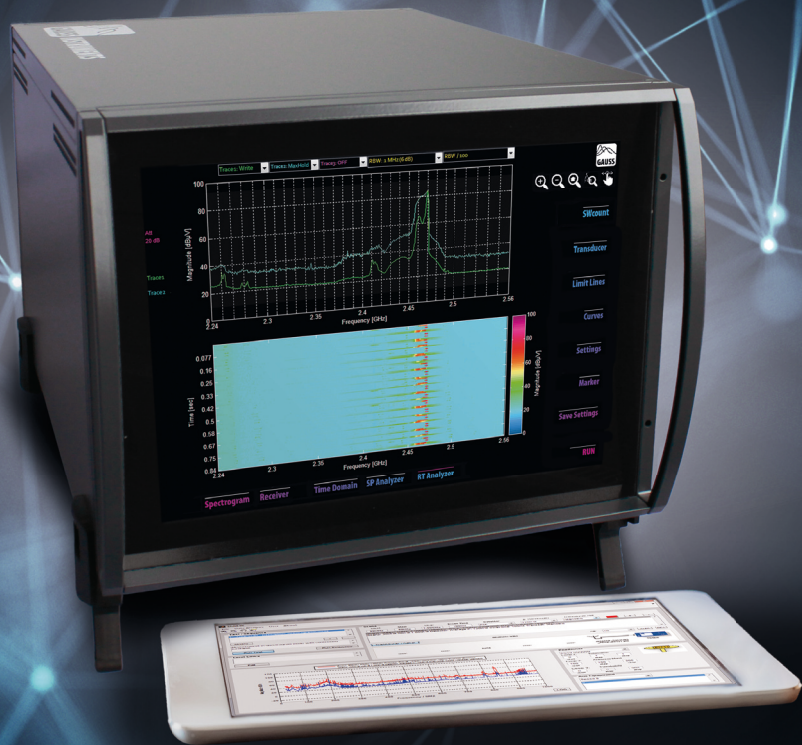
Der beam-Verlag übernimmt trotz sorgsamer Prüfung der Texte durch die Redaktion keine Haftung für deren inhaltliche Richtigkeit. Alle Angaben im Einkaufsführer beruhen auf Kundenangaben!

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.

GLOBES Elektronik
GmbH & Co KG
www.globes.de

THE NEW REFERENCE IN EMC TESTING FOR ALL INNOVATIVE TEST LABS



The outstanding features of the TDEMI® TECHNOLOGY are fully supported and compatible with TILE!™, BAT-EMC, LabVIEW, TDK TESTLAB, RadiMation®, EMI64k, customers' in-house software, ...



685^{MHz}

**REAL-TIME BANDWIDTH
TDEMI® TECHNOLOGY**

40^{GHz}

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

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

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

Test-Endgeräte für Standalone 5G New Radio



NI kündigt eine Standalone-Version ihres Angebots an Test-Endgeräten für das neue 5G-New-Radio-Funknetz an. Background: Bevor sich das 5G-Ökosystem entwickeln kann, müssen Unternehmen Produkte und Dienstleistungen auf die Einhaltung von Standards, die Interoperabilität und die Performance im Betrieb testen und validieren.

Das 5G NR Test UE arbeitet als ein mit dem 3GPP-Release-15-Standard konformes Gerät wie ein Modem oder Mobiltelefon. Das Angebot ermöglicht es Anbietern von Infrastruktur – darunter Makrozellen, Kleinzellen, Pikozen und Femtozellen, Halbleiter und Servicebetreiber – die Leistung unter realen Bedin-

gungen zu testen, zu validieren und zu bewerten. Non-Standalone-5G-NR erleichtert auch weiterhin die anfängliche Einführung von 5G-Technologien, jedoch enthalten Standalone-5G-NR-Netze kritische Elemente, die zur Verwirklichung der vollständigen 5G-Vision notwendig sind, insbesondere in Bezug auf Datendurchsatz und Latenzzeit. NI hatte die NSA-Funktionalität bereits 2019 freigegeben, und nunmehr handelt es sich um eine wichtige Folgeversion, die eine vollständige Abdeckung des 3GPP Release 15 bietet.

Spirent Communications arbeitet mit NI zusammen, um Technologie und Support für 5G-NR zu beschleunigen und eine Lösung bereitzustellen, welche die Leis-

tung von 5G-Geräten validieren und den Kunden in aller Welt Emulationsumgebungen für Ende-zu-Ende-Netzwerke anbieten kann. „Im letzten Jahr entstanden überall auf der Welt 5G-NSA-Implementierungen, aber nennenswerte Einnahmen waren damit kaum zu erzielen“, sagte Clarke Ryan, Senior Director of Product Development von Spirent. „Aber dort, wo die 5G-Entwicklung gut in Gang gekommen ist, ist weltweit ein Ansturm über NSA hinaus auf die Einführung von SA 5G zu verzeichnen, um Umsätze in Branchen wie der Fertigung, der Automobilindustrie, dem mobilen Gaming und darüber hinaus zu generieren.“

Mit der Ankündigung ermöglicht das 5G-NR-Test-UE-Angebot den Benutzern die Evaluierung der Leistung, der Konformität mit dem Standard und der Interoperabilität sowohl für SA- als auch für NSA-5G-Systeme. Es handelt sich um die erste umfassende, per Software upgrade-bare Hardwarelösung, die speziell zur Maximierung der Kosteneffizienz, zur Steigerung der Benutzerfreundlichkeit und zur Aufrechterhaltung einer robusten Funktionalität entwickelt wurde.

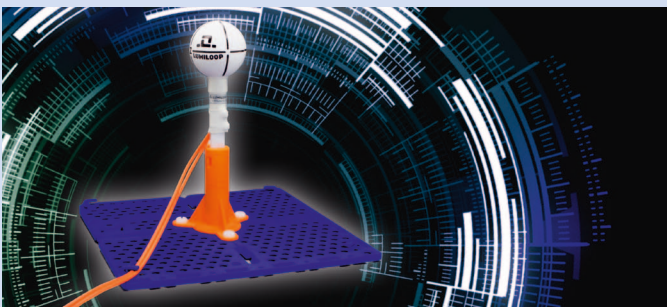
Hauptvorteile von Test-Endgeräten:

- Vielseitige Hardware verkürzt die Entwicklungszeit und maximiert die Hardware-Investitionen mit einem System, das sowohl für Benchmark-Tests im Labor als auch für Feldtests ausgelegt ist.
- Frühzeitiger Zugriff auf Standards bedeutet Zugriff auf standardkonforme Systeme, noch ehe kommerzielle Hardware verfügbar ist, und Software-Upgrades, sobald neue Standards definiert werden.
- Echtzeit-Analytik: Evaluierung des Verbindungsstatus und der Performance in Echtzeit und gleichzeitiges Erstellen von Protokolldateien für die Offline-Analyse und Fehlerbehebung, einschließlich einer beispiellosen Sicht auf Layer 1.

Die Ankündigung der SA-Unterstützung ist das erste größere Software-Upgrade für das 5G NR Test UE-Angebot seit seiner ersten Einführung im Jahr 2019. Weitere Informationen finden Sie unter ni.com/5g-test-ue.

■ NI, National Instruments
www.ni.com

3D-E-Feld-Sonde für 10 Hz bis 8,2 GHz



Für Messaufgaben im Frequenzbereich von 10 Hz bis maximal 8,2 GHz hat Telemeter Electronic die passende Lösung: Die lasergespeiste 3D-E-Feld-Sonde LSProbe 1.2.

Sie gewährleistet ungestörte und hochpräzise Messungen, selbst über einen sehr langen Zeitraum von 24 Stunden oder auch von bis zu 7 Tagen. Die neue LSProbe 1.2 ist ein neu-

artiges SONDENSYSTEM, das auf der Messseite ohne jegliche Spannungsversorgung in Form von Batterien oder Netzteilen auskommt. Diese kompakte Sonde gewinnt Energie aus den Glasfaser-Steuerleitungen zurück und nutzt diese dann für die Messungen. Des Weiteren bietet die LSProbe 1.2 sehr hohe Datenübertragungsgeschwindigkeiten, umfangreiche Messungen im zeitlichen Verlauf von E-Feldern und selbstverständlich auch Messungen des Mittelwertes der X-, Y- und Z-Achsen. Die Sonde ist sofort

betriebsbereit und auch Radarpulsmessungen sind möglich. Durch die große Anzahl an Treibern ist eine einfache und schnelle Anbindung an verschiedene Messsoftware wie z.B. EMC32, Elektra und viele weitere problemlos umsetzbar. Aufgrund der Messrationalisierung und der leichteren Datenübertragung werden Tests effizienter, Anlagen optimal ausgelastet und Messungen einfacher.

■ Telemeter Electronic GmbH
info@telemeter.de
www.telemeter.info

Zweikanal-Oszilloskope mit 200 MHz



Keysight Technologies stellte vier neue Zweikanal-Oszilloskop-Modelle der InfiniiVision 1000 X-Serie mit einer Bandbreite von 50 MHz bis 200 MHz vor, die Messungen und Funktionen auf professionellem Niveau zu einem erschwinglichen Preis bieten. Dazu gehören eine Standard-Decodierfunktion für fünf serielle Datenprotokolle und eine Remote-Verbindung über LAN und USB.

Die neuen Oszilloskope der InfiniiVision 1000 X-Serie verwenden dieselbe Benutzeroberfläche und Messtechnik wie die leistungsfähigeren Keysight InfiniiVision Oszilloskope. Das intuitive Frontpanel, das jetzt in 15 Sprachen erhältlich ist, ist einfach zu bedienen und bietet eine integrierte Hilfefunktion. Diese ermöglicht dem Kunden ein schnelles Verständnis der Oszilloskop-Funktionen und -Optionen und verbessert die Gesamteffizienz des Tests. Sie beinhaltet auch Setup-Tipps für komplexe Analyseoptionen. Sechzehn komplementäre Schulungssignale sind vorinstalliert, um eine schnelle Nutzung der erweiterten Mess- und Analysefunktionen der InfiniiVision 1000 X-Serie zu gewährleisten. Diese Schulungssignale können auch in Verbindung mit dem kostenlosen Schulungskit für Lehrkräfte verwendet werden, dass eine umfassende Labor-Anleitung für Oszilloskope und einen Foliensatz für die Grundlagen des Oszilloskops enthält. Die Bandbreite der neuen InfiniiVision 1000 X-Modelle kann per Software-Lizenz aufgerüstet werden, so dass Kunden die jetzt benötigte Bandbreite kaufen und bei zukünftigen Entwicklungen aufrüsten können. Die Oszilloskope der InfiniiVision 1000 X-Serie sind mit einer Bandbreite von 50, 70, 100 und 200 MHz erhältlich und beschleunigen Innovationen durch:

- die spezielle ASIC-Technologie Keysight MegaZoom IV, die eine Aktualisierungs-

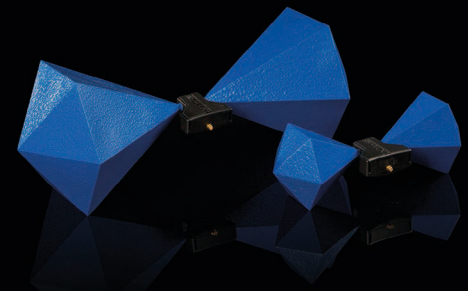
rate von bis zu 200.000 Signalformen pro Sekunde und eine Abtastrate von 2 GSa/s ermöglicht

- Integration von sechs Messgeräten, einschließlich eines Frequenzganganalysators (Bode-Plots), eines 20-MHz-Funktionsgenerators, eines Protokollanalysators, eines digitalen Voltmeters und eines Frequenzzählers, was wertvollen Platz auf dem Labortisch spart
- standardmäßige USB- und LAN-Konnektivität, die es mehreren Ingenieuren ermöglicht, an einem Gerät zu arbeiten, indem sie es über LAN mit dem Netzwerk verbinden und es über einen Internet-Browser fernsteuern
- Messungen und Software-Analysefunktionen auf professionellem Niveau, einschließlich der Fast-Fourier-Transformation (FFT), um den Frequenzbereich zu analysieren und Anomalien aufzudecken, die im Zeitbereich nicht sichtbar sind
- schnelle Analyse und Bestimmung von Signalparametern durch Auffinden von Übersprech- und Verzerrungsproblemen, die durch Nichtlinearität der Verstärker verursacht werden, sowie Pass/Fail-Maschentests mit bis zu 200.000 Tests/s
- standardmäßige Funktionen für serielle Daten, die Trigger und Decodierung für die gängigsten seriellen Protokolle mit niedriger Geschwindigkeit bieten, einschließlich I²C, SPI, UART/RS232, CAN und LIN

Mit der Lister-Funktion können die Benutzer Pakete mit zeitkorrelierten Daten leicht erkennen und Fehler hervorheben.

■ Keysight Technologies Deutschland GmbH
www.keysight.com

ACTIVE AND PASSIVE **BICONICAL** ANTENNAS - BICOLOG



20 MHz - 3 GHz

Highly cost-effective!

Perfect for EMC-Measurements

Including detailed cal-data

Active and passive versions

Compact and robust design

Perfect for lab and field work



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

MADE IN GERMANY

Tools für schnellere Leistungsvalidierung von 5G-Geräten

Keysight Technologies hat neue Benchmarking- und Troubleshooting-Tools vorgestellt, die es Geräteherstellern und Mobilfunkbetreibern ermöglichen, Tests und Berichte über eine Vielzahl von Gerätetypen und -modellen hinweg zu automatisieren.



Das 5G Device Benchmarking Toolset von Keysight beschleunigt die Leistungsvalidierung von 5G-Geräten vor der Markteinführung. Das Toolset kombiniert die UXM 5G Wireless Test Platform von Keysight und Nemo Outdoor mit der neuen Nemo 5G Device Analytics Software, um eine integrierte, laborbasierte Testlösung zu liefern, mit der die Anwender Geräte benchmarken, Fehler beheben, Probleme lösen und letztendlich die Produktquali-

tät verbessern können. Das 5G Device Benchmarking Toolset von Keysight, Teil der Keysight-Suite von 5G-Netzwerk-Emulationslösungen liefert standardisierte automatisierte Berichte, die den Rang und das Ergebnis der getesteten Geräte anzeigen.

Keysight hat die Kerntest-, Mess- und Datenanalysefunktionen aus dem End-to-End-Testportfolio des Unternehmens genutzt, um das neue Toolset zu erstellen. Es ermöglicht die nahtlose Korrelation von Daten, die von einem Prüfling erzeugt wurden, mit Daten, die von einem anderen Prüfling erzeugt wurden. Dies beschleunigt die Ursachen-

analyse und Leistungsbewertung von Geräten in verschiedenen Endbenutzer-Szenarien.

Das 5G Device Benchmarking Toolset von Keysight bietet den Anwendern die folgenden wesentlichen Vorteile:

- Bewertung der Geräteleistung unter verschiedenen emulierten realistischen Betriebsszenarien
- Unterstützung von Testfällen für eine Vielzahl von Leistungsindikatoren (KPIs), wie z.B. erreichter Datendurchsatz, erfolgreiche Zuweisung von Datenressourcen über LTE und 5G sowie Leistungsfähigkeit an den Zellenrändern.

- einfaches Vergleichen eines Prüflings mit einem Referenzgerät, einem Gerät, das ein Modem eines anderen Chipsatz-Herstellers verwendet, einem Gerät, das von einem Wettbewerber angeboten wird, oder einem Gerät, das einen anderen Software-Build verwendet.

Das 5G Device Benchmarking Toolset von Keysight nutzt eine einzige Software-Umgebung, um korrelierte Daten von der 5G-Netzwerk-Emulationslösung von Keysight sowie von jedem Prüfling zu liefern. Es ist die erste End-to-End-Testlösung, die eine vollautomatische Umgebung für ein Ökosystem bietet, das Geräte beliebiger Hersteller oder Geräte, die mit Modems beliebiger Chipsatzhersteller gebaut wurden, benchmarken muss. Dieses Ökosystem, das derzeit aus mehr als achtund-siebzig Anbietern von 5G-Geräten besteht, die 5G-NR-kompatible Geräte in über sechzehn Formfaktoren liefern, expandiert weiter.

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

Jetzt unbedingt auf Windows 10 aufrüsten



Seit dem 14. Januar 2020 hat Windows den Support für Windows-7-Sicherheits-Updates eingestellt, sodass die potenzielle Gefahr besteht, dass über das globale Netzwerk unbefugter Zugriff auf sensible, firmeninterne Daten erfolgen kann. Um sich dagegen

zu schützen, bietet Telemeter Electronic ein zu Windows 10 passendes Update für die nachfolgenden Oszilloskop-Modellreihen: WaveSurfer 510, HDO4000(A), HDO6000(A), HDO8000(A), MDA800(A), HDO9000, WaveRunner 6 Zi, WaveRunner 8000, WavePro 7

Zi-A, SDA 7 Zi-A, WaveMaster 8 Zi-A (-B), SDA 8 Zi-A (-B), LabMaster MCM(A). Da Messgeräte keine reinen PCs sind, kann ein einfaches Upgrade auf Windows 10 das Instrument durch fehlende Treiber, unbekannte Verweise, BIOS-Umstellungen etc. funktionsunfähig machen. Bei einem von Telemeter Electronic durchgeführtem Upgrade, welches die Messgeräte an Windows 10 anpasst, wird unter anderem eine neue Festplatte (SSD) eingebaut. Die bisherige Festplatte mit seinen Daten erhält der Kunde zurück. Ein BIOS Update wird vorgenommen,

gegebenfalls das Motherboard getauscht (je nach Modell) und eine komplette Kalibrierung, falls erforderlich mit Justierung der Kanäle, durchgeführt. Hinzu kommt die spezielle Lizenz für Windows-10-Oszilloskope, die nur an die Messgerätehersteller ausgegeben wird. Software-Optionen einfach nachrüsten: Ein Windows 10 Update wäre ein idealer Schritt, um weitere Software-Optionen einfach und günstig von Telemeter Electronic auf ein Oszilloskop installieren zu lassen.

■ *Telemeter Electronic GmbH*
info@telemeter.de
www.telemeter.info

Ultrabreitband-Signalanalysesystem für den Sub-THz-Bereich



Als einer der Wegbereiter für die Forschung im Terahertz-Frequenzbereich demonstriert Rohde & Schwarz eine Multi-Gigabit-Datenübertragung im D-Band bei 140 GHz. Der Messaufbau besteht aus dem Highend-Signal- und Spektrumanalysator R&S FSW, der mit der Option R&S FSW-B8001 ausgestattet ist und eine bislang unerreichte interne Analysebandbreite von 8,3 GHz unterstützt.

Bei dem Messaufbau wird ein breitbandiges Basisbandsignal über eine R&S TC RSE Converter Box auf die gewählte 140-GHz-Frequenz umgesetzt. Der Analogsignalgenerator R&S SMA100B mit markführender Phasenrauschperformance liefert die Lokaloszillatorfrequenz für den Konverter. Die Übertragung erfolgt über die Luft (OTA), wobei der Konverter an eine Hornantenne angeschlossen ist. Das gesendete Signal wird über eine weitere Hornantenne empfangen und heruntergemischt. Der R&S FSW mit der neuen, einzigartigen 8,3-GHz-Bandbreitenoption R&S FSW B8001 analysiert das Signal und führt Messungen der Signalqualität, wie z. B. des Modulationsfehlers (Error Vector Magnitude, EVM) durch, um die Leistungsfähigkeit der Übertragung zu bestimmen. Es werden verschiedene in der Industrie übliche Modulationsformate präsentiert. Bei dem Setup spielt das neue Vierkanal-Netzgerät R&S NGP800 von Rohde & Schwarz eine wesentliche Rolle für die Versorgung verschiedener Bauteile und Komponenten.

Einstieg in die THz-Frequenzen

Rohde & Schwarz unterstützt den Einstieg in die Forschung bei THz-Frequenzen:

Mit der fortschreitenden Entwicklung der drahtlosen Kommunikation und der Sensortechnologien wird der Bedarf an höheren Bandbreiten deutlich. Diese Entwicklungen treiben die Frequenzgrenzen in den Sub-THz- und THz-Bereich und machen zur Fortsetzung des mit 5G begonnenen Prozesses OTA-Tests zwingend erforderlich. Bei diesen Frequenzen steigt der Integrationsgrad der HF-Frontends noch weiter, und ihre Charakterisierung hinsichtlich Signalqualität (EVM) und Außerbandausstrahlungen (ACLR, SEM, Nebenwellen) erfordert einen flexiblen OTA-Messaufbau, der einen weiten Frequenzbereich vom Mikrowellen- über den Millimeter- bis in den Sub-THz-Bereich abdeckt.

Der Aufbau lässt sich leicht in das Antennentestsystem R&S ATS1000 installieren. Somit können die Entwickler HF-Frontend-Prototypen und Referenzdesigns zur Verwendung bei zukünftigen Geräten definieren, die Mobilfunk und sonstige drahtlose Kommunikationstechniken unterstützen und weitaus größere Bandbreiten nutzen. Der IEEE-Standard 802.11ay erlaubt beispielsweise das Zusammenfassen von mehreren Kanälen (Channel Bonding), wobei schon heute ein Signal mit einer Bandbreite von mehr als 8 GHz entsteht. Der R&S FSW ist gegenwärtig der weltweit einzige Signal- und Spektrumanalysator, der die für solche Anwendungen erforderliche Bandbreite intern unterstützt und damit komplexe Messaufbauten in F&E-Projekten erheblich erleichtert.

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

Ihr Partner für EMV und HF

Messtechnik-Systeme-Komponenten

EMV- MESSTECHNIK

Absorberräume, GTEM-Zellen
Stromzangen, Feldsonden
Störsimulatoren & ESD
Leistungsverstärker
Messempfänger
Laborsoftware



POSITIONING - TIMING - NAVIGATION

GPS/GNSS Simulatoren
Störsignal-Simulatoren
Enterprise NTP Server
Taktgeber Oszillatoren
PTB Masterclocks



HF- & MIKROWELLEN- MESSTECHNIK

Puls- & Signalgeneratoren
Feldmessung
Netzwerkanalysatoren
Spektrumanalysatoren
Leistungsmessköpfe
HF-Schaltfelder



HF- & MIKROWELLEN- KOMPONENTEN

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



Schnellere Innovation in der drahtlosen Kommunikation



Keysight Technologies hat den Signalanalysator MXA der X-Serie (N9021B) vorgestellt. Er bietet Design-Validierungs- und Fertigungsingenieuren ein hervorragendes Phasenrauschen bei höheren Frequenzen und enthält Software, die die Arbeitsabläufe verbessert und gleichzeitig die neuen 3GPP-5G-NR-Funkstandards erfüllt. Verschiedene Bereiche, von Wireless bis hin zur Satellitenkommunikation, benötigen eine größere Analysebandbreite, um den Anforderungen an einen höheren Datendurchsatz gerecht zu werden.

Der neue Keysight Signalanalysator MXA der X-Serie (N9021B) bietet einen verbesserten Frequenzsweep-Algorithmus, der die Testzeit verkürzt und gleichzeitig eine kompromisslose Leistung bietet. Die Hochfrequenz- (HF-) und Millimeterwellen-Analysen (mmWave) erfüllen die Anforderungen von Ingenieuren, die Hochfrequenz-Wireless-Geräte der neuesten Generation entwerfen und bereitstellen. Dazu gehören:

- Fortschritte bei der Designverifikation und Herstellung von Wireless- und Satellitenkommunikation mit der größten Analysebandbreite seiner Klasse und hervorragendem Phasenrauschen bei hohen Frequenzen
- Eliminierung der Komplexität anspruchsvoller Signale durch die Kombination eines Echtzeit-Spektrogramms (RTSA) mit der Software PathWave 89600 VSA von Keysight

- Gewinnung von Messtechnik-Knowhow und Bereitstellung reproduzierbarer Ergebnisse mit den bewährten Messanwendungen der PathWave X-Serie
- Maximierung der Flexibilität von Testgeräten mit einer Vielzahl von Anwendungen der PathWave X-Serie mit Lizenzbedingungen, die die gemeinsame Nutzung von Anwendungen zwischen Signalanalysatoren der X-Serie und PXIe-Geräten ermöglichen

Der neue Signalanalysator MXA der X-Serie (N9021B) bietet die folgenden Hauptmerkmale:

- Frequenzbereich von 10 Hz - 50 GHz; erfüllt die Spezifikationsanforderungen sowohl für 5G NR FR1 als auch für FR2
- Signalerfassung mit erweiterter Analysebandbreite von bis zu 510 MHz und einem SFDR besser als 72 dB
- beste HF-Leistung der Klasse mit einem SSB-Phasenrauschen (Single Sideband) von -129 dBc/Hz (1 GHz, 10 kHz Offset) für bessere EVM-Messungen (5G NR EVM unter 1 %).
- Echtzeit-Spektrogrammanalyse (RTSA) im gesamten Band zur Erfassung schwer zugänglicher oder transientscher Signale
- schnelle, genaue Signal- und Spektralmessungen zur Erhöhung des Durchsatzes und der Ausbeute bei gleichzeitiger Minimierung der Kosten in der 5G-Fertigung

Oszilloskope für schnellere Entwicklung von mmW-Anwendungen

Keysight Technologies hat ein neues kostengünstiges und flexibles Einkanal-Messgerät angekündigt, das speziell für die schnellere Entwicklung von Millimeterwellen-Kommunikations-, Satellitenkommunikations- und Radaranwendungen der nächsten Generation entwickelt wurde.

Die jüngste Erweiterung der Oszilloskope der Serie UXR von Keysight, das Infiniium-Oszilloskop UXR0051AP, bietet einen Frequenzbereich von 110 GHz und eine Standard-Analysebandbreite von 5 GHz. So wird eine schnelle, kostengünstige und flexible Analyse von Breitbandmessungen ermöglicht. Die Oszilloskope der Serie UXR von Keysight mit der optionalen Millimeterwellen-Breitbandanalyse-Funktion bieten die Signalintegrität, Vielseitigkeit, Finanzierbarkeit und Leistung, die erforderlich sind, um Signal-, Spektrum- und Digitalfunktionen in einem einzigen Gerät zusammenzuführen.

Die wichtigsten Merkmale und Vorteile des UXR0051AP sind:

- -158 dBm/Hz durchschnittlicher Rauschpegel (DANL) von 28 bis 85 GHz, was EVM-Messungen (Error Vector Magnitude) in der Qualität eines goldenen Empfängers bei Breitbandsig-

gnalen mit geringer Leistung ermöglicht

- direkte Messung von Breitbandsignalen mit einer Bandbreite von bis zu 10 GHz und Grundfrequenzen bis zu 110 GHz, ohne dass externe Downconverter erforderlich sind
- Möglichkeit zur sofortigen Erweiterung auf zwei unabhängig konfigurierbare, phasenkohärente Kanäle zur einfachen Unterstützung von MIMO-Messungen
- hochauflösender 10-Bit-Analog/Digital-Wandler mit 16-Bit-Digital-Downconversion
- I/Q-Datenausgang zur Gewährleistung einer hohen Millimeterwellen-Messgenauigkeit
- 256 GSa/s Echtzeit-Abtaststraten oder 3200 MSa/s komplexe Abtaststraten liefern den größten Frequenzbereich von 110 und 2,16 GHz DDC-Analysebandbreite
- flexible Lizenzierungsoptionen für Millimeterwellen-Erweiterung und DDC-Bandbreite ermöglichen Leistungsfähigkeit und Finanzierbarkeit für Oszilloskop-basierte Millimeterwellen-Breitbandanalyse

■ Keysight Technologies
Deutschland GmbH
www.keysight.com



HF-Instrumente mit Spitzenfrequenz



Siglent Technologies hat zwei neue HF-Analysatoren mit einer Spitzenfrequenz von 7,5 GHz auf den Markt gebracht. Es handelt sich um den Spektrum- und Vektor-Netzwerk-Analyzer SVA1075X (SVA1000X-Serie) und den Spektrum-Analyzer SSA3075X Plus (SSA3000X-Plus-Serie). Alle Geräte der Serien SVA1000X und SSA3000X Plus sind leistungsstarke und flexible Werkzeuge für die Prüfung von Rundfunk- und HF-Geräten

Mehrere Betriebsarten

Die Geräte der SVA1000X-Serie bestehen aus einem Basismodell (gesweepeter Super-Heterodyn-Spektrum-Analysator und Vektor-Netzwerk-Analysator), optional hinzu kommen ein Distanz-Fehlerortungsgerät basierend auf einem Frequenzbereichs-Reflektometer sowie einen Modulations-Analysator. Die Geräte der SSA3000X-Plus-Serie sind Spektrumanalysatoren, deren optionale Funktionen die HF-Leistungsmessung, Vektorsignalmodulationsanalyse, Reflexionsmessung und den EMI-Test umfassen. Mit den neuen Modellen SVA1075X und SSA3000X Plus wurden die Serien erweitert und sind nun auch für Anwendungen im 5G-Bereich gerüstet.

Mit den Geräten SVA1075X und SSA3000X Plus erweitert Siglent Technologies nicht nur

sein Produktportfolio, der chinesische Hersteller stärkt mit den neuen hochfrequenten Analysatoren auch seine Position im Mittelklassesegment der HF-Messtechnik. Bis zu 7,5 GHz Bandbreite, automatische Messfunktionen und ein komfortables Bedienkonzept – damit stehen die Siglent-Geräte schwererwichtigeren „Messgeräte-Kollegen“ in wenig nach.

Leistungsstarke Messfunktionen

Die Geräte der SVA1000X-Serie vereinen fünf leistungsstarke Messfunktionen in einem Gerät:

- Vektor-Netzwerk-Analyse
- EMI-Pre-Compliance-Test
- Distance-to-Default
- Spektrumanalysator
- Modulationsanalysator

In einem optionalen Mess-Kit sind zusätzlich enthalten: CHP/Kanal-Leistung, ACPR/Adjacent Channel Power Ratio, OBW/Occupied Bandwidth, CNR/Carrier Noise Ratio, Time-Domain-Power, Harmonische, TOI/Third-Order Intercept, QAM. In einem optionalen EMI-Pre-Compliance-Test-Kit sind enthalten: EMI-Filter und Quasi-Spitzenwert-Detektor, Log-Scale, Limit-Line EasySpectrum-Software.

Im Rahmen von Pre-Compliance EMV-Vormessungen lassen sich Störquellen frühzeitig auffinden und die Wirksamkeit von Anpass-

sungen in der Entwicklung verifizieren. Dadurch können im Idealfall der wiederholte Gang ins Prüflabor und die Kosten für ein spätes Re-Design eingespart werden. Die Geräte sind mit einem 10,1-Zoll/25,7-cm-Multi-Touchscreen (1024x600) ausgestattet und arbeiten mit Maus- und Keyboard-Unterstützung. Neben den Standardschnittstellen USB Host und Device, Ethernet/LAN Schnittstellen verfügen sie optional über GPIB. Eine Fernsteuerung ist mit Web-Browser per PC und Mobil-Terminals möglich.

Digitale IF-Technik

Die Geräte der SSA3000X-Plus-Serie sind ausgestattet mit komplett digitaler IF-Technik, sie haben einen Frequenzbereich von 9 kHz bis 7,5 GHz, eine

Gesamt-Amplitudengenauigkeit von <0,7 dB und eine Auflösungsbreite von 1/10 Hz bis 1 MHz. Neben den Standardfunktionen gibt es eine Reihe optionaler Funktionalitäten wie hochfrequente Leistungsmessung, Vektorsignal-Modulationsanalyse, Reflexionsmessung und EMI-Test.

Anwendung

finden die Geräte der SSA3000 Plus-Serie in zahlreichen Bereichen wie z.B. Broadcast-Überwachung/-auswertung, Standortüberwachung, S-Parameter-Messung, Analog-/Digitalmodulationsanalyse, Forschung und Entwicklung, Schulung, Produktion und Warten.

■ Meilhaus Electronic GmbH
sales@meilhaus.de
www.meilhaus.de



e-MECA.com

MECA Electronics, Inc.
Microwave Equipment & Components of America



5G
Millimeter Wave

Bessere Kommunikations-Lösungen Millimeterwellen & 5G

Leistungsteiler, Adapter, Isolatoren, Bias Tees, DC Blocks, Dämpfungsglieder/Lasten und Koppler. (SMA, 2.4 & 2.92 mm)





Industrial Electronics GmbH
Tel. +49 6122 726 60 0





Melatronik Nachrichtentechnik GmbH
Tel. +49 8932 107 6



RFMW Deutschland
Tel. +49 (0)8031 7969240

Multi-Terabit-Testlösung für Rechenzentren und Netzwerke



Keysight Technologies hat das 100-Gigabit-Ethernet-Testsystem UHD100T32 vorgestellt, das industrieweit erste Testsystem, das speziell dafür entwickelt wurde, Rechenzentrumsbetreiber und Hersteller von Netzwerkgeräten bei der Validierung von 100GE-Geräten und -Netzwerken zu unterstützen und dabei die Herausforderungen hinsichtlich Dichte und Kosten pro Bit zu meistern.

Mit dem Masseneinsatz in modernen Rechenzentren sind die 100GE-Technologien mittlerweile ausgereift. Anbieter von Cloud-Diensten, Kommunikationsdienstleister und Hersteller von Netzwerkgeräten sehen

sich nun mit Dichte- und Kostendruck für ihre Testinfrastruktur konfrontiert. Dies führt in der Regel zu einem Kompromiss bei den Testzyklen und dem Einsatz von Testsystemen und -methoden, die keine umfassende Qualitätskontrolle ermöglichen.

Keysights neues Testsystem UHD100T32, das gemeinsam mit Barefoot Networks, einem Unternehmen von Intel, entwickelt wurde, ist eigens für die Anforderungen des modernen Netzwerkinfrastruktur-Ökosystems konzipiert. In einer platzsparenden 1U-Box erhalten die Anwender die Rechenleistung für 3,2 Tbps Leitungsgeschwindigkeits-Testtraffic aus

32 100GE-Ports: eine Voraussetzung für die Validierung der Leistung von Geräten mit extrem hoher Dichte, wie sie in heutigen Rechenzentren und in der Fertigung bei Full-Box-Tests in Produktionslinien zu finden sind.

Da alle Fan-out-Geschwindigkeiten (50/40/25/10GE) unterstützt werden, verfügt der UHD100T32 über die Flexibilität, alle Geschwindigkeiten in der Struktur eines Rechenzentrums zu testen. Er enthält außerdem die bewährte Technologie von Keysight zur Generierung und Analyse von Layer-2/3-Traffic sowie RFC-2544-Tests zum Benchmarking von Durchsatz und Latenz der Geräte. Opti-

onale Routing-Protokolle sind für OSPF (Open Shortest Path First), BGP (Border Gateway Protocol) und ISIS (Intermediate System to Intermediate System) verfügbar, die es den Anwendern ermöglichen, für Konvergenztests die Steuerungsebene bis zur Datenebene zu emulieren. Ein clientloser Betrieb über eine Web-Schnittstelle und eine moderne REST-API (Representational State Transfer Application Programming Interface) ermöglichen kürzere Testzeiten und eine einfache Automatisierung.

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

Zeit und Kosten sparen bei Aufbau und Test von Prototypen

Keysight Technologies hat ein neues Add-on zum PathWave Advanced Design System (ADS) angekündigt, das es Entwicklern ermöglicht, Pre-Compliance-Tests an virtuellen Prototypen von Schaltnetzteil-Designs (Switched-Mode Power Supply, SMPS) durchzuführen. Diese neue Funktion spart Zeit und Kosten für den iterativen Aufbau und den Test von physischen Prototypen.

Die Nachfrage nach Schaltnetzteilen wird durch den Bedarf an höherer Effizienz, höherer Leistungsdichte und niedrigeren Kosten angetrieben. Aufgrund der hohen Leistung

und des hohen Wirkungsgrades werden zukünftige Anwendungen von schnellen, verlustarmen Schaltern aus Siliziumkarbid (SiC) und Galliumnitrid (GaN) versorgt. Allerdings gibt es unerwünschte Nebenwirkungen der hohen Stromanstiegsrate, wie z.B. die erschwerte Einhaltung der Spezifikationen für elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).

Die Pre-Compliance-Analyse eines „virtuellen Prototyps“ ist ideal für die Bewältigung dieser Herausforderung. Bisher erforderte dies jedoch Erfahrung mit einem komplizierten, universellen elektromagne-

tischen (EM) Feldlöser. Um diesem wachsenden Bedarf gerecht zu werden, hat Keysight die Power Electronics Professional (PEPro) Software des Unternehmens um eine EMV-Funktion erweitert, die als Add-on zu PathWave ADS erhältlich ist.

Diese neue Funktion umfasst die automatische Einrichtung ohne Unterstützung seitens eines Experten sowie vorgefertigte Prüfstände, Fernfeldanalysen im Frequenzbereich, die reale Tests nachahmen, und den Vergleich mit gesetzlich vorgeschriebenen Prüfmaschinen. Die Design-Lösungen

von Keysight im Bereich der Leistungselektronik ermöglichen die Realisierung von Leistungsbauelementen über den gesamten Workflow von der Simulation, dem Design und der Verifikation bis hin zur Fertigung, Bereitstellung und Optimierung.

Keysight bietet mit seinem PathWave Advanced Design System eine vollständige Umgebung zur Co-Simulation elektromagnetischer Schaltungen.

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

Messung und Verbesserung der operativen Sicherheit



Keysight Technologies stellte Breach Defense vor, eine Plattform für Sicherheitsmaßnahmen (SecOps) für eine verbesserte Effektivität der operativen Sicherheit. Ein integraler Bestandteil der neuen Plattform ist die Lösung Threat Simulator für die Simulation von Sicherheitslücken und -angriffen, die es den Teams für Netzwerk- und Sicherheitsoperationen ermöglicht, die Wirksamkeit der operativen Sicherheit zu messen, indem sie die neuesten Angriffe und Exploits in Live-Netzwerken sicher simulieren.

Immer komplexere Netzwerkumgebung

Die Teams für die operative Sicherheit sind mit einer zunehmend komplexen Netzwerkumgebung konfrontiert, die ständig von einer Flut von Cyber-Bedrohungen von innerhalb und außerhalb ihrer Organisationen angegriffen wird. Die kürzlich durchgeführte Keysight-Umfrage „Security Operations Effectiveness“ kam zu den folgenden Ergebnissen:

- Gute Security-Tools schützen nicht immer wie erwartet: 50 % der Befragten gaben an, dass ihre Security-Lösung bei einem Sicherheitsverstoß nicht wie erwartet funktioniert hatte.
- Die meisten Unternehmen überprüfen nicht, ob ihre Security so funktioniert, wie sie sollte: Nur 35 % der Befragten haben testbasierte Beweise, die belegen, dass ihre Security-Produkte korrekt konfiguriert sind und funktionieren.
- Die meisten Unternehmen verstehen den Wert von Security-Tests: 86 % der Befragten gaben an, dass sie eine Lösung schätzen würden, die Schwachstellen in der Sicherheitslage eines Unternehmens aufspürt und beheben hilft.

Vertrauen, dass Security Tools schützen

Threat Simulator vermittelt das Vertrauen, dass die Security Tools wie beabsichtigt schützen. Die Threat-Simulator-Lösung von Keysight bietet den Teams für die operative Sicherheit in Unternehmen eine Methode zum Testen von Security-Tools, um deren Effektivität beim Schutz des Unternehmens zu bestimmen. Sie bietet eine kontinuierliche, automatisierte Sicherheitsbewertung von End-to-End-Sicherheitsinfrastrukturen in Produktionsnetzwerken und ermöglicht es Unternehmen, schnell Lücken und Umgebungsdrift von Sicherheitskonfigurationen zu erkennen. Diese sind in der Regel das Ergebnis einer Änderung durch jemanden in der IT oder einer verwandten Gruppe ohne böswillige Absicht. Eine patentierte Empfehlung-Engine bietet klare Abhilfeschritte.

Der auf einer Software-as-a-Service-Plattform basierende Threat Simulator verwendet eine Reihe von schlanken Agenten, um Angriffe auf ein Live-Netzwerk zu simulieren, ohne die Produktionsserver oder Endpunkte der Malware oder Angriffen auszusetzen. Der Threat Simulator verfügt über eine Bibliothek von Bedrohungssimulationen, die vom erfahrenen Application and Threat Intelligence Research Center von Keysight ständig aktualisiert wird. Ein integriertes Dashboard erleichtert die Durchführung von Bewertungen, das Aufspüren von Schwachstellen und das gezielte Aufdecken von Problemen.

Breach Defense Suite – ThreatARMOR

Neben dem Threat Simulator umfasst die Keysight SecOps-Plattform Breach Defense auch ThreatARMOR, ein Gateway zur Auswertung von Bedrohungen. ThreatARMOR kann den Datenverkehr von bekannten böswärtigen IP-Adressen mit Leitungsgeschwindigkeit blockieren, böswärtige IP-Adressen blockieren, infizierte interne Geräte identifizieren und daran hindern, mit bekannten Botnet-C&C-Servern zu kommunizieren, den Datenverkehr nach geografischen Gesichtspunkten blockieren und ungenutzten IP-Bereich / nicht zugewiesene IP-Adressen und gekaperte Domänen aus einem Netzwerk blockieren.

■ Keysight Technologies Deutschland GmbH
www.keysight.com



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

NEU - Vollständig gefiltertes USB 3.1 Gen 1 Modul

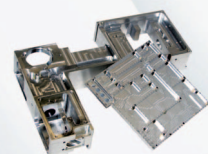
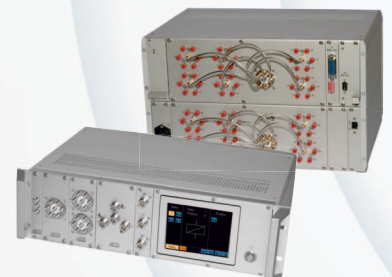
Für die Prüfung von Geräten mit hohen Datenraten unter abgeschirmten Bedingungen. Abschirmwirkung >80 dB bei bis zu 6000 MHz.



Mobilfunk- & EMV-Messtechnik



Schalten & Verteilen von HF-Signalen



Mechanik Präzisionsfrästeile & Gehäuse



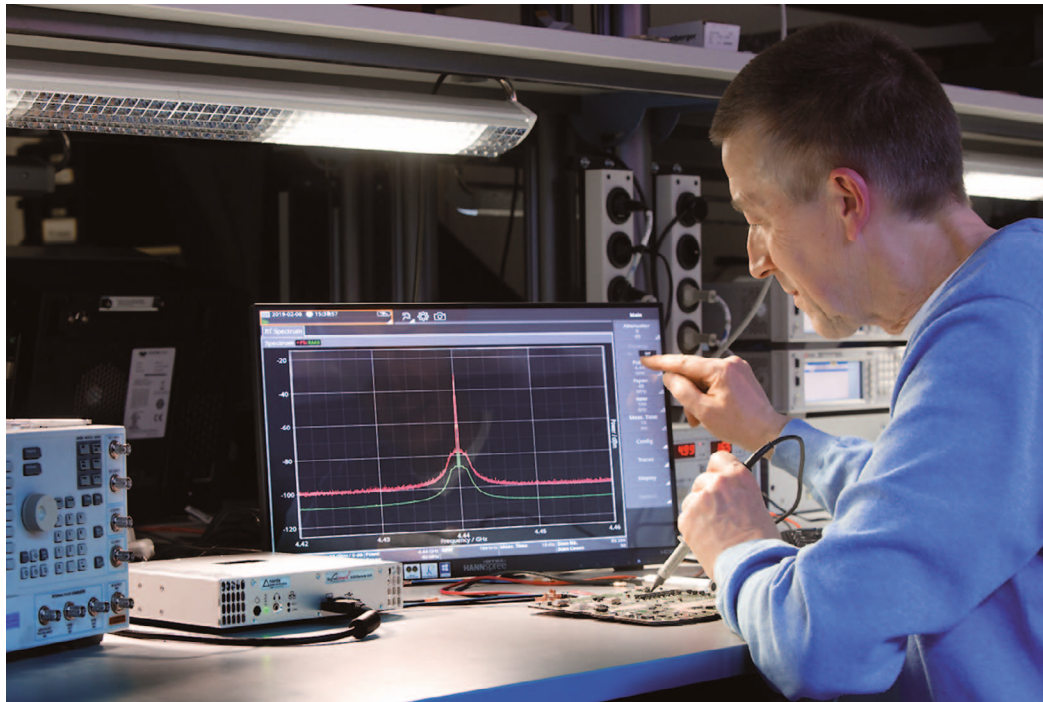
HF-Komponenten & Distribution von IMS Connector Systems



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



High-Performance Analyzer als offene Plattform



SignalShark-Familie – High-Performance Analyzers mit Bestnoten in punkto Dynamik, Empfindlichkeit und Echtzeit-Bandbreite

Narda Safety Test Solutions
GmbH
www.narda-sts.com

Der Realtime Spectrum Analyzer SignalShark von Narda Safety Test Solutions ist als offene Plattform konzipiert. Mit der Integration eines leistungsfähigen Computers samt Windows 10 hat sich der HF-Messtechnikspezialist dafür entschieden, nicht weniger als die

Systemgrenzen seiner Messinstrumente-Familie aufzuheben. Im Gegensatz zu den geschlossenen Systemen seiner Wettbewerber sind die Möglichkeiten durch die Flexibilität der Open Platform für Messtechniker und Systemintegratoren nahezu unbegrenzt. Denn das Gros der

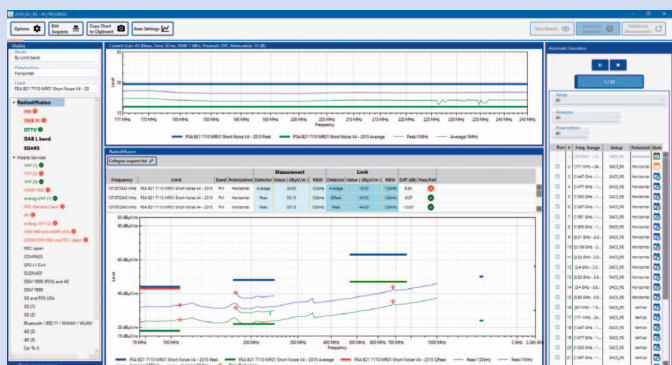
Anwendungen läuft heute mithilfe seiner jeweiligen Software ausschließlich auf Windows-Rechnern – und damit auch auf dem SignalShark. Als eines seiner Alleinstellungsmerkmale hat der High-Performance Analyzer einen solchen gleich mit an Bord.

Endlos erweiterbar

Unabhängig von vorgegebenen spezifischen Dateiformaten kann der Anwender Messergebnisse analysieren und archivieren, visualisieren und exportieren. Ohne Zwischenschritt über externe PCs und, wenn er das will, sogar automatisch in seinem Wunschformat bis hin zur Präsentationsqualität. Und für individuelle Dienste hat er die Möglichkeit, einfach eigene Software-Pakete auf seinen Analyzer aufzuspielen. Die Freiheit, zusätzliche Sensoren oder Messmodule, etwa für Sonderparameter bei seltener anstehenden Messungen, anzudocken, ist immens. Ebenso kann der Nutzer fast nach Belieben Peripheriemodule wie Drucker, Displays oder eine Maus inklusive Treiber anschließen.

„Offen“ bedeutet, dass die SignalShark-Familie über Standardsprachen kommuniziert

BAT-EMI – Automotive by Band



Hinter „Automotive by Band – BAT-EMI“ verbirgt sich eine aktuelle Neuerung von Nexio: Als ein weiteres Modul der BAT-EMC, der EMV-Auto-

mations-Software, dient das BAT-EMI-Modul

„Automotive byBand“ zur optimalen Messung und Erstel-

lung von Prüfberichten entsprechend der vielfältigen Anforderungen der Automobilhersteller. Es optimiert die Automotive-Standards und bringt eine Zeitersparnis für Testergebnisse nach den Herstellervorgaben.

Weitere Features sind:

- Ergonomie des vereinfachten Ausführungsmoduls (nach Band), neuer Ansatz, neue Berichts-Engine (schnelle und flexible Berichterstellung)
- Orientierung näher an Automotive-Standards

- reduzierte Testzeiten und schnelle Berichterstellung
- integrierte Automotive-Prozeduren (Peak 120k, Peak/QPeak, automatisch Nachmessung)
- Worstcase-Berechnung mehrerer Tests
- Tabellenergebnis nach Band mit automatischem Pass/Fail
- Konsolidierung der Ergebnisse auf Kampagnenebene im Bericht

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

EASA-ADS-B-Mandat

An alle Avionik-Experten: Das bevorstehende EASA-Mandat besagt, dass Flugzeuge mit einem Gewicht von mehr als 5700 kg oder einer maximalen Geschwindigkeit von mehr als 250 Knoten verpflichtend einen Transponder mit ADS-B-Out-Funktionalität benötigen. Das genaue und effiziente Testen von ADS-B-Installationen und der Systemleistung ist heute wichtiger denn je. Aeroflex Test Solutions gehört nun zu Viavi Solutions und bietet eine breite Palette von innova-



tiven Avionik-Testlösungen für mobile und stationäre Anwendungen an. In enger Zusam-

menarbeit mit OEMs und Anwendern entwickelt Viavi seine umfassenden und benut-

zerfreundlichen Lösungen ständig weiter, um den langfristigen Bedürfnissen der Luftfahrtindustrie gerecht zu werden. Die Emco Elektronik GmbH ist lokaler Ansprechpartner für die Produkte aus dem Hause Viavi Solutions in Deutschland und steht als kompetenter Ansprechpartner zur Verfügung.

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

sowie gängige Formate nutzt und unterstützt, wie sie auch in der Wissenschaft gebräuchlich sind. Das heißt auch, dass die Palette an Erweiterungsmodulen natürlich markenfremde Nicht-Narda-Erzeugnisse miteinschließt. Als vermeintliche Kehrseite ihrer außergewöhnlich hohen Freiheitsgrade müssen Nutzer dabei keineswegs mit einer Art Bausatz vorliebnehmen. Mitnichten. Vielmehr können sie den Spektrumanalysator mit Bestwerten in puncto Geschwindigkeit und Echtzeit-Bandbreite, Dynamik und Empfindlichkeit ab Werk ohne aufwendiges Einrichten oder Konfigurieren sofort in Betrieb nehmen und uneingeschränkt einsetzen.

Unschlagbares Betriebssystem

Nardas Strategie hinter der offenen Plattform folgt einer einfachen Überlegung: Aufgrund der enormen Vielfalt an potenziellen Anwendungen muss es geradezu illusorisch erscheinen, dem Messtechniker eine für alle Praxisfälle zu 100 % passende Universal-Lösung in Form einer „geschlossenen Box“ an die Hand geben zu wollen. Aus diesem Grund muss es so einfach wie irgend möglich gestaltet sein, Messergebnisse weiterzuverarbeiten und Peripherie-Geräte anzuschließen. An dieser Stelle war es für die Narda-Ingenieure ein logischer

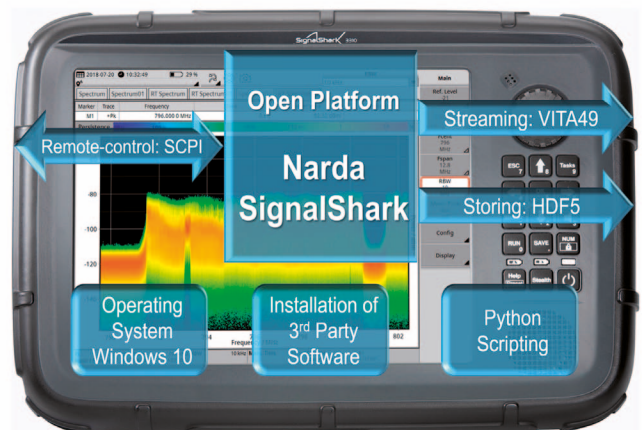
Schritt, Windows einzubinden. Wenn es darum geht, Komponenten anzudocken oder Software-Module zu installieren, ist dieses Betriebssystem derzeit „unschlagbar“.

Freiheit in der Praxis

Faktisch keine Systemgrenzen mehr zu haben, heißt generell, dass Anwender Dinge einbinden und benutzen können, mit denen sie schon seit Ewigkeiten vertraut sind. Neben einer komfortablen Flexibilität bedeutet das in erster Linie Zeitersparnis im Tagesgeschäft und nicht zuletzt Sicherheit, da „beliebte Fehlerquellen“ wie aufwendiges Umkonfigurieren vermieden werden. Eine der Hauptaufgaben des SignalShark besteht beispielsweise darin, Behörden zu unterstützen, die um die Entstörung des Funknetzes bemüht sind. Hierzu müssen Techniker oftmals erfasste Störsignale im Spektrum entschlüsseln. Durch die offene Plattform sind sie angesichts einer wachsenden Anzahl an digitalen Übertragungskanälen nun in der Lage, spezifische Dekodier-Software, etwa für besondere Dienste, direkt auf ihr Messgerät aufzuspielen. Im Bereich Funk von Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) wie Feuerwehr oder Polizei sind Tetra, Tetrapol und P25 nur einige Beispiele. Ein weiterer Indikator für seine durch

und durch offene Philosophie ist Python. Die universell einsetzbare und aufgrund ihrer klar strukturierten Syntax leicht zu erlernende Programmiersprache ist auf dem SignalShark bereits installiert. Mit Hilfe eines gängigen Skript-Editors ermöglicht sie ein einfaches „Scripting“, das Erstellen kleinerer Programme (Scripts). Diese eignen sich hervorragend, etwa um die Selbststeuerung des Gerätes zu bewerkstelligen oder dem Messtechniker Routine-Jobs abzunehmen. Aus der gesamten Vielfalt seiner Möglichkeiten lassen sich die Vorzüge einer offenen Plattform besonders eingängig am Beispiel sogenannter „Screen Recorder“ plastisch machen.

Solche nützlichen Features sind auf dem SignalShark beliebig aufspielbar. Damit können Messvorgänge, also das, was sich gerade „live“ auf dem Gerät abspielt, aufgezeichnet und sogar über ein integriertes Mikrofon mit gesprochenem Text des Messtechnikers simultan kommentiert werden. Anschließend ist es ein Leichtes, solche Aufzeichnungen auf dem SignalShark selbst abzuspielen oder als Dokumente zu exportieren. Sie besitzen durch ihre extrem hohe Informationsdichte, z. B. als moderne Tutorials, praktische Lehr-Videos, großes Potenzial, sogar Teile der althergebrachten Bedienungsanleitung zu ersetzen. ◀



„Offene Plattform“ bedeutet hier, dass die SignalShark-Familie über Standardsprachen kommuniziert sowie gängige Formate nutzt und unterstützt, wie sie auch in der Wissenschaft gebräuchlich sind

Messtechnik für effiziente Stromversorgungen



Bild 1: Das Netzgerät R&S NGM202 in der Betriebsart „Batteriesimulation“: Die wichtigsten Parameter zur Beschreibung einer Batterie sind auf einem Bildschirm zusammengefasst

**Hochpräzise
Zweiquadranten-
Netzgeräte erfassen
Stromprofile
und simulieren
Batterien, um den
Energieverbrauch zu
minimieren.**

Immer mehr Geräte nutzen Batterien oder Akkus oder sollen aus anderen Gründen stromsparend betrieben werden. Will man das Energiesparpotenzial ihrer Elektronik ausreizen, muss man deren Stromprofil genau kennen. Die Netzgeräte der Serie R&S NGM200 geben darüber Aufschluss.

R&S NGM201 und R&S NGM202

Das einkanale R&S NGM201 und das zweikanale R&S NGM202 (Bild 1) liefern bis zu 60 W Ausgangsleistung pro Kanal. Das lineare Zwei-Quadranten-Design ihrer Ausgangsstufen ermöglicht Quellen- und Senkenbetrieb. Mit vier Strommessbereichen und bis zu 6½ Stellen Auflösung bei der Spannungs-, Strom- und Leistungsmessung eignen sich die Geräte bestens für die Charakterisierung von Schaltungen mit hohen Stromspitzen und niedrigem Standby-Verbrauch.

Die kurze Ausregelzeit (<30 µs) und minimale Überschwinger, auch während anspruchsvoller

Lastwechsel, sind weitere wichtige Eigenschaften bei Messungen an IoT- und anderen batteriebetriebenen Geräten. Bedient werden die Netzgeräte über ein 5-Zoll-Touch-Display, über das alle Parameter schnell und einfach zu erreichen sind.

FastLog für Präzision im Detail

Für anspruchsvolle Anwendungen lässt sich die FastLog-Funktion aktivieren. Dieses Modul bietet, neben der aus der Serie R&S NGL200 bekannten 6½-stelligen Messdatenauflösung, nun auch Highspeed-Erfassung und dazugehörige Analysefunktionen. Spannung und Strom lassen sich dann simultan mit einer zeitlichen Auflösung von bis zu 2 µs erfassen. Der resultierende Datenstrom kann entweder zur späteren Auswertung auf einen USB-Stick oder anderen Datenträger geschrieben bzw. über USB oder LAN in Echtzeit an einen externen Rechner übertragen werden, auch im Endlosbetrieb, etwa in einer Produktionsumgebung.

Im Beispiel Bild 2 wurde eine Funkuhr mit einem R&S NGM201 versorgt und die Stromaufnahme mit der FastLog-Funktion aufgezeichnet. Anhand des Stromverlaufes ist deutlich erkennbar, wann der Sekundenzeiger bewegt wird. Alle 10 s erhält zusätzlich der Minutenzeiger einen Vorrückimpuls. Die erfassten Daten sind so präzise, dass sich eine einzelne Zeigerbewegung analysieren lässt. Die Zoomdarstellung zeigt, wie der Controller aus dem Ruhezustand geweckt wird, den Zeiger beschleunigt und wieder abbremst. Es ist sogar zu erkennen, dass beim Bremsen des Zeigers Energie ins Netzteil zurückgespeist wird.

Als Batterie oder Akku

Die R&S-NGM20x-Geräte bieten optional die Möglichkeit, Akkus und Batterien nachzubilden. In diesem Modus verhält sich das Netzgerät wie eine vorher definierte Zelle (Bild 1). Deren Kennwerte können bequem am Gerät editiert werden. Verschiedene Standardmo-

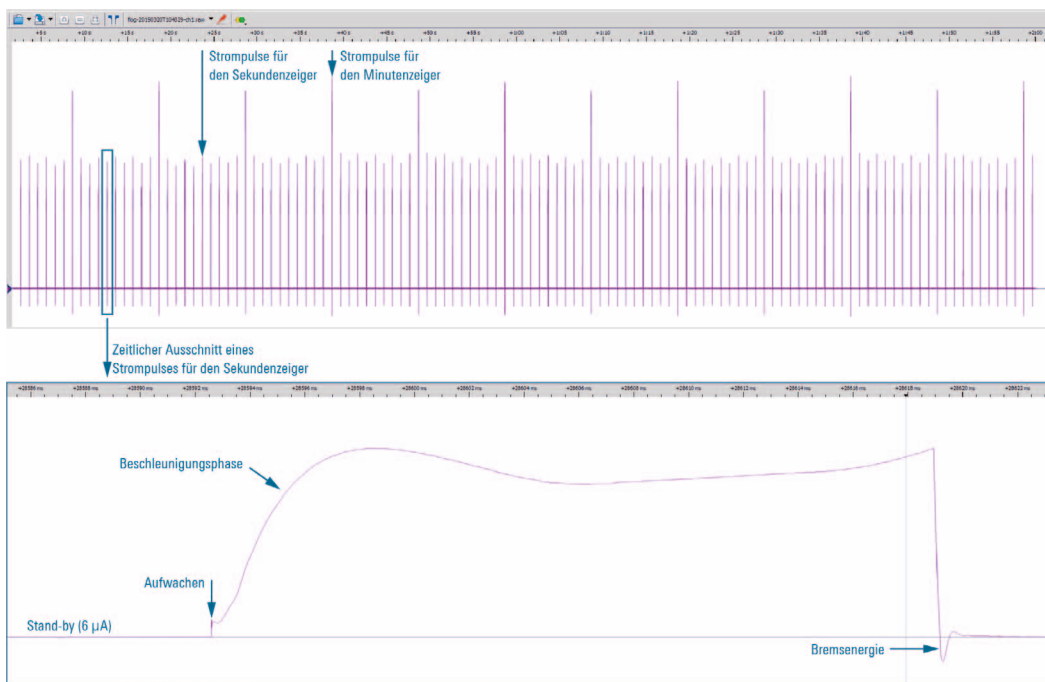


Bild 2: Aufzeichnung des Stromverlaufs einer Funkuhr, oberer Teil: Strompulse beim Weiterschalten von Sekunden- und Minutenzeiger, unterer Teil: Detaildarstellung eines Strompulses für den Sekundenzeiger

delle sind schon werksseitig hinterlegt und direkt verwendbar. Da ein R&S NGM20x Energie

abgeben oder aufnehmen kann, besteht die Möglichkeit, sowohl das Entladen als auch das Laden

von Akkus zu emulieren. Das zweikanalige R&S NGM202 kann als erstes Modell am Markt

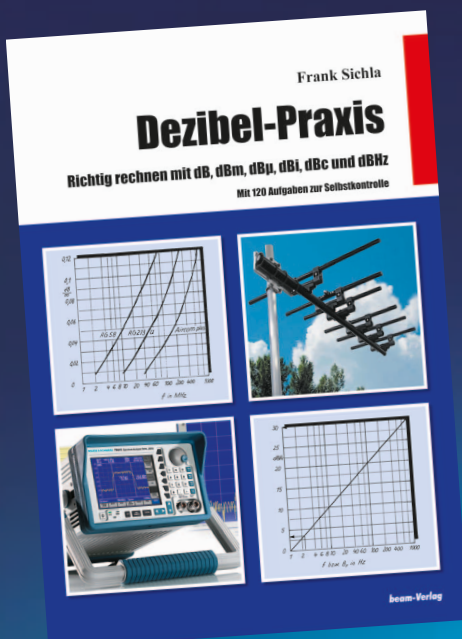
sogar die Rolle zweier unabhängig definierter Akku- oder Batteriemodelle gleichzeitig übernehmen, beispielsweise eine Reihenschaltung aus einer vollen und einer leeren Batterie darstellen. Um auch Energiequellen mit hohem Entladestrom, zum Beispiel Lithium-Ionen-Akkus, originalgetreu nachbilden zu können, wurde eine aufwendige Regelschaltung entwickelt, die Innenwiderstände schnell und präzise ausregelt.

Fazit

Für Entwickler von IoT-Modulen, Wearables, Gadgets oder anderer Mobilelektronik steht der geringe Stromverbrauch weit vorn im Pflichtenheft. Die Netzgeräte der Serie R&S NGM200 sind hilfreiche Werkzeuge zum Erreichen dieses Ziels. Und darüber hinaus moderne Universalnetzgeräte für tausendundeine Anwendung im Laboralltag.

Andreas Schütz

Fachbücher für die Praxis



Dezibel-Praxis

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

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

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

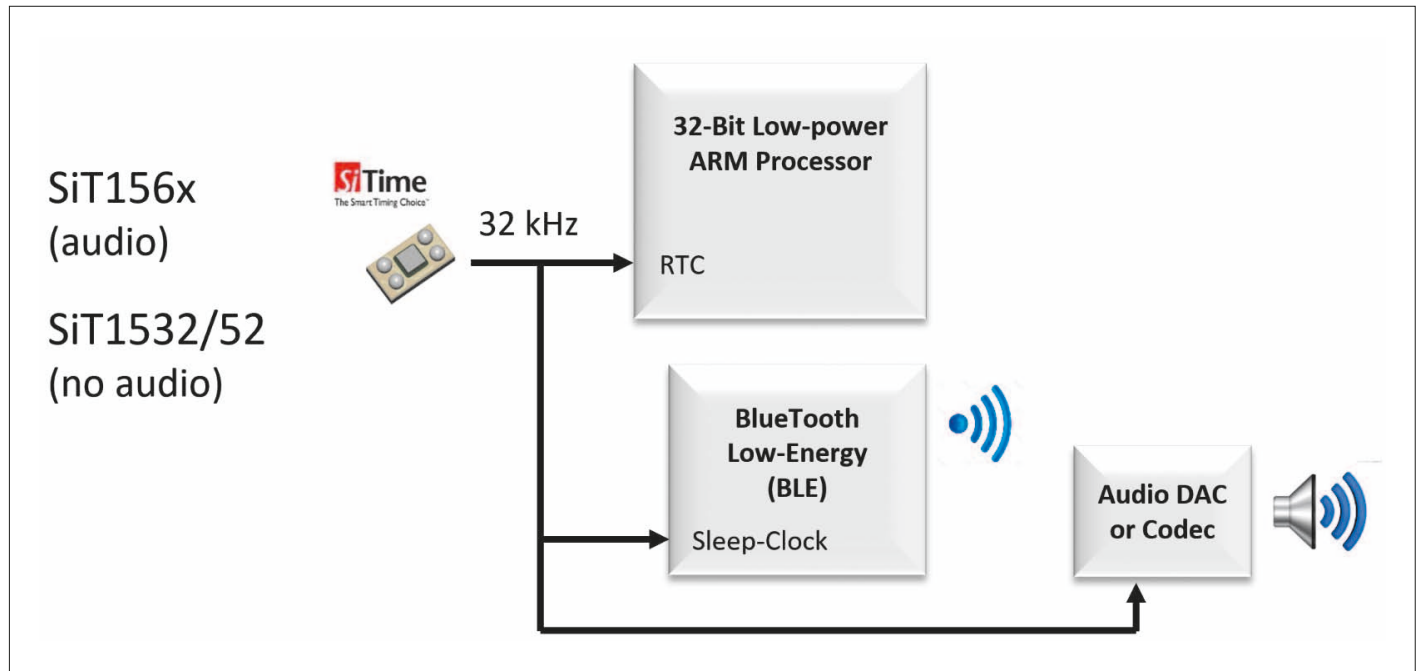
zu mathematiklastigen und trockenen Lehrbüchern greifen. Darin stehen viele Dinge, die man in der Funkpraxis gar nicht braucht und die eher verwirren. Andererseits vermisst man gerade die „Spezialitäten“, denen man schon immer auf den Grund gehen wollte.

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

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

Oszillatoren mit programmierbaren Funktionen, Teil 2

Optimale Größe und Stromersparnis durch programmierbares Timing



Die Programmierbarkeit verbessert das Design elektronischer Produkte auf verschiedene Weise. Hier lesen Sie Näheres darüber.

Einige Vorteile liegen auf der Hand, wie z.B. eine schnellere Entwicklung und kürzere Vorlaufzeiten. Einige sind leistungsbezogen, wie im Teil 1 beschrieben. Weitere Vorteile, auf die wir im Folgenden eingehen, führen in etwas überraschender, weniger bekannter Weise zu einer Verringerung von Größe und Leistung. All diese Vorteile werden durch die umfangreichen Funktionen und die programmierbare Architektur von MEMS-Taktgebersystemen ermöglicht.

Geringe Baugröße

Eine programmierbare Timing-Plattform kann die Anzahl der Komponenten und die Systemgröße auf verschiedene Weise reduzieren. Da sich die Frequenz der SiTime-MEMS-Oszillatoren über einen sehr weiten Bereich mit einer Genauigkeit von 6 Dezimalstellen programmieren lässt, können Entwickler zunächst eine Ausgangsfrequenz auswählen, die genau den Anforderungen des Downstream-Chips (MCU, MPU, SoC

usw.) entspricht für zusätzliche Puffer/Frequenzteiler und Frequenzumsetzer-PLLs.

Einige Oszillatoren verfügen über eine systeminterne Programmierbarkeit (ISP), mit der die Frequenz während des Betriebs von 1 bis 725 MHz programmiert werden kann. Diese Oszillatoren können auch mit einer Auflösung von 5 ppt und einer ausgezeichneten Ziehlinearität bis zu ± 3200 ppm gezogen werden.

Diese Art programmierbarer Bauelemente ist ideal zum Ersetzen mehrerer Zeitgeberkomponenten in Systemen, die mehr als eine Frequenz unterstützen.

Eine weitere Methode zur Reduzierung der Stückliste besteht darin, den Oszillatorausgangstreiber auf seine maximale Stromstärke zu programmieren, damit er mehrere ICs ansteuern kann. Dies eliminiert die Notwendigkeit eines Fanout-Puffers und reduziert die Anzahl erforderlicher Taktgeberkomponenten. Beispielsweise kann

in einem drahtlosen Produkt mit kleinem Formfaktor ein einzelner 32-kHz-Oszillator mit höherer Ansteuerungsstärke den RTC-Prozessor, die BLE-Schlafuhr und einen Audio-DAC oder -Codec ansteuern und dabei mehrere Quarze und alle zugehörigen Lastkondensatoren ersetzen. Probleme mit der Signalintegrität oder Reflexion sind nicht zu befürchten, da die Anstiegs-/Abfallzeit dieser 32-kHz-Oszillatoren, je nach Gerätefamilie, zwischen 10 und 100 ns liegt.

MEMS-Bausteine sind von Natur aus klein und robust und erfordern keine sperrigen Gehäuse. Da es sich bei den Internen eines MEMS-Oszillators ausschließlich um Silizium handelt, können sie mit den neuesten Halbleiter-Gehäusetechnologien, einschließlich Chip Scale Packaging (CSP), verpackt werden. Ein Entwickler kann eine Oszillatorkonfiguration in einem CSP auswählen, bei der die Grundfläche nicht größer als der IC-Oszillatorchip ist und nur

*von Robin Ash
Co.-Autor und Übersetzer:
Dipl.-Ing. (FH) Axel Gensler
Senior Product Manager im
Bereich Radio Frequency &
Components bei Endrich*

*Danke an Jim Holbrook,
Director of Customer
Engineering bei SiTime, für
seine hilfreiche Unterstützung*

RF-LAMBDA

THE POWER BEYOND EXPECTATIONS

ITAR & ISO9001
Registered Manufacturer
Made in USA

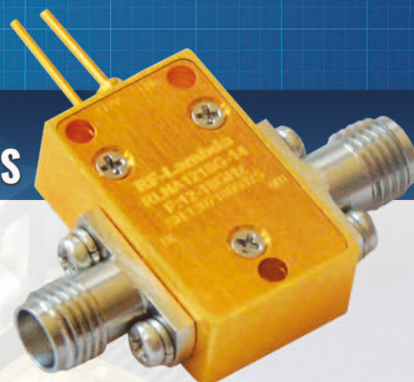


LEADER OF RF BROADBAND SOLUTIONS

ULTRA BROADBAND LOW NOISE AMPLIFIERS

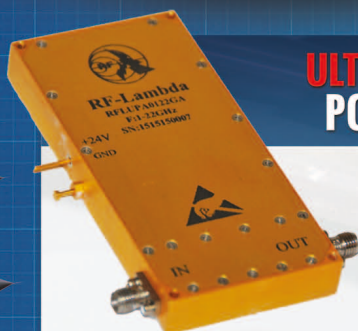


R50G69GSC
(50-69GHz LNA)

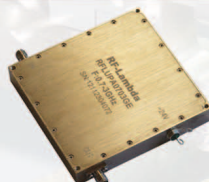


RLNA00M50GA
(0.01-50GHz LNA)

ULTRA BROADBAND POWER AMPLIFIERS



RFLUPA01G22GA
(1-22GHz 8W)



RFLUPA0618GC
(6-18GHz 25W)



RFLUPA32G38GB
(32-38GHz 10W)



RFLUPA0706GF
(0.7-6.0GHz 35W)

BROADBAND RF SYSTEM AC AMPLIFIERS



RAMP27G34GA
(27-34GHz 10W)



RAMP02G06GB
(2-6GHz 50W)

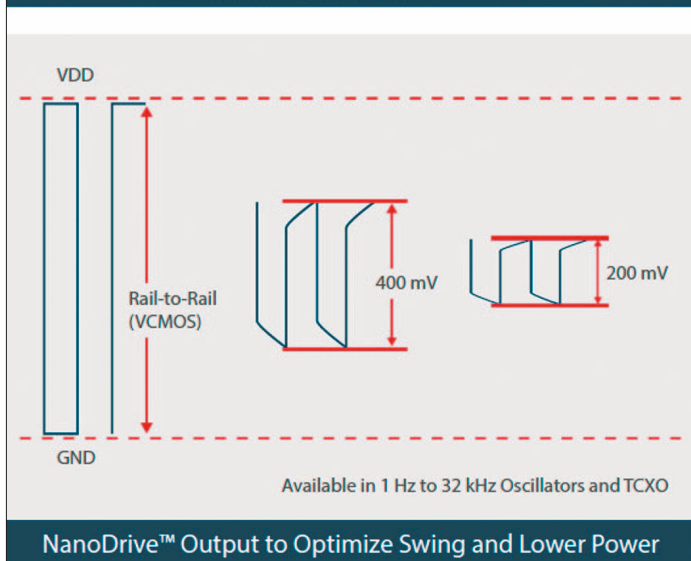
www.rflambda.com
sales@rflambda.com

1-888-976-8880
1-972-767-5998

San Diego, CA, US
Carrollton, TX, US

Ottawa, ONT, Canada
Frankfurt, Germany

Configurable Rise/Fall Time to Reduce EMI



NanoDrive™ Output to Optimize Swing and Lower Power

1,5 x 0,8 mm misst – die Grundfläche der kleinsten derzeit verfügbaren Oszillatoren.

Längere Batterielebensdauer

Die Senkung des Stromverbrauchs wird immer wichtiger – und auch programmierbare Zeitfunktionen unterstützen dies. Programmierbarer NanoDrive ist eine solche Funktion. Mit NanoDrive können der Ausgang und der zugehörige Spannungshub so programmiert werden, dass sie der nachgeschalteten MCU oder PMIC entsprechen, vom vollständigen LVCMOS (Rail-to-Rail) bis hinunter zu einem Ausgangshub von nur 200 mV, wodurch die Stromaufnahme erheblich verringert wird.

Warum sollte ein vollständiger LVCMOS-Ausgang verwendet werden, um eine Verbindung mit dem Oszillator-Haltestromkreis einer MCU oder eines IC mit geringerer Spannung herzustellen?

Derselbe Oszillator kann die Batterielebensdauer unter Verwendung einer Betriebsspannung von nur 1,2 V verlängern. Dies ist ideal für batteriebetriebene Anwendungen wie Knopfzellen- oder Super-Cap-Batteriespeicher. Und da die Frequenz von SiTime-MEMS-Oszillatoren auf 1 Hz herunter programmiert werden kann, lässt sich der Aus-

gangslaststrom zum unteren Ende des MCU/IC-Betriebsfrequenzbereichs senken, um den Stromverbrauch zu verringern (der Stromverlust ist proportional zu $C \times U^2 \times f$ mit Kapazität, Spannung und Frequenz). Durch Senken der Ausgangsfrequenz von 2 MHz auf 500 kHz wird beispielsweise der unbelastete Betriebsstrom um etwa 70% verringert. Im Gegensatz dazu sind Quarzkristalle bei niedrigeren Frequenzen physikalisch größer, sodass Quarzgeräte mit Frequenzen unter 32,768 kHz sehr selten sind. Die Verwendung von niederfrequenten MEMS-Oszillatoren in Kombination mit niedriger Versorgungsspannung

und NanoDrive-Ausgang ist eine wirksame Kombination zur drastischen Leistungsreduzierung.

Ein weiteres Mittel zur Reduzierung der Systemleistung besteht in der Auswahl einer besseren Frequenzstabilitätsoption, z.B. eines 32-kHz-MEMS-Oszillators mit ± 75 ppm Frequenzstabilität oder eines 32-kHz-MEMS-TCXOs mit einer Stabilität von bis zu ± 3 ppm. Beispielsweise ermöglicht bei drahtlosen Geräten eine bessere Stabilität eine bessere Genauigkeit der Standby-Uhr (Sleep Clock Accuracy, SCA), die in direktem Zusammenhang mit der Zeit steht, die ein Gerät im Standby-Zustand bleiben und Strom sparen kann. Im Gegensatz dazu schaltet sich der Funkempfänger bei Verwendung einer Uhr mit schlechterer Stabilität früher ein und bleibt länger eingeschaltet, um zu vermeiden, dass Pakete vom Master fehlen und das System damit mehr Strom verbraucht.

Last but not least: Eine weitere Möglichkeit, Energie zu sparen, besteht darin, den Feature-Pin 1 zu programmieren, der in SiTime-MHz-Oszillatoren verfügbar ist. Dieser Pin kann entweder auf Ausgangsfreigabe (OE) oder Standby (ST) programmiert werden. In beiden Fällen stoppt das Ziehen von Pin 1 Low die Ausgangsschwingung. Mit OE wird der Ausga-

betreiber deaktiviert und in den Hi-Z-Modus versetzt, der Rest des Geräts läuft jedoch noch. Der Stromverbrauch nimmt aufgrund der Inaktivität des Ausgangs ab. Wenn der OE-Pin auf High zurückgezogen wird, wird der Ausgang normalerweise in <1 μ s aktiviert. Mit ST werden alle internen Schaltkreise des Geräts abgeschaltet und die Stromversorgung auf einen Standby-Strom reduziert, der typischerweise im Bereich von wenigen Mikroampere liegt. Wenn ST auf High zurückgezogen wird, wird die Geräteausgabe innerhalb von ca. 3 bis 10 ms fortgesetzt.

Flexibles, programmierbares Timing

Kleinere Abmessungen gehen bei batteriebetriebenen Produkten mit geringerer Leistung einher. MEMS-Taktgeber bieten die größte Auswahl an konfigurierbaren Taktfunktionen zur Reduzierung von Größe und Leistung. Darüber hinaus verbessern die programmierbare Plattform und die umfangreichen Funktionen der MEMS-Oszillatoren von SiTime die Leistung, die Geschwindigkeit der Entwicklung und die Fertigungszeit und verringern gleichzeitig das Risiko.

Im nächsten Teil erfahren Sie mehr über die wichtigsten Vorteile des programmierbaren Timings für die Lieferkette. ◀

Programmability – Reduced Power Consumption

Programmable features enable:



Lower Voltage

NanoDrive™ lower power output swing
Lower supply voltage



Lower Frequency

Programmable down to 1 Hz
Power dissipation proportional to $C \cdot V \cdot F$



Longer battery life

Better sleep clock accuracy
Longer sleep mode

RF-LAMBDA

THE LEADER OF RF BROADBAND SOLUTIONS



ITAR & ISO9001
Registered Manufacturer



PIN DIODE, GaAs AND GaN CONTROL PRODUCTS

SWITCHES: PIN DIODE, GaAs AND GaN TECHNOLOGY UP TO 67GHz



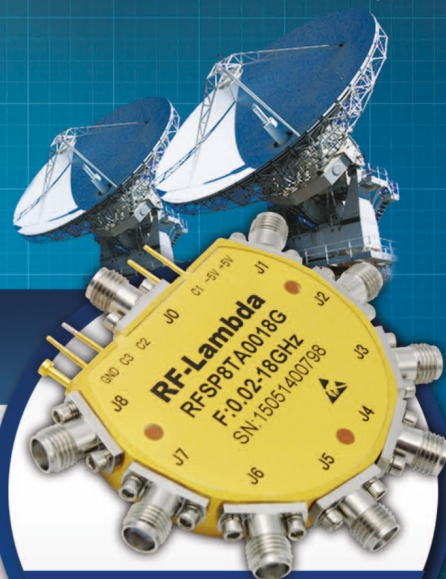
PN: RFSP4TA5M43G
FULL BAND 0.05-43.5GHz SP4T
SWITCH 50NS SPEED



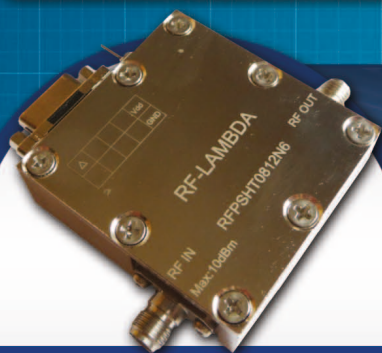
PN: RFSP2TRDC18G
HIGH POWER 10W DC-18GHz HOT
SWITCHABLE SP2T SWITCH



PN: RFSP2TR5M06G
HIGH POWER 100W DC-6GHz HOT
SWITCHABLE SP2T SWITCH



PN: RFSP8TA0018G
HIGH IP3 50DBM 0.02-18GHz
SP8T PIN DIODE SWITCH



PN: RFPST1826N6
DIGITAL CONTROL PHASE SHIFTER 360
DEGREE 64 STEP 18-26GHz

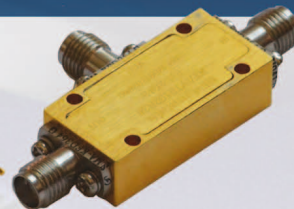
DIGITAL AND VOLTAGE CONTROL PHASE SHIFTERS UP TO 40GHz



PN: RFPST0618N6
DIGITAL CONTROL PHASE SHIFTER
360 DEGREE 64 STEP 6-18GHz



PN: RVPT0818GBC
VOLTAGE CONTROL PHASE
SHIFTER 360 DEGREE 8-18GHz



PN: RVPT0408GBC
VOLTAGE CONTROL PHASE
SHIFTER 360 DEGREE 4-8GHz

DIGITAL AND VOLTAGE CONTROL ATTENUATORS UP TO 50GHz



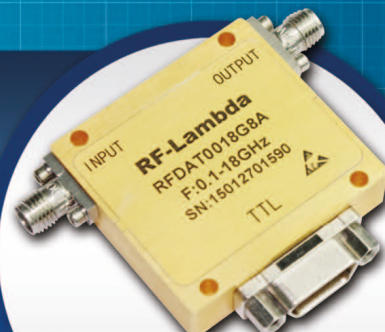
PN: RFDAT0040G5A
DIGITAL STEP ATTENUATOR
0.1-40GHz 5 BITS 31DB



PN: RFVAT0218A30
VOLTAGE CONTROL ATTENUATOR
2-18GHz 30DB IP3 50DBM



PN: RFVAT0050A17V
VOLTAGE CONTROL ATTENUATOR
0.01-50GHz 17DB



PN: RFDAT0018G8A
DIGITAL STEP ATTENUATOR 0.1-18GHz
8 BITS 128DB IP3 50DBM

www.rflambda.com
sales@rflambda.com

1-888-976-8880
1-972-767-5998

San Diego, CA, US
Carrollton, TX, US

Ottawa, ONT, Canada
Frankfurt, Germany

Quarz- und Oszillatoren-Hersteller Micro Crystal neu bei Schukat

Schukat hat den Hersteller Micro Crystal AG aus der Schweiz neu in sein Portfolio aufgenommen. Der Distributor führt künftig die SMD-Uhrenquarze der Serien CM7V, CM8V und CM9V sowie niederfrequente SMD-Quarzoszillatoren.

Das 1978 in Grenchen in der Schweiz gegründete Unternehmen begann mit der Herstellung von Uhrenquarzen und hat sich zu einem weltweit führenden Anbieter von Quarzprodukten für vielfältige Applikationen entwickelt. Hierzu gehören beispielsweise Wearables, IoT, Mobiltelefone, Konsumgüter, Computer, Automobilelektronik, Uhren, Industriesteuerungen und medizinische Implantate sowie viele weitere Anwendungen, die ein höchstes Maß an Präzision und



Zuverlässigkeit erfordern. Mit den SMD-Uhrenquarzen der Serien CM7V (3,2 x 1,5 mm), CM8V (2 x 1,2 mm) und CM9V

(1,6 x 1 mm) führt Schukat ab sofort niederfrequente Miniaturquarze in hermetisch dichten Miniatur-Keramikgehäusen im Programm. Sie liefern eine Frequenz von 32,768 kHz mit einer Toleranz von ± 20 ppm. Erhältlich sind sie für Lastkapazitäten von 7, 9 oder 12,5 pF. Dabei bieten die Quarze eine hohe Stabilität und geringe Alterung sowie eine hohe Schock- und Vibrationsbeständigkeit. Ihre Einsatzbereiche umfassen das Internet of Things (IoT), industrielle Anwendungen, Messgeräte, Automobilanwendungen, medizinische Geräte und Implantate, Wearables und (portable) Handgeräte.

■ Schukat electronic Vertriebs GmbH
www.schukat.com

GNSS-disziplinerter OCXO



Die neueste Ergänzung zum IQD-Produktportfolio an erweiterten Oszillatormodulen sind die disziplinierten OCXOs vom Typ IQCM-112. Das neue Design umfasst einen internen GNSS-Empfänger mit 1PPS-Ausgang, der mit Signalen aus externen GPS-, Glonass-, Beidou- und Galileo-Quellen kompatibel ist.

Integrierter SMA-Anschluss

Das Modul ist mit einem 14-Pin-Gehäuse mit den Abmaßen 60 x 60 mm ausgestattet und kann über den integrierten SMA-Anschluss an eine externe

Antenne angeschlossen werden. Wird dieser Anschluss genutzt, schaltet der interne 10-MHz-OCXO bei Verlust des GNSS-Signals in seine Holdover-Funktion. Diese Holdover-Funktion erreicht im besten Fall eine Genauigkeit von 1,5 μ s über einen Zeitraum von 24 h.

Weitere Holdover-Spezifikationen

Der Standardtemperaturbereich des Moduls ist -20 bis +75 °C. Auf Anfrage sind Module mit einem erweiterten Temperaturbereich von -40 bis +85 °C verfügbar. Zusätzlich sind weitere Holdover-Spezifikationen auf Anfrage verfügbar. Die Versorgungsspannung beträgt 5 V und das Ausgangssignal entspricht einem Standard-HCMOS-Signal. Während der Aufwärmphase des disziplinierten OCXOs liegt der Stromverbrauch bei maximal 2 A. Im Normalbetrieb sinkt der Stromverbrauch auf 1 A.

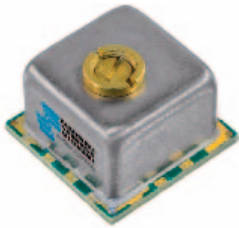
Das Design beinhaltet einen internen adaptiven Algorithmus, der es dem Modul ermöglicht, die Parameter des GNSS-Signals zu „lernen“, während das Modul

mit dem GNSS-Signal verbunden ist. Um die spezifizierte Holdover-Funktion bei einem Signalausfall zu erreichen, muss das Modul vorher mindestens sieben Tage betrieben werden und zusätzlich mindestens drei Tage mit dem GNSS-Signal verbunden gewesen sein. Außerdem ist ein interner Alarm eingebaut, der den Ausfall der Verbindung zum GNSS-Signal und die anschließende Wiederherstellung der Verbindung anzeigt. Darüber hinaus verfügt das Modul über eine serielle Schnittstelle zur detaillierten Abfrage von Gerätefunktionen.

Für eine Reihe von Anwendungen

Der IQCM-112 ist für eine Reihe von Anwendungen wie Telekommunikationssysteme an Land und Navigationssysteme auf See bestimmt und erweitert die Reihe hochspezifischer Module und beheizter Quarzoszillatoren, die bei IQD erhältlich sind. Entwickler können weitere Details auf der Website von IQD unter www.iqdfrequencyproducts.com oder beim IQD Applications Support Team abrufen. ◀

8-GHz-Oszillator mit dielektrischem Resonator



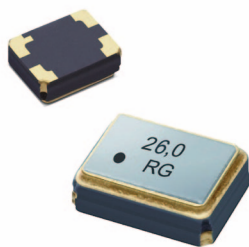
Der SDRO800-8 von Synergy Microwave ist ein dielektrischer 8-GHz-Resonatoroszillator. Der DRO hat ein Phasenrauschen von -140 dBc/Hz bei einem Offset von 100 kHz. Er hat eine Abstimmspannung von 1 bis 10 V mit einer Abstimmungsempfindlichkeit von 1,5 MHz/V. Für den Betrieb sind 8 V erforderlich. Diese DRO liefert eine Ausgangsleistung von mehr als 1 dBm und hat eine Oberschwingungs-Unterdrückung von 34 dBc. Es ist RoHS-konform und mit einem SMT-Gehäuse erhältlich.

Weitere Produktspezifikationen:

- Ziehbereich: 1 MHz
- Ausgangsleistung: 1 dBm
- SWR: 1,75
- Ausgangsimpedanz: 50 Ohm
- Oberschwingungen: 34 dBc
- Phasenrauschen: -170 bis -114 dBc/Hz, bei 10 kHz -114 dBc/Hz
- Abstimmspannung: 1 bis 10 V
- Versorgungsstrom: 25 mA
- Betriebstemperatur: -15 bis +75°C

■ Synergy Microwave Corporation
www.synergy-microwave.com

Weitere Miniaturisierung im Bereich TCXO



Der neue KXO-88 mit einer nur noch 1,6 x 1,2 mm messenden Grundfläche ist bestens für einen Einsatz in Anwendungen mit wenig Stromverbrauch geeignet. Der KXO-88 findet Anwendungen in den Bereichen der mobilen Kommunikationstechnik, wie WLAN, ISM, NFT, drahtlose Module oder IoT. Wichtigste Leistungsmerkmale und Vorteile:

- Bauhöhe: max. 0,6 mm
- Arbeitstemperaturbereich: -30 bis +85 °C
- Frequenzbereich: 26 bis 52 MHz

- Frequenzstabilität: $\pm 0,5$ ppm
- Stromverbrauch: 1,5 mA max.
- Phase Noise: -150 dBc/Hz bei 10 kHz

■ Geyer Electronic e.K.
www.geyer-electronic.com

AEC-Q200 qualifizierte Schwingquarze und Oszillatoren



Besonders zuverlässige, weil AEC-Q200-qualifizierte Bauteile stehen bei Geyer in einer großen Auswahl an Baugrößen und Frequenzen zur Verfügung. Diese Schwingquarze und Oszillatoren sind nicht nur in der Automobiltechnik sondern auch in vielen anderen anspruchsvollen Industrieanwendungen (z.B. IoT) einsetzbar, bei denen eine hohe Zuverlässigkeit oberste Priorität hat. Die frequenzgebenden Bauteile sind für den Einsatz in Temperaturbereichen bis zu 150 °C und eine Genauigkeit bis zu 30 ppm ausgelegt und helfen, Anwendungen stabil zu halten. Weitere Informationen über erhältliche AEC-Q200 Bauteile stehen auf der Geyer-Website zur Verfügung.

■ Geyer Electronic e.K.
www.geyer-electronic.com

32,768-kHz-Oszillator für IoT-Anwendungen

Mit der Modellbezeichnung KXO-V32T bietet Geyer ab sofort einen 32,768-kHz-Oszillator mit extrem geringer Stromaufnahme von nur noch 1 μ A an.



Durch die Frequenzstabilität von ± 10 ppm typisch bei -40 bis +85 °C ist dieser Oszillator neben stromsensiblen auch für anspruchsvolle Anwendungen bestens geeignet. Mit seiner Baugröße von 3,2 x 1,5 x 0,9 mm findet der Oszillator Anwendung in den Bereichen IoT, M2M, Navigationssysteme, Wearables, Sensors, Sicherheitstechnik, Smart Grid und autonomes Fahren. Muster sind ab Lager lieferbar.

■ Geyer Electronic e.K.
www.geyer-electronic.com

FREQUENCY CONTROL PRODUCTS

High-End Produkte vom Technologieführer.

Seit über 70 Jahren

„Made in Germany“



Quartz Crystal Technology GmbH

Waibstadter Strasse 2 - 4
74924 Neckarbischofsheim

Telefon: +49 7263 648-0

Fax: +49 7263 6196

Email: info@kvg-gmbh.de

Sehr stabiler Rubidium-Oszillator



Mit den elektronischen Bauelementen und Baugruppen von Suntsu Electronics, Inc. kann CompoTEK neue High-Performance-Technologie aus Kalifornien anbieten. Das 2002 gegründete Unternehmen besitzt umfassende Expertise in der Verbindungstechnik, Elektromechanik, bei Antennen, Leiterplatten, elektronischen Baugruppen sowie in der Frequenzsteuerung. Um die ständig wachsende Nachfrage nach Frequenzquellen mit höherer Stabilität für Telekommunikationsanwendungen zu unterstützen, brachte Suntsu einen neuen Rubidium-Oszillator (Atomuhr) auf den Markt, der unabhängig von Temperaturschwankungen eine Frequenzgenauigkeit von $\pm 5 \times 10^{-11}$ ($\pm 0,005$ ppb) liefert. Mit einem 10-MHz-Ausgang und einem Betriebstemperaturbereich von -30 bis +60 °C sorgt der SRO10S-10.000M für eine wesentliche Leistungsverbesserung gegenüber einem herkömmlichen temperaturgesteuerten Quarzoszillator (OCXO). Er wird standardmäßig mit einem Sinuswellenausgang ausgeliefert, ist jedoch auf Sonderbestellung auch mit HCMOS-Ausgang erhältlich. Der SRO10S-10.000M ist in einem Metallgehäuse von 50,8 x 50,8 mm untergebracht und arbeitet mit einer Versorgungsspannung zwischen 12 und 18 V. Die Leistungsaufnahme beträgt maximal 6 W bei einer Aufwärmzeit von 5 min. Außerdem beträgt die mittlere störungsfreie Zeit (MTBF) bei der Standardbetriebstemperatur bis zu 100.000 h.

CompoTEK GmbH
www.compotek.de

Der SRO10S-10.000M eignet sich für Anwendungen, die eine hohe Leistung bei geringem Stromverbrauch erfordern, wie z.B. LTE (Long Term Evolution), UMTS, WiMax und CDMA. Dabei spielt es keine Rolle, ob Sie Ihre Applikation für die Luft- und Raumfahrt, Kraftfahrzeugtechnik oder im industriellen Bereich entwickeln. ◀

Oszillatoren für höchste Frequenzstabilität bei RTCs

Präzision ist die oberste Tugend von Real Time Clocks (RTCs), die in Laptops, Smartphones und zahlreichen anderen Elektrogeräten für eine genaue Zeitmessung sorgen. Herzstück der RTCs ist in der Regel ein Uhrenquarz, der mit einer Frequenz von genau 32,768 kHz den (Sekunden-)Takt vorgibt.

Speziell für dieses Einsatzgebiet hat Jauch Quartz seine beiden neuen Quarzoszillatoren JO22 32,768 kHz und JO32 32,768 kHz entwickelt. Im Vergleich zu klassischen uhrenquarzbasierten Oszillatoren zeichnen sich diese neuen Jauch-Taktgeber durch eine deutlich höhere Frequenzstabilität aus. Denn anders als vergleichbare Quarzoszillatoren nutzen die neuen Jauch-Oszillatoren ein mit AT-Schnitt gefertigtes Quarzblank anstelle des klassischen Uhrenquarzes in Form einer Stimmgabel.



In einem Temperaturbereich zwischen -20 und +70 °C wird eine Frequenzstabilität von ± 25 ppm erreicht. Im erweiterten Temperaturbereich zwischen -40 und +85 °C sind ± 30 ppm möglich und selbst bei extremer Hitze von bis zu 125 °C erzeugen die Oszillatoren verlässlich die gewünschte Frequenz (± 100 ppm).

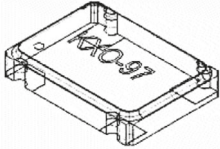
Genau wie die im vergangenen Jahr eingeführten Oszillatoren JO22 und JO32 für den MHz-Bereich, arbeiten auch die neuen Jauch-Taktgeber für 32,768 kHz bei einer variablen Versorgungsspannung zwischen 1,8 und 3,3 V sehr zuverlässig. Innerhalb dieser Bandbreite haben Schwankungen in der Betriebsspannung keine

negativen Auswirkungen auf die Frequenzstabilität.

Der JO22 32,768 kHz und der JO32 32,768 kHz verfügen über ein LVCMOS-kompatibles Ausgangssignal, das für den Betrieb von Standard-Logikschaltungen geeignet ist. Dank ihrer ultrakompakten Miniatur-SMD-Gehäuse von nur 2,5 x 2 x 0,8 bzw. 3,2 x 2,5 x 1 mm eignen sich die Oszillatoren hervorragend für die Entwicklung von besonders kleinen Leiterplatten und Schaltungen. Die Oszillatoren sind selbstverständlich zu 100 % bleifrei und sowohl RoHS- als auch REACH-konform. Beide Bauteile verzichten zudem auf die Verwendung von Konfliktmineralien.

■ Jauch Quartz GmbH
www.jauch.com

3D-Quarz und neue Oszillatoren erleichtern das Design-in



Nachdem Geyer seine Y-Quarz-App mit Analyse-Tool zur Unterstützung bei der Auslegung des Quarzes und Optimierung der Oszillatorschaltung zur Verfügung gestellt hat, bietet Geyer nun Entwicklungsingenieuren zur weiteren Erleichterung des Design-in 3D-Quarze und Oszillatoren für CAD an. 3D-Modelle stehen für alle gängigen Geyer-Baugrößen zur Verfügung. Dies ist ein kostenloser Service von Geyer. Die App steht kostenlos im Google Play Store zum Download zur Verfügung.

■ Geyer Electronic e.K.
www.geyer-electronic.com

HF-Synthesizer-Modul für 100 kHz bis 6,7 GHz



Das HSM6001A von Holzworth Instrumentation ist ein HF-Synthesizer-Modul, das von 100 kHz bis 6,7 GHz arbeitet. Es ist eine Mikrowellen-CW-Quelle, die auf einer nicht PLL-basierten Plattform aufgebaut ist. Das digital-analoge Hybrid-Design bietet eine hervorragende Phasenrauschleistung und eine störende Reaktion, was die phasenkohärente Natur dieser digital-analoge Hybrid-Signalquelle ergänzt.

Das Modul kann direkt über den SPI-Bus, die Holzworth-Benutzeroberfläche, eine vorinstallierte Nachschlagetabelle,

LabVIEW, MATLAB, C ++, C # usw. gesteuert werden. Es hat eine Schaltgeschwindigkeit von weniger als 6 μ s mit Phasenspeicher und seinem integrierten 100-MHz-OCXO. Das HSM6001A ist nahezu ideal für Anwendungen in den Bereichen Elektronikdesign, Fertigungstest und Integration von OEM-Systemen.

Weitere Produktspezifikationen:

- Auflösung: 0,01 dB
- Schrittlänge: 0,001 Hz
- Ausgangsleistung: -70 bis +20 dBm
- Oberschwingungen: -40 bis -30 dBc
- Versorgungsspannung: 25 V
- Phasenrauschen: -118 dBc/Hz
- SWR: 1,15...1,7 (50 Ohm)
- Verbinder: SMA

■ Holzworth Instrumentation
www.holzworth.com

SMD-Quarz in Kleinstausführung jetzt ab 24 MHz



Der Schwingquarz KX-4 mit den Abmessungen von nur 1,6 x 1,2 x 0,3 mm ist bereits ab 24 MHz lieferbar. Der komplette Frequenzbereich erstreckt sich von 24 bis 80 MHz. Bei einer Frequenz von 24 MHz ist der Toleranzwert ± 10 ppm bei -20 bis +70 °C. Mit einer Standard-Lastkapazität von 8 pF ist der KX-4 das geradezu ideale Bauteil für alle Anwendungen, in denen geringste Platzanforderungen eine Rolle spielen. Der KX-4 ist auch in Standardspezifikationen verfügbar und im erweiterten Temperaturbereich einsetzbar.

■ Geyer Electronic e.K.
www.geyer-electronic.com

Fachbücher für die Praxis



Hochfrequenz-Transistorpraxis

Schaltungstechnik, Einsatzprinzipien, Typen und Applikationen

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

Obwohl heute integrierte Schaltungen die Elektronik dominieren, haben diskrete Transistoren besonders im HF-Bereich noch immer hohe Bedeutung, denn es gibt einfach zu viele Problemstellungen, für die einzig und allein sie die optimale Lösung darstellen.

Diskrete Transistoren sind keineswegs „out“, sondern machen nach wie vor Fortschritte. Mit neuesten Technologien werden immer höhere Frequenzen erschlossen sowie erstaunlich geringe Rauschfaktoren erzielt.

Dieses Buch beschreibt die Anwendung der Bipolar- und Feldeffekttransistoren im HF-Bereich, indem es die Schaltungstechnik praxisorientiert erläutert und mit einer Fülle von ausgewählten Applikationsschaltungen für Einsteiger als auch erfahrene Praktiker illustriert.

Aus dem Inhalt:

- Bipolartransistoren
- Die „Bipo“-Grundsaltungen
- Die beliebtesten Schaltungstricks
- „Bipo“-Leistungsverstärker
- FETs im Überblick
- FET-Grundsaltungen
- SFETs, MESFETs und Dualgate-MOSFETs
- Die Welt der Power-MOSFETs
- Rund um die Kühlung
- Transistorschaltungen richtig aufbauen
- Kleinsignal-Verstärkerschaltungen
- HF-Leistungsverstärker
- Oszillatorschaltungen
- Senderschaltungen
- Mess- und Prüftechnik

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

Auswirkung auf viele Branchen:

5G verleiht der mmWave-Technologie Auftrieb

Fabs Create
New Process Nodes

IC Design Adapts
and Innovates

Advanced SMT
Packaging Created

New Test Solutions
Developed

More Available
mmWave Products

In diesem Artikel geht es darum, wie verschiedene Branchen ihre Vorteile aus der gemeinsam genutzten Technik ziehen und wie sie darauf reagieren.

Die Technik verwendet immer höhere Frequenzen, um neue Möglichkeiten zu realisieren und deren Leistungsfähigkeit zu steigern. Gerade an die Frequenzen im Millimeterwellen-Bereich (mmWave) knüpft man die Hoffnung, einige der schwierigsten Anforderungen in vielen Industriezweigen, darunter die Kommunikations- und Rüstungsindustrie, zu erfüllen. 5G-Kommunikationssysteme etwa profitieren von der jahrelangen Forschungsarbeit von Rüstungsunternehmen, die zwar auf andere Anwendungen zielten, aber ähnliche Anforderungen zu erfüllen haben. Bei den Telekommunikationsverbindungen, deren Datenratenbedarf ständig die Fähigkeiten der existierenden Techniken übertrifft, gehen die Lösungen auf 28 und 38 GHz über.

Ein Ergebnis dieser verstärkten Entwicklung von ICs für hohe Frequenzen ist, dass es die Militärs mit immer mehr Technologien zu tun haben. Anwendungen, wie beispielsweise die Bergung eines in Not geratenen Crew-Mitglieds auf See, profitieren von der verbesserten Auflösung von Hochfrequenz-Radarsystemen, die Objekte deutlicher auflösen können. Hinzu kommt, dass viele der für Telekommunikationszwecke entwickelten ICs kostengünstig und für die Massenproduktion geeignet sein müssen, damit sie leichter einsetzbar sind. Ein Nebenprodukt all dieser Aktivitäten ist übrigens der Bedarf an Prüfinstrumenten, mit denen sich verifizieren lässt, dass die Lösungen im gesamten Anwendungsbereich korrekt funktionieren.

Hier nun geht es darum, wie verschiedene Branchen ihre Vorteile aus der gemeinsam genutzten Technik ziehen und wie sie darauf reagieren. Ebenso wird beschrieben, wie mmWave-Frequenzen dazu beitragen, die Herausforderungen von heute zu bewältigen. Den Abschluss bildet eine Beschreibung von ADI-Technologie, mit der dies möglich ist.

Die verflochtene Welt der drahtlosen Elektronik

Es geschieht häufig, dass ein Industriezweig etwas von einer Technik hat, die eigentlich für eine Anwendung einer anderen Branche entwickelt wurde. Der Mikrowellenofen etwa wird allgemein einem Ingenieur zugeschrieben, der an Radarsystemen arbeitete und feststellte, dass sein Mittagessen während der Tests heiß wurde. Etwas ähnliches passiert heute mit der 5G-Telekommunikation: hier versucht man die Vorzüge umzusetzen, die die Rüstungsindustrie mit den Phased-Array-Antennen realisiert hat. Es ist außerdem sehr wahrscheinlich, dass die Rüstungsbranche umgekehrt neue Techniken nutzen können wird, die durch die Fortschritte im 5G-Bereich möglich wurden, sodass eine wechselseitige Beziehung zwischen beiden Branchen entsteht.

Auch die Satellitenkommunikation macht derzeit einen technischen Wandel durch, indem sie von den bisherigen GEO-Satelliten (Geosynchronous Equatorial Orbit) oder auch geostationären Satelliten auf LEO-Satelliten (Low Earth Orbit) übergeht,

die einen größeren Datendurchsatz mit einer besseren Abdeckung des Planeten verbinden. Dieses Konzept reicht von einem oder wenigen GEO-Satelliten, die die Erde umkreisen, bis zu potenziell tausenden Satelliten, die ein ganzes Netzwerk bilden. Es gibt derzeit zahlreiche Betreiber, die daran arbeiten, neue LEO-Konstellationen für die Versorgung mit Breitband-Internet zu realisieren. Bei vielen der Unternehmen, die sich als Lieferanten dieser Satelliten bewerben, handelt es sich um genau die Rüstungsunternehmen, welche die für militärische Aufklärungs- und Kommunikationsanwendungen eingesetzten GEO-Satelliten perfektioniert haben.

Dieser Trend, von einer Technik zu profitieren, die eigentlich für einen ganz anderen Zweck geschaffen wurde, war auf verschiedenen Märkten zu beobachten, und es wird ihn auch in den nächsten Jahren weiter geben. Wenden wir uns nun aber der Frage zu, weshalb mmWave-Frequenzen sowohl in der Rüstungs- als auch in der Kommunikationstechnik hilfreich sind.

Höhere Datenraten

Höhere Frequenzen ermöglichen höhere Datenraten und größere Kommunikationsbandbreiten.

Die wachsende Verbreitung der Mobilkommunikation in den vergangenen 20 Jahren wurde von einer zunehmenden Nachfrage nach immer höheren Datenraten begleitet. Alle paar Jahre wurde ein neuer Mobilfunkstandard eingeführt, der neue Protokolle definierte, um den Datendurchsatz zu steigern. Diese Durchsatzverbesserungen hingen oft-

RF-LAMBDA

THE LEADER OF RF BROADBAND SOLUTIONS



Made in USA

BROADBAND SSPA SOLID STATE POWER AMPLIFIERS

WWW.RFLAMBDA.COM

0.1-22GHz ULTRA BROADBAND SSPA

RFLUPA01M22GA
4W 0.1-22GHz



RFLUPA0218GA
10W 2-18GHz

EMC BENCHTOP POWER AMPLIFIER



140W 6-18GHz
SOLID STATE BROADBAND

0.01-6GHz VHF, UHF, L, S, C BAND

RFLUPA02G06GC
100W 2-6GHz

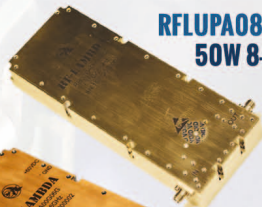


RFLUPA0706GD
30W 0.7-6GHz

6-18GHz C, X, KU BAND



RFLUPA0618GC
25W 6-18GHz



RFLUPA08G11GA
50W 8-11GHz



RFLUPA06G12GB
25W 6-12GHz

18-50GHz K, KA, V BAND



RFLUPA18G47GC
2W 18-47GHz



RFLUPA27G34GB
15W 27-34GHz



RFLUPA28G42GA
2W 28-42GHz



RFLUPA32G38GB
8W 32-38GHz

BENCHTOP RF MICROWAVE SYSTEM POWER AMPLIFIER



RAMP00G06GA - 30W 0.01-6GHz



RAMP39G48GA - 4W 39-48GHz



RAMP01G22GA - 8W 1-22GHz



RAMP27G34GA - 8W 27-34GHz

www.rflambda.com
sales@rflambda.com

1-888-976-8880
1-972-767-5998

San Diego, CA, US
Carrollton, TX, US

Ottawa, ONT, Canada
Frankfurt, Germany

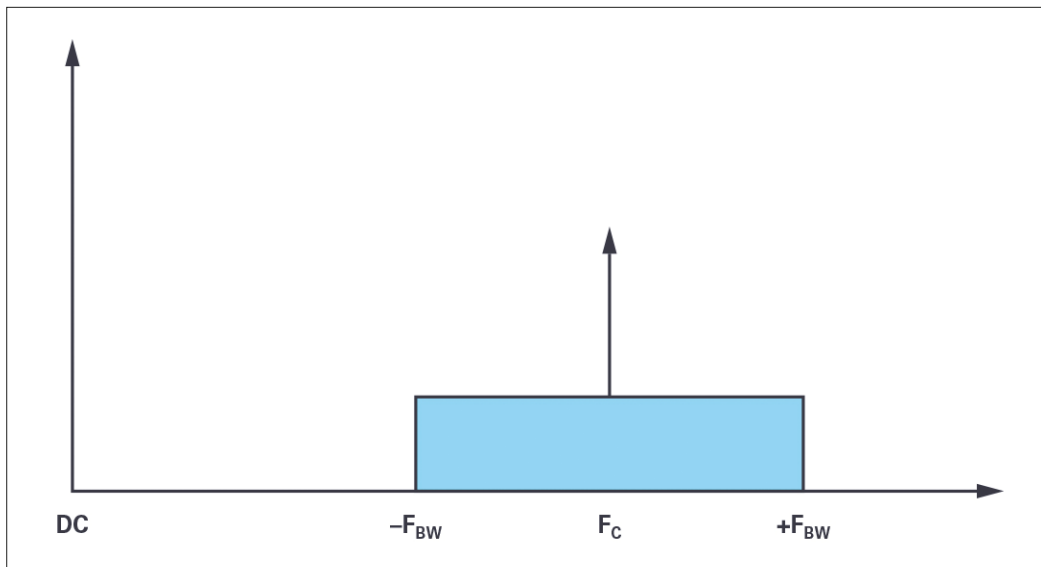


Bild 1: Um die Trägerfrequenz zentrierte Modulationsbandbreite

mals mit ausgefeilteren Modulationsverfahren zusammen, die mehrere Informationselemente gleichzeitig übertragen können. Mit der Ausgefeiltheit der Modulationsschemata wuchs die Fähigkeit, immer mehr Daten zu übertragen. Man kommt dabei allerdings irgendwann an einen Punkt, von dem an eine weitere Anhebung der Modulationskomplexität keine nennenswerte Verbesserung des Durchsatzes mehr bewirkt. Eine häufig angewandte Methode zur Modulation eines Signals ist es deshalb, es über einen Bereich von Frequenzen in der Umgebung der Trägerfrequenz zu verteilen. Dementsprechend besteht eine weitere Möglichkeit zur Steigerung des Datendurchsatzes darin, die Bandbreite des modulierten Signals (FBW) zu erhöhen, indem man es über einen größeren Frequenzbereich verteilt. Um aber das Ausmaß, um das wir das Signal ausbreiten können, fortlaufend zu vergrößern, müssen wir die Trägerfrequenz (f_c) anheben, damit sie nicht unter 0 Hz liegt. Die Fähigkeit, durch die Verwendung höherer Frequenzen mehr Daten gleichzeitig zu übertragen, treibt die Anwendungen also in Richtung der mmWave-Frequenzen voran.

Bild 1 skizziert die um die Trägerfrequenz zentrierte Modulationsbandbreite.

Elektronische Kampfführung und 5G

Heutige militärische Konflikte werden zunehmend gewissermaßen elektronisch ausgetragen, was das Konzept der elektronischen Kampfführung hervorgerufen hat. Zu deren Schlüsselkomponenten gehört wiederum das Radar, bei dem einfach ein Signal ausgesendet und auf dessen Echo gewartet wird, wobei das Sichtfeld des jeweiligen Radarsystems abgetastet wird. Radarsysteme, die seit mehr als hundert Jahren entwickelt werden, haben den entscheidenden Vorteil, dass sie Objekte erkennen können, die dem menschlichen Auge verborgen bleiben. Ein mit Radar ausgerüsteter Akteur hat damit einen gravierenden Vorteil gegenüber einem Gegner ohne Radar. Aus diesem Grund wurde die Radartechnik über viele Jahre hinweg ständig weiterentwickelt, was dazu geführt hat, dass wir das Radar heute nicht nur für die Wettervorhersage und die Luftverkehrsüberwachung nutzen, sondern auch für neue Anwendungsgebiete wie die Automobilindustrie, wo per Radar die Entfernung zwischen einem Auto und einem Objekt ermittelt wird.

Beispielsweise im UHF- und VHF-Bereich arbeitende Radarsysteme wurden für die Früh-

warnung über sehr große Entfernungen eingesetzt, während schnell fliegende Luftfahrzeuge mit Systemen im X-Band (8 bis 12 GHz) ausgerüstet werden, die eine höhere Auflösung bieten und mit kleineren Antennen auskommen. Radarsysteme, die in Kampffjets für den Abschuss und die Zielführung von Raketen genutzt werden, arbeiten häufig im Ka-Band (33 bis 37 GHz), und inzwischen sind für Lenkmunition und Raketen Entwicklungsaktivitäten bei 94 GHz im Gange.

Der Umstieg auf höhere Frequenzen bei Radarsystemen hat mehrere Vorteile. Diese manifestieren sich beispielsweise in der Entfernungs- und Winkelauflösung, die über die Fähigkeit zur Auflösung eines Objekts entscheiden. Der erste Pluspunkt, den der Wechsel zu höheren Frequenz mit sich bringt, besteht aber darin, dass eine bestimmte Winkelauflösung mit einer kleineren Antenne erzielt werden kann, was wiederum entscheidend dafür ist, dass das System auch in kleiner Munition untergebracht werden kann. Umgekehrt ist es mit höheren Frequenzen möglich, bei gleicher Antennengröße eine höhere Winkelauflösung zu erzielen. Die Entfernungsaufklärung eines Radarsystems ist proportional zur Modulationsbandbreite und

wird, wie bereits erläutert, mit zunehmender Frequenz besser. Wenn Anwendungen also nach mehr Auflösung verlangen, ist der Umstieg auf höhere Frequenzen ebenfalls von Vorteil.

Systeme für die elektronische Kampfführung arbeiteten traditionell mit Frequenzen zwischen 2 und 18 GHz, also im S-, C-, X- und Ku-Band. Da das Spektrum der möglichen Bedrohungen wächst, wird auch mehr Elektronik benötigt, um diese zu erkennen und Gegenmaßnahmen einzuleiten. Das mit 28 und 39 GHz arbeitende 5G-Equipment kommt den für die Lenkung von Raketen genutzten Ka-Band-Frequenzen bereits sehr nahe. Die Anforderungen an Systeme für die elektronische Kampfführung werden also künftig ausgeweitet werden, um auch die 5G-Frequenzen von 24 bis 44 GHz abzudecken, und es wird für eben diese Frequenzen weit mehr Elektronik geben, die dem Militär für den Einsatz im Kampf zur Verfügung steht.

Sehr oft besteht die Hauptaufgabe der elektronischen Kampfführung darin, Bedrohungen zu erfassen und sie auf elektronischem Weg zu stören, dabei aber selbst unentdeckt zu bleiben. Da Bedrohungen auf den verschiedensten Frequenzen erfolgen können, muss das Equipment zu deren Erfassung, ebenso wie die Ausrüstung für deren anschließende Störung, einen weiten Frequenzbereich abdecken.

Eine wichtige Technik in Rüstungsanwendungen hat sich auch für die 5G-Telekommunikation als wünschenswert erwiesen. Aufgrund mehrerer Eigenschaften sind nämlich Phased-Array-Antennen für 5G-Anwendungen günstig. Anzuführen ist hier unter anderem die Fähigkeit, mehrere Datenströme oder Abstrahlungsmuster zu senden. Im militärischen Bereich kann damit ein Kampffjet beispielsweise mehrere Ziele gleichzeitig verfolgen, während es in der 5G-Telekommunikation möglich ist, Daten zur gleichen Zeit an

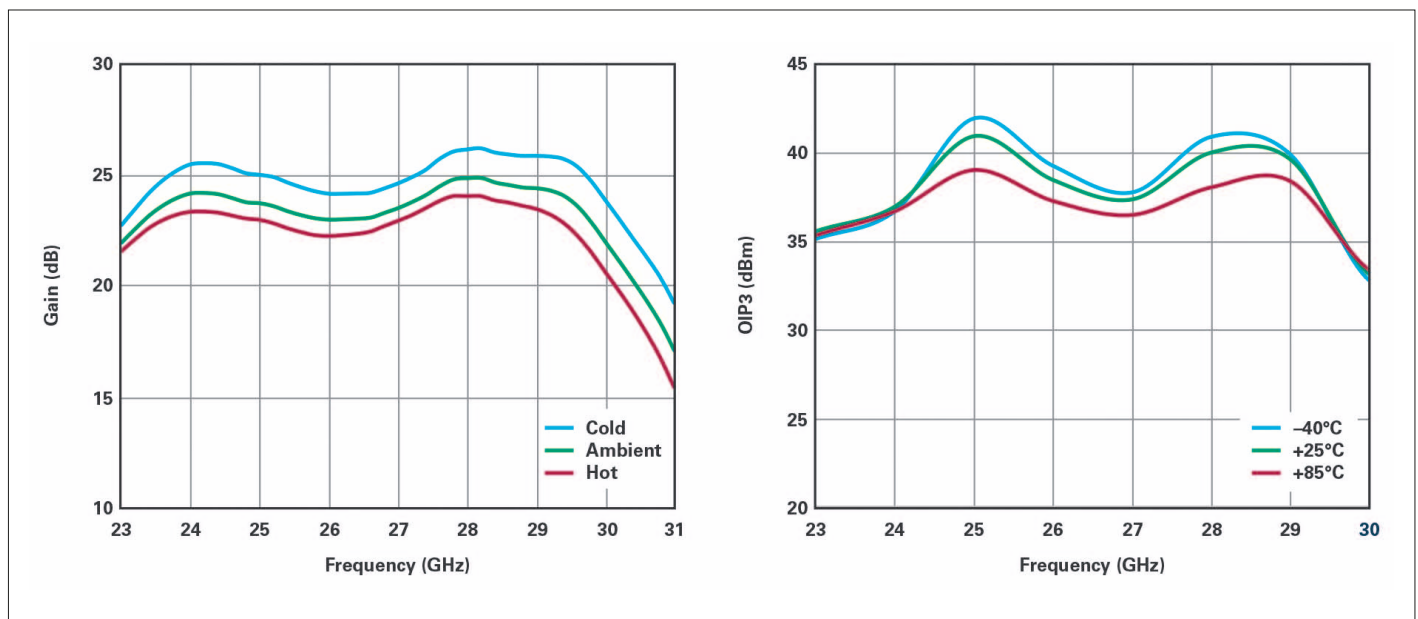


Bild 2: Gemessene Verstärkung (links) und OIP3-Werte des HMC863A für verschiedene Temperaturen

mehrere Teilnehmer zu übertragen. Ebenso wünscht man sich in Rüstungsanwendungen die Möglichkeit, die Energie gezielt in eine Richtung zu lenken, um die Wahrscheinlichkeit, dass das Signal abgefangen und gestört wird, zu verringern. In der Telekommunikation lässt sich mit dieser Fähigkeit eine Senkung des Stromverbrauchs erzielen, weil die Informationen stärker gebündelt an den jeweiligen Teilnehmer gerichtet werden können.

Beide Anwendungen profitieren von der Fähigkeit, den Strahl nahezu verzögerungsfrei neu auszurichten. Es gibt darüber hinaus jedoch noch viele weitere Vorteile, welche die Telekommunikations- und die Rüstungsindustrie zu schätzen wissen und die diese Technik attraktiv machen.

Die Auswirkungen von 5G auf den IC-Sektor

Unsere heutige Welt ist in hohem Maße von der mobilen Kommunikation abhängig. Die fortschrittliche Technik, die diese 5G-Mobilfunk-Infrastruktur unterstützt, stellt, wie das Aufmacherbild verdeutlicht, ein bedeutendes Wachstumssegment für viele Anbieter von Telekommunikations-Equipment und für deren IC-basierte Liefer-

kette dar. Dieses beträchtliche Wachstumspotenzial hat Anreize für Investitionen von Millionen, möglicherweise sogar von Milliarden Dollar geschaffen, um diese Produkte der nächsten Generation zu realisieren. Entscheidende Bauelemente dieser Systeme sind jene ICs, die die Daten durch die Netzwerke leiten. In der Grafik ist erkennbar, dass sich sämtliche Aspekte der IC-Lieferkette anpassen und weiterentwickeln. Von den am Anfang stehenden Foundry-Prozessen bis zu den Lösungen zum Testen der finalen Produkte erleben wir erhebliche Innovationen in der Technologie, die zur Unterstützung dieser Erzeugnisse dient.

Die verschiedenen Halbleiterschmiedern, die Wafer-Fertigungsdienste anbieten und damit das Basismaterial für die ICs erzeugen, arbeiten fortlaufend an Innovationen. Viele Foundry-Unternehmen haben neue Prozesstechnologien entwickelt, um wettbewerbsfähig zu bleiben und der neuen 5G-Technik den Weg zu ebnen. Als ein Beispiel für eine solche Verbesserung ließe sich die Umstellung auf die kosteneffektivere optische Lithografie anstelle der Elektronenstrahl-Lithografie anführen. Ein weiterer Pluspunkt könnte

die Integration neuer Funktionalität in einen Prozessknoten sein, um auf diesem überaus preisbewussten Markt konkurrieren zu können.

Mit der Verfügbarkeit neuer Prozesstechnologien entwickelt sich auch das IC-Design weiter. Wenn in einem Prozessknoten neue Funktionalität verfügbar wird, bekommen IC-Designer die Möglichkeit, bestimmte Features in einem Produkt zu kombinieren oder aus den grundlegenden Transistoren mehr Leistungsfähigkeit herauszuholen, als es bisher möglich war. Unter dem Strich resultieren diese Trends in Chips, die einen höheren Integrationsgrad haben und sich einfacher einsetzen lassen. Beim Umstieg auf mmWave-Frequenzen erweist sich die Fähigkeit als attraktiv, kostengünstige Gehäuse zu nutzen, die eine einfachere Montage erlauben.

Traditionelle, mit mmWave-Frequenzen arbeitende Baugruppen für die Rüstung wurden nach dem Chip&Wire-Verfahren zusammengebaut. In einem kleinen Metallgehäuse wurden die Chips per Wire-Bonding miteinander verbunden. Dieses Montageverfahren eignet sich nicht für die Massenproduktion und ist häufig teurer als Oberflä-

chenmontage-Konzepte. Platzknappheit war deshalb in der Vergangenheit der wichtigste Beweggrund für ihren Einsatz. Zunehmende Integration in immer kleinere Gehäuse, verbunden mit wachsender Leistungsfähigkeit, macht allerdings die Oberflächenmontage deutlich attraktiver.

Testlösungen wie etwa der Over-the-Air-Test wurden für Phased-Array-Antennen und ihre ICs bei 28 und 39 GHz zur Realität. Zuvor war man zum Testen einer Phased-Array-Antenne oftmals auf eine Absorberkammer angewiesen, die viel Platz beansprucht und schwierig zu konstruieren und auch teuer ist. Inzwischen werden diese Testlösungen deutlich erschwinglicher und kleiner und sind kommerziell erhältlich. Dementsprechend ist die Zahl der Anbieter, die eine komplette Antennenlösung zu bieten haben, ohne dass größere Investitionen in die Vermessung des finalen Produkts erforderlich sind, deutlich gestiegen. Phased-Array-Antennen sind von einer Technik, die hauptsächlich Rüstungsunternehmen und Universitäten vorbehalten war, mehr und mehr zu einer Mainstream-Lösung geworden. Sie können deshalb nicht

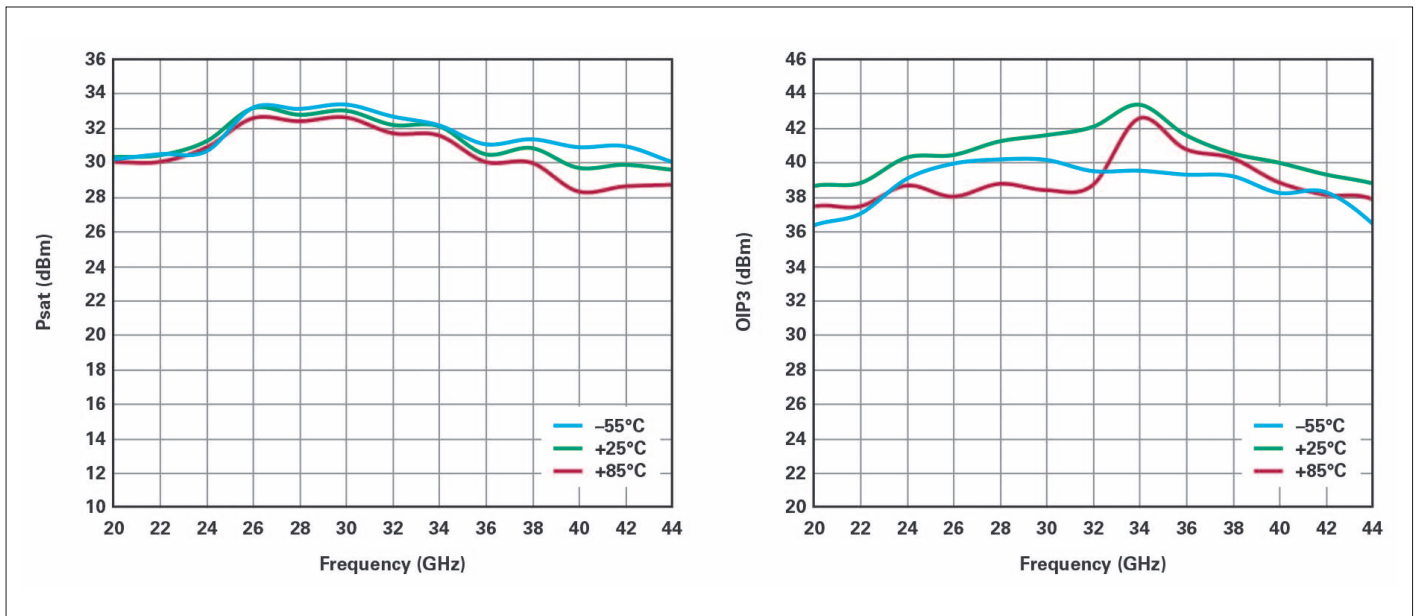


Bild 3: Gemessene gesättigte Leistung (links) und OIP3 des ADPA7005 bei verschiedenen Temperaturen

nur von Telekommunikationsunternehmen genutzt werden, die auf 5G-Anwendungen zielen, sondern erlauben auf dem Rüstungssektor eine bessere Abwehr neuer Bedrohungen. Es ist wahrscheinlich, dass sich bisherige Herausforderungen für erfahrene Antennenkonstrukteure jetzt deutlich schneller bewältigen lassen, da präzise Messtechniken inzwischen kommerziell von normalen Messinstrumente-Anbietern bezogen werden können.

Als Ergebnis dieses Trends können deutlich mehr mmWave-Produkte, die von der Industrie angeboten werden, in Kommunikationsanwendungen und Rüstungsapplikationen eingesetzt werden. Sehr oft stimmen die Produkte, die in der Mobilfunk-Infrastruktur zum Einsatz kommen, in ihren Spezifikationen und ihrer Funktion sehr genau mit dem überein, was von der Rüstungs- und Messinstrumente-Industrie benötigt wird. Genau diese Zunahme bei den umgehend lieferbaren ICs und Testlösungen ermöglicht eine kurze Zeit bis zum fertigen Produkt, was das Ausmaß der Bedrohungen im mmWave-Frequenzbereich für die Rüstungsindustrie deutlich verkleinert.

Wie viele Branchen vom 5G-Effekt profitieren können

Analog Devices hat große Mittel in die Entwicklung von Lösungen für die 5G-Telekommunikation sowie die ebenfalls davon beeinflusste Messinstrumente- und Rüstungsindustrie investiert. Die Produkte für den Telekommunikationsmarkt sind tendenziell für schmalere Frequenzbänder konzipiert, in denen sich die Leistungsfähigkeit einfacher optimieren lässt. Die Rüstungsindustrie verlangt dagegen häufig nach einer breitbandigen Lösung, da sie es mit Bedrohungen auf mehreren, vorher nicht bekannten Frequenzen zu tun hat.

Ein Beispiel ist der Leistungsverstärker HMC863ALC4, der in der 28-GHz-5G-Telekommunikations-Infrastruktur eingesetzt wird, einen Frequenzbereich von 24 bis 29,5 GHz abdeckt und eine HF-Leistung von mehr als 500 mW liefert. Der PA verwendet ein nur 4 x 4 mm messendes oberflächenmontierbares Gehäuse und kommt auf einen Interceptpoint dritter Ordnung von nahezu 40 dBm. Die entsprechenden Diagramme zeigt Bild 2.

Darüber hinaus hat Analog Devices auch Lösungen für den Rüstungs- und Messinstrumentenmarkt entwickelt, wie etwa den für Frequenzen von 20 bis 44 GHz konzipierten ADPA7005, der eine Betriebsbandbreite von mehr als einer Oktave unterstützt und über seinen Betriebsbereich hinweg eine gesättigte Ausgangsleistung von mehr als 1 W erzielt.

Eine gleich bleibende Verstärkung von nominell 15 dB über den Frequenzbereich ermöglicht eine einfache Integration in das komplette System. Der Interceptpoint dritter Ordnung von über 40 dBm bietet zudem ideale Voraussetzungen für das Messen und Erzeugen hochgradig modulierter Eingangssignale. Die entsprechenden Diagramme sind in Bild 3 zu sehen. ◀



Der Autor

Keith Benson absolvierte ein Elektrotechnikstudium an der University of Massachusetts mit einem Bachelor-Diplom und erwarb 2004 im selben Fach ein Master-Diplom von der University of California in Santa Barbara. Im selben Jahr startete er seine berufliche Laufbahn als Designer von Mikrowellen-ICs

bei Hittite Microwave. 2011 wurde er zum Manager einer IC-Design-Gruppe berufen, die sich auf Hochfrequenzverstärker und integrierte Frequenzumwandlungs-ICs konzentrierte. Anfang 2014 übernahm er bei Hittite Microwave die Position des Director of Amplifier Products, Mitte 2014 erfolgte die Übernahme von Hittite Microwave durch Analog Devices, und Benson wechselte in die Funktion eines Product Line Directors für HF/Mikrowellen-ICs und Phased-Array-ICs. Benson ist Inhaber dreier US-Patente im Zusammenhang mit neuartigen Verstärkertechniken. Zu erreichen ist er unter keith.benson@analog.com.



Erste Schritte mit PolarFire®-FPGAs

Entwicklungskits für effizientes Prototyping



PolarFire®-FPGAs bieten den branchenweit niedrigsten Stromverbrauch aller FPGAs mit mittlerer Dichte, Sicherheit auf Verteidigungsniveau und außergewöhnliche Zuverlässigkeit. Wir bieten eine umfangreiche Auswahl an Entwicklungskits, mit denen sich die Funktionen und Merkmale der PolarFire-FPGAs einfach evaluieren lassen, sodass Sie schnell mit dem Prototyping Ihrer Produkte und Anwendungen beginnen können. Wir bieten auch einfach zugängliche Demo-Handbücher, Anwendungshinweise und Musterdesigns, um Ihre Markteinführung zu beschleunigen.

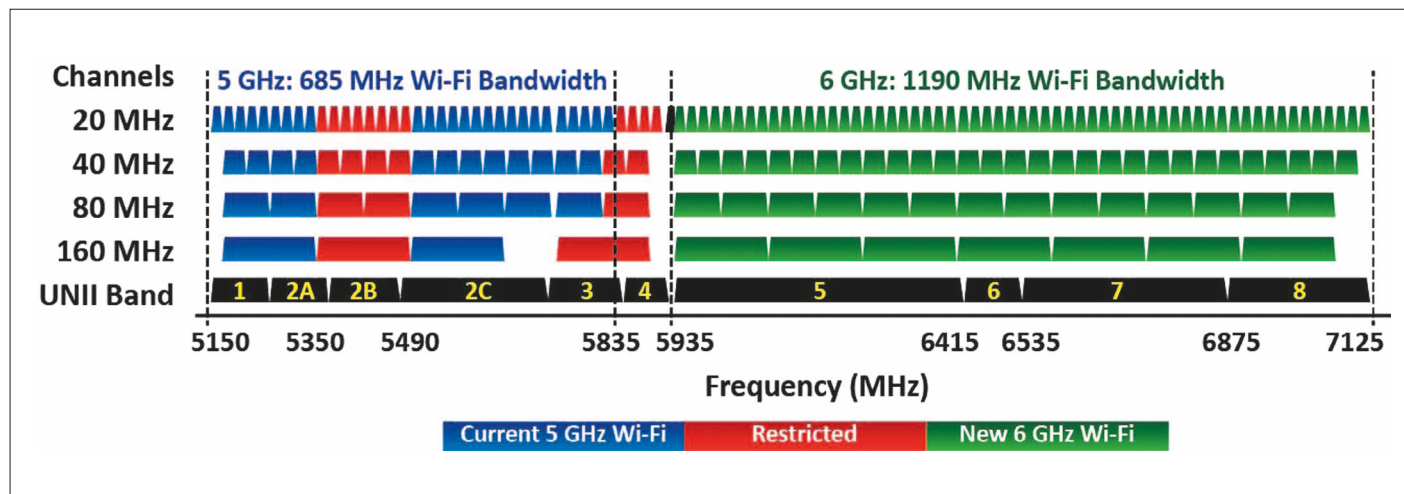
- PolarFire-FPGA-Video-/Bildverarbeitungs-Kit: mit zwei 4K-Kerasensoren und zahlreichen Display-Schnittstellen für die Evaluierung hochauflösender Bildverarbeitung und -wiedergabe
- PolarFire-Evaluierungskit: vollständige Entwicklungsplattform mit einem 300K LE PolarFire FPGA, 4 GB On-Board-DDR4-Speicher, SFP-Modul, SMA-, PCIe®- und RJ45-Anschlüssen
- PolarFire Splash Kit: Kostengünstigeres Entwicklungsboard, das schnelle Protokolle und integrierte Leistungsmessung unterstützt

Weitere Informationen, um sofort mit dem Prototyping Ihrer Anwendung beginnen zu können.

www.microchip.com/design-centers/fpgas-and-plds

WiFi der nächsten Generation:

WiFi6 taucht am Horizont auf



Der Artikel beschreibt die Bemühungen und Möglichkeiten, um das 6-GHz-Band (5,925 bis 7,125 GHz) für WiFi zu öffnen.

Die nichtlizenzierte Nutzung von Frequenzressourcen wird durch ein explosives Wachstum in verschiedenen Bereichen angetrieben. Die Datenbedürfnisse der Verbraucher, insbesondere bei Anwendungen wie Video-Streaming und Video-on-Demand, stehen hier an erster Stelle. Die Nachfrage nach Daten wird durch Social-Media-Anwendungen weiter verstärkt, aber auch Audio-Plattformen und Smart-Home-Geräte verlangen nach Frequenzressourcen. Außerdem darf man aufkommende Anwendungen wie Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) nicht vergessen; sie könnten bald eine bedeutende Rolle spielen.

Blickpunkt 6 GHz

Aber was genau ist in diesem Kontext das 6-GHz-Band? Wofür wird es aktuell verwendet und wie kommt es den Verbrauchern zugute? Vielleicht noch wichtiger ist die Frage, wie die Entstehung von WiFi6, dessen Zertifizierungsprogramm von der Wi-Fi Alliance im September 2019 gestartet wurde, die Verwendung des 6-GHz-Bands beeinflussen wird. Dieser Artikel soll diese Fragen beantworten.

Das 6-GHz-Band soll die Verfügbarkeit von WiFi erheblich verbessern. Die Bandbreite ist hier, im Vergleich zu vorhan-

demem WiFi größer, sodass auf dieser Basis eine Verbesserung sowohl der Service-Qualität als auch die Unterstützung der Verbrauchernachfrage nach immer mehr Daten möglich erscheinen. Das neue Spektrum entspricht einer Bandbreitensteigerung von über 150% im Vergleich zu dem heute verwendeten 2,4- und 5-GHz-Spektrum.

Die Wi-Fi Alliance hat den 802.11ax-Standard herausgebracht und bezeichnet diese neuen 11ax-Geräte als „Wi-Fi Certified 6“. Obwohl WiFi6-Geräte auch in den 2,4- oder 5-GHz-Bändern funktionieren, hat die IEEE-802.11-Arbeitsgruppe festgelegt, dass WiFi6-Geräte nur im 6-GHz-Band betrieben werden dürfen. Um Verwirrung zu vermeiden, hat die Wi-Fi Alliance kürzlich WiFi6-Geräte, die im 6-GHz-Band arbeiten, mit „Wi-Fi 6E“ gebrandet.

Freigabe von 1,2 GHz

In den USA haben FCC-Kommissare und FCC-Vorsitzender Ajit Pai bereits im Oktober 2018 einstimmig für die Freigabe von bis zu 1,2 GHz mehr WiFi-Spektrum (nichtlizenziert) im und um das 6-GHz-Band herum gestimmt. Seitdem dreht es sich in einer zentralen Debatte darum, ob neue WiFi-Operationen im Band möglich sind,

ohne Eingriffe auf die bestehenden Benutzer, zu denen auch die öffentliche Sicherheit gehört, zu verursachen. Die Aufmachergrafik zeigt die von der US-amerikanischen FCC vorgeschlagene Aufteilung des 6-GHz-Bands in vier Unterbänder.

Die Betriebsregeln des 6-GHz-Bands müssen noch von der FCC ratifiziert werden. Der Vorsitzende Pai hat bestätigt, dass die Öffnung von 1,2 GHz innerhalb des 6-GHz-Bands für die nichtlizenzierte WiFi-Nutzung ein historisches Ereignis ist: Ein großer Teil der Bandbreite stehe kostenlos für die Öffentlichkeit zur Verfügung.

Der aktuelle Plan der FCC sieht vor, die 6 GHz in vier Teilbänder aufzusplitten:

- U-NII-5 (5,925-6,425 GHz)
- U-NII-6 (6,425-6,525 GHz)
- U-NII-7 (6,525-6,875 GHz)
- U-NII-8 (6,875-7,125 GHz)

Neue Regeln und Möglichkeiten

Die FCC plant auch die Regulierung der nichtlizenzierten Nutzung im 6-GHz-Bereich. Für Zugangspunkte wurde ein 2-Klassen-Ansatz favorisiert. Er sieht Indoor-Anwendungen mit geringem Stromverbrauch (24 dBm) und Standardanwen-

Quelle:

Wes Boyd, Skyworks Solutions, Inc.: Next Generation Wi-Fi: 6 GHz is on the Horizon, 2020
Skyworks Solutions, Inc.
übersetzt und gekürzt von FS

Parameter			Wi-Fi 5 (802.11 ac)	Wi-Fi 6 (802.11 ax)	Wi-Fi 6E (802.11 ax)	802.11 be ³
Frequency			5 GHz	2.4 and 5 GHz	6 GHz ²	2.4, 5 and 6 GHz
Number of Channels ¹	Channel Bandwidth (MHz)	20	25	28	59	87
		40	12	13	29	42
		80	6	6	14	20
		160	2	2	7	9
		320	0	0	0	4
Access			OFDM	OFDMA	OFDMA	OFDMA
Antennas			MU-MIMO (4 x 4)	MU-MIMO (8 x 8)	MU-MIMO (8 x 8)	MU-MIMO (16x16)
Modulation			256 QAM	1024 QAM	1024 QAM	1024 QAM
Maximum data rate			3.5 Gb/s	9.6 Gb/s	9.6 Gb/s	38.4 Gb/s
Maximum users/AP			4	8	8	16

1. Non-overlapping channels

2. Best Estimate: channelization has not been finalized

3. Speculative; standard is still in early stages of development.

dungen mit 30 dBm vor. Darüber hinaus hat die FCC vorgeschlagen, Client-Geräten zu erlauben, im 6-GHz-Band zu arbeiten, wobei sie ihre Leistung aber auf 18 dBm begrenzen müssen, um Störungen anderer Dienste zu vermeiden. Branchengruppen haben das Hinzufügen einer zusätzlichen Klasse mit sehr geringer Leistung (14 dBm) gefordert. Diese Klasse von Geräten würde zum Beispiel als mobiler Hotspot verwendet werden.

Die Tabelle vergleicht WiFi5-, WiFi6- und 802.11be-Standard. Bisher sind die wichtigsten Verbesserungen von WiFi6 und WiFi6E die Einführung der Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA) und die Verbesserung von Multi-Benutzer-Mehrfacheingabe/Mehrfachausgabe (MU-MIMO). OFDMA ist ein Modulationschema zur Reduzierung der Latenz. MU-MIMO wurde 2015 eingeführt und arbeitete nur für Outgoing-Signale vom Router (Downlink); WiFi6 wird dem Router die Verarbeitung eingehender Signale von mehreren Geräten erlauben (Uplink).

Um zwischen den beiden Verfahren zu unterscheiden und zu verstehen, wie sie sich ergänzen, kann man sich die Bilddatenübertragung als Autos auf einer Autobahn vorstellen. OFDMA, das hauptsächlich darauf abzielt, die Bandbreite zu erhöhen, erhöht das Tempolimit auf der Autobahn und erhöht die mögliche Geschwindigkeit durch Reduzierung von Kollisionen. MU-MIMO könnte hingegen als weitere Fahrspuren aufgefasst werden.

Was bedeutet das für die Geschwindigkeit? WiFi6 ist über zweieinhalb mal schneller als WiFi5 und bietet bessere Leistung für angeschlossene Geräte. Hier sei die automatisierte Frequenzkoordination (AFC) genannt. Die AFC ist ein Datenbank-Suchmechanismus, die etablierte Benutzer im 6-GHz-Spektrum schützen soll.

Die FCC strebt an, jedem der vier 6-GHz-Subbänder unterschiedliche Regeln aufzuerlegen. Etwa U-NII-6 und U-NII-8 haben ähnliche Regelsätze; sie können nur für Innenanwendungen verwendet werden bei Ausgangsleistungen bis 24 dBm (250 mW) und 30 dBm (1 W).

Für U-NII-5 und U-NII-7 wird AFC erforderlich sein, egal ob es sich um eine Innen- oder Außenanwendung handelt. Die Ausgangsleistungsgrenzen in diesen Bändern betragen 30 dBm bzw. 36 dBm.

Fazit:

Die Freigabe des 6-GHz-Bands für die nichtlizenzierte WiFi-Nutzung ist eine beispiellose Bewegung der FCC. Der Vorteil der erweiterten Bandbreite kann enorm sein. Greifbare Vorteile für First Mover im neuen Spektrum sind sicherlich vorhanden angesichts der Marktchance, die von der Verbrauchernachfrage nach immer höheren Datenraten getrieben wird.

Der Autor

Wesley J. Boyd, Senior Director Marketing, kam 2001 zu Skyworks Solutions und verfügt über umfangreiche Erfahrung in den Bereichen IC-Design, Anwendungen und Marketing. Er koordiniert derzeit die Bemühungen des Unternehmens, WiFi-Lösungen der nächsten Generation zu definieren und auf den Markt zu bringen. ◀



SOS-Kinderdorf-Stiftung
www.sos-kinderdorf-stiftung.de

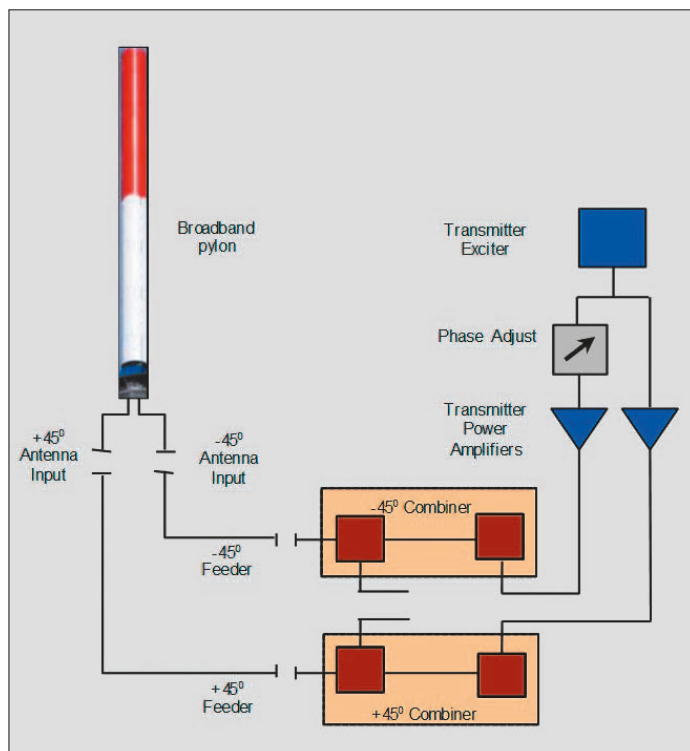
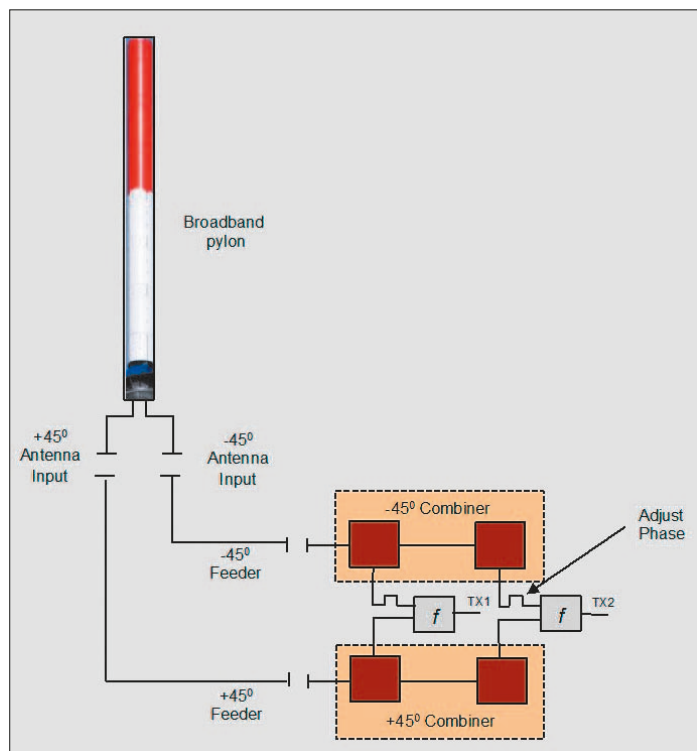


Geschichte schreiben – nicht nur Geschichten lesen

Geben Sie Kindern und Jugendlichen eine Chance, ihre eigene Geschichte positiv zu gestalten.

Jetzt helfen unter
sos-stiftung.de/helfen
089 12606-139

Antennentechnologie für variable Polarisisation



**Eine patentierte
Polarisationstechnologie
bietet
Rundfunkstationen
Flexibilität und
Zukunftssicherheit.**

Im Rundfunkbereich war die Verwendung von gemeinsam genutzten Antennen ein Trend, mit denen man die Infrastruktur- und Betriebskosten senken konnte. Ein weiterer Trend war die Abkehr von horizontal polarisierten zu elliptisch polarisierten Antennen, um sowohl die Abdeckung als auch die Durchdringung im Gebäude zu verbessern. Zusätzliche Vorteile ergeben sich, wenn elliptisch polarisierte Antennen mit ATSC3.0 verwendet werden.

ATSC3.0 – Hintergrund

ATSC 3.0 (Advanced Television Systems Committee) ist ein digitaler terrestrischer Rundfunkstandard, der im Vergleich zum Vorgängerstandard ATSC A/53 substantiell verbessert wurde. ATSC 3.0 erlaubt Netzbetreibern mehr Flexibilität und größere Stabilität sowie einen effizienteren Betrieb. Verwendet werden moderne Codier- und Modulationstechniken, die eine wesentlich effektivere Nutzung der begrenzten Spektrumressourcen ermöglichen. So spart man

Kapazität für die Übertragung von UHD-Videoinhalten und Audioinhalten über terrestrische Kanäle. Durch die konsequente Fokussierung auf IP-Technologie im Basisband lässt sich der kostengünstige terrestrische Rundfunk mit anderen IP-basierten Diensten verschmelzen.

ATSC 3.0 ist der erste ATSC-Standard, der codiertes orthogonales Frequenzmultiplex (COFDM) nutzt. Dieses Modulationsverfahren verwendet eine große Anzahl von orthogonalen Trägern, die ein Signal formen, das robust gegenüber Störungen ist. Mit der COFDM-Technik lassen sich ATSC 3.0-Gleichwellennetze einrichten, die das Spektrum effizient nutzen.

ATSC 3.0 nutzt die Multiple Physical Layer Pipe-Technik (Multiple PLP), mit der sich der Kanal flexibel nutzen lässt. Mit den neusten Technologien wie Layer Division Multiplexing (LDM) kann ein effektiver simultaner Crossover sowohl für den mobilen als auch für den stationären Empfang realisiert werden.

Flexible Aufteilung der Strahlungsanteile

Bei der Definition einer elliptisch polarisierten Antenne muss der Anteil der Strahlungsleistung (ERP) in der vertikalen Polarisationskomponente relativ zum ERP-Strahlungsstrom in der horizontalen Komponente der Polarisierung festgelegt werden. Zum Beispiel kann ein Sender 1000 kW in die horizontale Komponente und 500 kW in die vertikale verteilen. Ein anderer Sender kann 1000 kW in der Horizontalen und 200 kW in der Vertikalen ausstrahlen, ein dritter Sender kann sich dafür entscheiden, keine Strahlung in der vertikale Komponente auszustrahlen (nur horizontale Polarisierung).

In einer gemeinsam genutzten Antenne würde dies ein Dilemma verursachen, da herkömmliche Antennen das Verhältnis von vertikaler zu horizontaler Polarisierung fest verdrahtet haben. Das Antennen-Design muss daher für alle Sender, die sich die Antenne teilen, gleich sein.

Quelle:
RFS Variable Polarization
Technology
ent, RFS
www.rfsworld.com
Whitepaper zu
Hochfrequenzsystemen,
März 2018
übersetzt und ergänzt von FS

Um dieses Problem zu lösen, verwendet RFS eine Technologie, die als Variable Polarization Technology (VPT) bekannt ist. Die gleiche Technologie wird manchmal als Adaptive Polarisation Technology (APT) oder Dynamic Polarization bezeichnet oder auch als „einstellbare elliptische Polarisation“ in der Rundfunkindustrie.

Das US-Patent US8494465, erteilt von der USPO im Namen von Nokia (der obersten Muttergesellschaft von RFS), deckt alle oben genannten und weiter

unten beschriebenen Implementierungen ab.

Variable Polarisations-technologie

Die variable Polarisations-technologie verwendet Antennensysteme mit zwei Eingängen, wobei man das Polarisationsverhältnis ändern kann, indem die relative Phase in Abhängigkeit von der ausgewählten Antennentopologie geändert wird. Die Methode der einstellbaren Phase wird am häufigsten eingesetzt.

In einem Mehrbenutzer-VPT-System sind Zweikanal-Kombi-

nierer in das System integriert. Jeder Sender kann die relative Phase zwischen den Eingängen entweder an den Kanalkombinatoreingängen oder auf dem niedrigen Pegel an den Ausgängen der Sendererreger vor den Hochleistungs-PAs.

Die Aufmachergrafik veranschaulicht zwei der Verfahren, die im Patent US8494465 beschrieben sind. Links ein zweikanaliges VPT-System mit Phaseneinstellung beim Kanalkombinierer, rechts ein zweikanaliges VPT-System mit Phaseneinstellung beim Sender.

Fazit

Heute ist das Rundfunkumfeld äußerst wettbewerbsfähig. Neueste Rundfunkstandards werden die Lieferung von hochauflösenden Signalen an feste Empfänger sowie die robuste Signallieferung an tragbare Empfänger unterstützen.

Für Sender ist es darum wichtig, an eine flexible und zukunfts-sichere Antennensystem-Plattform gekoppelt zu sein. Die patentierte variable Polarisations-technologie bietet diese zukunfts-sichere Technologie heute. ◀

Fachbücher für die Praxis



Digitale Oszilloskope Der Weg zum professionellen Messen

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

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

- Verbindung zum Messobjekt über passive und aktive Messköpfe
- Das Vertikalsystem – Frontend und Analog-Digital-Converter
- Das Horizontalsystem – Sampling und Akquisition
- Trigger-System

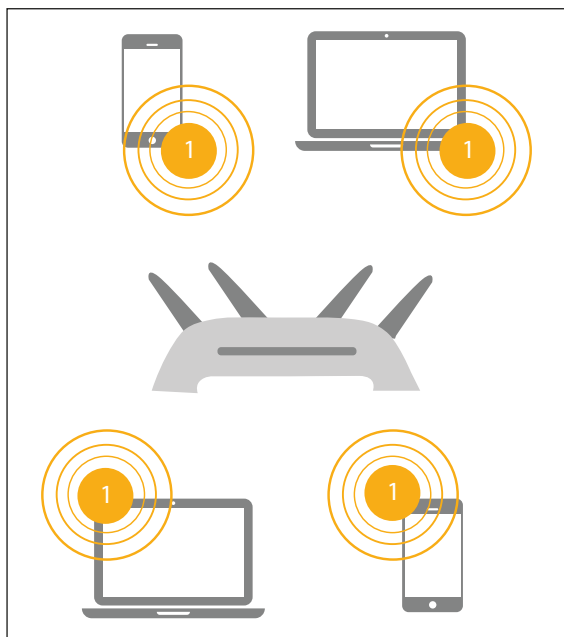
- Frequenzanalyse-Funktion – FFT
- Praxis-Demonstrationen: Untersuchung von Taktsignalen, Demonstration Aliasing, Einfluss der Tastkopfimpedanz
- Einstellungen der Dezimation, Rekonstruktion, Interpolation
- Die „Sünden“ beim Masseanschluss
- EMV-Messung an einem Schaltnetzteil
- Messung der Kanalleistung

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

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

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

Antennen für WiFi6



Herausforderungen für Antennen

Bei WiFi6 wird jeder Aspekt eines HF-Systemdesigns komplizierter. Aufgrund der höheren Komplexität und Leistung müssen die Antennen optimiert werden. Zu den optimierten Antennenleistungen gehören:

- Notwendigkeit zusätzlicher Antennen
- das immer kleiner werdende Gehäuse
- Größe der aktuellen Geräte
- Mehrere Technologien müssen im Inneren koexistieren (und funktionieren).
- Notwendigkeit zusätzlicher Ports in einem Single-Footprint, was auch eine größere Anzahl an Steckverbindern bedeutet

Diese neue MU-MIMO-Technologie verwendet noch komplexere Antennen. Für eine effektive Funktionalität der MU-MIMO-Technologie auf Uplink wie Downlink sind bis zu acht räumlich verteilte Ströme bzw. Antennen oft optimal.

Antenneninstallation im kleineren Gehäuse

Ob Sie Embedded MIMO-Antennen oder externe Antennen verwenden, das Erhöhen der Anzahl der Antennen kann dem Setup Komplikationen hinzufügen. Besonders kompliziert ist es mit eingebetteten Antennen. In Anbetracht der Tatsache, dass acht Antennen beispielsweise ideal für optimales WiFi6 sind, ergibt sich die Herausforderung der Montage zusätzlicher eingebetteter Antennen innerhalb des Geräts oder die Bereitstellung von Anschlüssen für zusätzliche externe Antennen angesichts der kleineren Gehäusegröße. Das Ziel ist, die Antennen möglichst so anzuordnen, dass Interaktionen mit anderen Antennen begrenzt sind; je isolierter jede Antenne ist, umso besser ist die Leistung. Erhöhen Sie also den Abstand zwischen den Antennen so weit als möglich.

Ein elektrisch korrekter Abstand ist mindestens $1/4$ der Wellenlänge, was besonders kompliziert ist, wenn Sie versuchen, mehrere eingebettete Antennen auf kleinem Raum zu platzieren. Die Antennen erfordern auch die richtige Ausrichtung für optimale Leistung. Das Platzieren von zwei Antennen in einem 90-Grad-Winkel zueinander ist z. B. typisch für eine 2x2-MIMO-Antennenanordnung.

Neben dem Abstand werden die Minimierung der Antennenmusterkorrelation und die Polarisation wichtig. Die Antennenmusterkorrelation, einfach ausgedrückt, ist die Menge der Ähnlichkeiten (oder Unähnlichkeiten) zwischen dem Strahlungsverhalten mehrerer Antennen. Hier bringt ein Antennen-Array Vorteile. Dual Polarization Diversity bei Antennen hilft auch bei der Isolationsoptimierung. Dabei werden zwei Antennen (eine horizontal und eine vertikal polarisierte) zusammen in einem Einzelgehäuse oder Radom untergebracht. Dies spart auch Platz und Kosten und bietet einen doppelten Port in einem einzigen Footprint.

Während der 802.11ac-Standard (WiFi5) nur im 5-GHz-Band funktioniert, ist bei WiFi6 auch das 2,4-GHz-Band möglich. Auch dies muss natürlich bei den Antennen berücksichtigt werden. ◀

Die Wi-Fi Alliance hat die neueste Generation der WiFi-Technologie WiFi6 vorangebracht. In diesem Anwendungsbericht wird erläutert, wie man entsprechende Antennen(systeme) entwickeln kann.

MU-MIMO verstehen

Die MU-MIMO-Technologie ist ein wesentlicher Bestandteil von WiFi6 (MU: Multi-User). Sie hilft, die Herausforderungen im Zusammenhang mit unserem zunehmend überlasteten WiFi zu meistern. Dies wird durch Hinzufügen einer Uplink-Unterstützung für gleichzeitigen Upstream und nachgeschalteter Client-Datenübertragung erreicht. Für eine effektive Leistung von MU-MIMO verwendet man eine Funktion namens Beamforming. Beim Beamforming wird den Signalen statt zufälliger Streuung in alle Richtungen direkt die Richtung auf das vorgesehene Gerät oder auf vorgesehene Geräte gezeigt. Die Energie wird hierbei also effizienter genutzt.

Reichweite und Geschwindigkeit von WiFi werden dadurch verbessert, denn ein gezielt abgestrahltes Signal ist beim Empfänger stärker als ein ungerichtetes. Mit MU-MIMO und der Beamforming-Spielart werden Antennen effektiver genutzt; verschiedene Antennen können unabhängig voneinander mit verschiedenen Geräten zur selben Zeit kommunizieren (bei Uplink- und Downlink-Übertragungen).

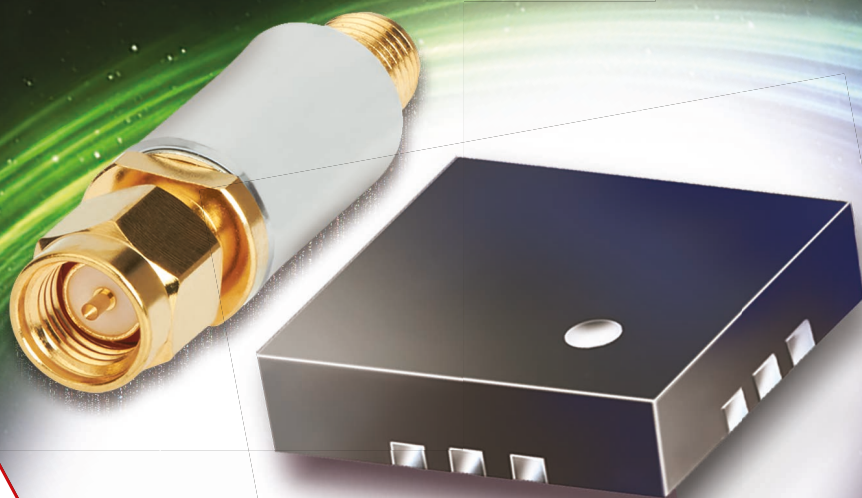
Für eine optimale Leistung eines WiFi6-Geräts sind mehrere Antennen erforderlich. Zugangspunkte und Benutzer verwenden jetzt bis zu acht Antennen. Ob eingebettete oder externe Antennen, mehr Platz wird auf jeden Fall erforderlich. Die Notwendigkeit zusätzlichen Volumens und auch ein erhöhter Stromverbrauch führen zu zusätzlichen Kosten und kürzerer Batterienutzungszeit.

Es ist ziemlich offensichtlich, dass die Verwendung von Smartphones und einer Vielzahl anderer Geräte weiterhin eskaliert. All diese Geräte verwenden zunehmend datenintensive Anwendungen. Der Effekt davon ist eine überlastete WiFi-Umgebung, erkennbar an langsamer Übertragung. WiFi6 nutzt mehrere Technologien, um hier gegenzusteuern. Als Beispiel sei die Ziel-Weckzeit (TWT) genannt, eine neue Funktion, die es Zugangspunkten ermöglicht, Geräte ein „Nickerchen“ machen zu lassen und so Akku-Power zu sparen. WiFi6 wird voraussichtlich 40 % Geschwindigkeitssteigerung im Vergleich zu WiFi5 ermöglichen.

Quelle:
Antenna Considerations for Wi-Fi 6,
 Laird Connectivity,
www.lairdconnect.com
 übersetzt und gekürzt von FS

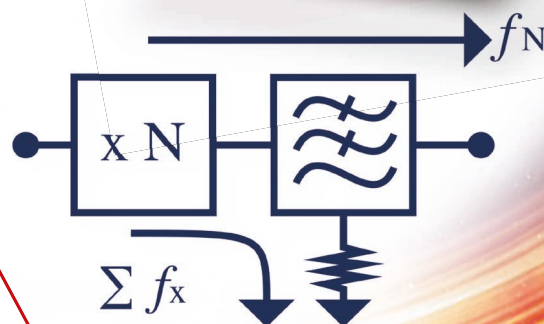
REFLECTIONLESS FILTERS

Eliminate Stopband Reflections



DC to 40 GHz

- ▶ Patented internal load eliminates out of band signals
- ▶ Ideal for non-linear circuits
- ▶ Now available surface mount and tubular SMA case styles



(718) 934-4500 sales@minicircuits.com www.minicircuits.com



612 Rev B_P

DISTRIBUTORS

IE INDUSTRIAL ELECTRONICS GMBH

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

Mini-Circuits Europe

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

municom®

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

Oberflächenmontierbarer bidirektionaler Koppler verträgt 50 W



Der Mini-Circuits SYBDC-26-53VHP+ ist ein oberflächenmontierbarer bidirektionaler Hochleistungskoppler, der über den Frequenzbereich von 30 bis 540 MHz arbeitet und militärische Kommunikation und andere VHF/UHF-Anwendungen unterstützt. Dieses Modell bietet einen Kopplungsgrad von 26 dB und kann eine HF-Eingangsleistung von bis zu 50 W verarbeiten. Es bietet weiterhin einen geringen Hauptleitungsverlust von nur 0,12 dB, 24 dB Richtwirkung und ein SWR von nur 1,12. Der Koppler verfügt über eine Kern- und Drahtkonstruktion, die auf einer achtdrigen gedruckten Laminatbasis mit umlaufenden Anschlüssen für eine gute Lötbarkeit montiert ist. Das Bauteil misst nur 0,38 x 0,50 x 0,25 Zoll und ist somit nahezu ideal für Systeme geeignet, bei denen sowohl hohe Leistung als auch geringe Größe erforderlich sind.

Ultrarascharmer D-PHEMT für 45 bis 6000 MHz



Der TAV1-541+ von Mini-Circuits ist ein MMIC-E-PHEMT mit einem Betriebsfrequenzbereich von 45 bis 6000 MHz, der eine breite Palette von Anwendungen unterstützt, darunter S-Band-Radar, MRT-Systeme und mehr. Dieser Transistor bietet eine einzigartige Kombination aus geringem Rauschen (0,4 dB) und hoher Verstärkung (24 dB), was zu einem geringeren Gesamtsystemrauschen führt. Er bietet außerdem eine hohe IP3-Leistung von 32 dBm und ist somit nahezu ideal für empfindliche Empfängeranwendungen geeignet. Das Bauelement wurde mit hochgradig wiederholbarer E-PHEMT-Technologie hergestellt und mit einem winzigen, 1,4 x 1,2 mm messenden

QFN-Gehäuse ausgestattet. Dieses Modell erfordert eine externe Vorspannung und Anpassung und wird als footprint-kompatibler Ersatz für den Avago ATF-541M4 empfohlen.

Winziger LTCC-Balun für 700 bis 2700 MHz



Mini-Circuits hat seine beliebte TCW-Familie von LTCC-Balun-Transformatoren um vier neue Breitbandmodelle erweitert, die die Abdeckung auf bis zu 6 GHz erweitern und sich fast ideal für 5G-Systeme unter 6 GHz und andere Telekommunikationsanwendungen eignen. Das Modell TCW1-2700+ hat ein Impedanzverhältnis von 1:1 und einen Betriebsfrequenzbereich von 700 bis 2700 MHz. Dieses Modell kann eine HF-Eingangsleistung von bis zu 0,5 W verarbeiten und erreicht einen Einfügungsverlust von 1,4 dB, eine Amplitudenunsymmetrie von 1 dB und eine Phasenunsymmetrie von 12° (relativ zu 180°). Der Balun wird als 0603-Keramikmonolith mit hervorragender Wiederholbarkeit von Los zu Los und ausgezeichneter Zuverlässigkeit für raue Betriebsumgebungen geliefert. Der TCW1-2700+ von Mini-Circuits ist mit dem Johnson-Modell 1720BL15B0050 kompatibel.

LTCC-Power-Splitter/Combiner handhabt 50 W



Das Mini-Circuits-Modell SCG-2-422+ ist ein LTCC-Zweiweg-Leistungsteiler/-kombinator mit 0° Phasenversatz und einem Frequenzbereich von 2,8 bis 4,2 GHz, der Telekommunikations- und Sub-6-GHz-5G-An-

wendungen unterstützt. Dieses Modell kann eine Eingangsleistung von bis zu 50 W als Splitter verarbeiten und bietet einen Einfügungsverlust von 0,9 dB (über dem theoretischen Verlust von 3 dB), eine Isolation von 16 dB, eine Amplitudenunsymmetrie von 0,1 dB und eine Phasenunsymmetrie von 1,5°. Die Einheit wird als winziger Keramikmonolith mit umlaufenden Anschlüssen für eine hervorragende Lötbarkeit hergestellt. Dieses Modell ist mit dem Amaren-Modell PD2635L50502SHF+ kompatibel.

Präzisions-VNA-Kabel übertragen Signale bis 65 GHz



Die VNA-Kabel der VNAX-Serie (Vector Network Analyzer) von Mini-Circuits bieten jetzt einen erweiterten Frequenzbereich von DC bis 65 GHz und unterstützen 5G- und andere Millimeterwellen-Anwendungen. Drei neue Modelle verfügen über einen 1,85-mm-Stecker an einem Ende und eine robuste 1,85-mm-Buchse am anderen für den direkten Anschluss an VNA-Ports, ohne dass ein Adapter für eine verbesserte SWR-Leistung und niedrigere Systemkosten erforderlich ist.

Das 2 Fuß lange Kabel (VNAX-2FT-EMERF+) weist über seinen gesamten Frequenzbereich bis 65 GHz einen typischen Einfügungsverlust von 2,6 dB und einen typischen Rückflussverlust von 30 dB auf. Kabel der VNAX-Serie sind ab Lager in einer Auswahl von 2 Fuß (3 Fuß) erhältlich und in 1-m-Längen. Die Kabel zeichnen sich durch eine extrem robuste und dennoch flexible Konstruktion mit einem quetsch- und drehmomentbeständigen Außenmantel aus rostfreiem Stahl aus, der das Kabel in anspruchsvollen Laborumgebungen vor Beschädigungen schützt. Sie werden mit einer Außenhülle aus PET-Monofilamentgarn geliefert, um die Leitfähigkeit zu beseitigen und eine einfache Handhabung zu ermöglichen.

■ Mini Circuits
www.minicircuits.com

Fachbücher für die Praxis



Praxiseinstieg in die Spektrumanalyse

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

Das Buch vermittelt auf verständliche Weise den Praxiseinstieg in die Spektrumanalyse. Es richtet sich an alle, die sich tiefere Kenntnisse über die Spektrumanalyse aneignen wollen, sei es beruflich (z.B. Techniker, in der Ausbildung von Berufen der Kommunikationstechnologie) oder als ambitionierter Amateur. Viele Anleitungen für praktische Versuche erleichtern das Selbststudium. Es werden keine höheren Mathematik-Kenntnisse benötigt, der Schwerpunkt liegt auf der Praxis, wobei die unzähligen farbigen Grafiken zum leichteren Verständnis beitragen. Jedem Messpraxiskapitel ist ein Abschnitt „Hintergrundwissen“ zum jeweiligen Thema vorangestellt.

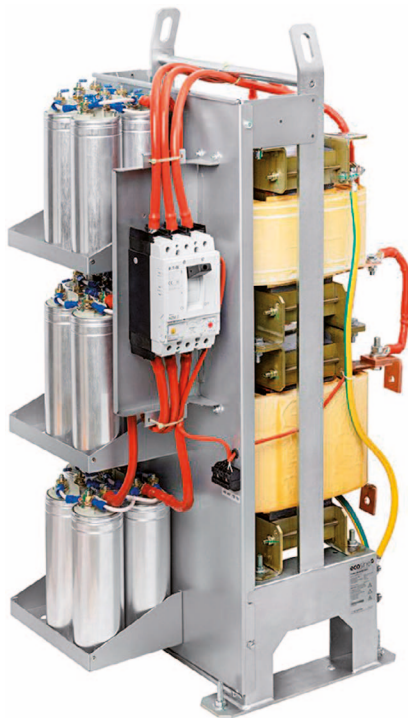
Aus dem Inhalt:

- Hintergründe zur Spektrumanalyse: Zeit- und Frequenzbereich, Fourier, Kurvenformen
- Spektrumanalyzer im klassischen Überlagerungsprinzip: Blockschaltbilder, Basiskonzept und Erweiterung, Frontend, ZF-Verarbeitung, Auflösefilter, Detektoren
- Die Schlüsselmerkmale des Überlagerungsprinzips
- Die Problemzonen des Analyzers: Rauschen, Kompression, Übersteuerung, Dynamik, Korrekturfaktoren
- Moderne Analyzer-Konzepte: Neue Möglichkeiten durch FFT, Konzepte, Abtastung, Fensterung - Oszilloskope mit FFT
- Messpraxis Amplitudenspektrum: Messen von niedrigen und hohen Pegel, Kanalleistung, Frequenzzähler, Messung in 75-Ohm-Systemen
- Messpraxis Rauschen: Hintergrundwissen Rauschen, Rauschmaß, Rauschfaktor, Y-Methode, ENR und Präzisionsrauschquelle, Twice-Power-Methode, nützliche Softwaretools
- Messpraxis Einseitenband-Phasenrauschen: Hintergrundwissen Seitenbandrauschen, S/N Verhältnis, Messgrenzen, Offset, Problem SBN des Analyzers
- Messpraxis Verzerrungen und Intermodulation: Hintergrundwissen Verzerrungen und Intermodulation, 1-dB-Kompression, Harmonische, Intermodulationsprodukte, Interceptpunkte, Zweiton-Verfahren, Rückwirkungsfreies Zusammenschalten von Generatoren
- Messpraxis Modulation: Hintergrundwissen Modulation, AM- und FM-Modulation, Seitenbänder, Impulsmodulation, Pulsdesensitation, Nullstellen
- Messpraxis mit dem Tracking-Generator: Hintergrundwissen Tracking-Generator, Blockschaltbild, Dämpfungsverlauf, Verstärkungsmessung (Magnitude S21), Filtermessung, Reflexionsmessbrücke, Antennenresonanzen, Rückflusssdämpfung (Magnitude S11)
- Der Spektrumanalyzer im Umfeld der EMV-Messung: Fakten zum Einsatz des Spektrumanalyzer für EMV-Messungen, Anforderungen aufgrund der Normung (CISPR), spezielle EMV-Detektoren (Q-Peak), Zukünftige Verkürzung der Messzeit durch FFT-Konzepte, sicherer Umgang mit der Netznachbildung
- Panorama-Monitor: Unterschied zwischen Analyzer und Panorama-Monitor, Blockschaltbild, moderne Konzepte
- Anhang: Formelsammlung, Diagramme und Tabellen für die tägliche Messpraxis

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

Neue Serie passiver Oberschwingungsfilter

Schaffner präsentiert die neue ecosine max Serie passiver Oberschwingungsfilter. Diese neuen Filter wurden entwickelt, um zuverlässig harmonische Oberschwingungen in den anspruchsvollsten Anwendungen zu dämpfen.



Die neuen ecosine max Filter FN3470/71, FN3480/81, FN3472/73 und FN3482/83 mit Versionen für 400 V AC und 480 V AC, 50 Hz und 60 Hz Netzwerke basieren auf der preisgekrönten ecosine Plattform von Schaffner. Sie wurden exakt auf die Ansprüche von Umrichter-Applikationen im höheren Leistungsbereich (250 kW bis 500 kW) ausgelegt. Die Drei-Drossel-Versi-

onen FN3470/80/72/82 wurden entwickelt, um einen THDi von <5 % bei Nennlast zu erreichen – sogar dann, wenn Umrichter ohne Zwischenkreisdrossel verwendet werden. Die ökonomischen Zwei-Drossel-Lösungen FN3471/81/73/83 erreichen <5 % THDi bei Nennlast, wenn Umrichter mit einer 4 % Zwischenkreisdrossel eingesetzt werden. Auch bei einer Applikation ohne Zwischenkreisdrossel werden FN3471/81/73/83 noch ein THDi von 8 % erreichen.

Äußerst robust

Die fortschrittlichsten passiven Oberschwingungsfilter ecosine max garantieren Konformität mit den härtesten Bedingungen von IEEE-519 und anderen üblichen internationalen Netzqualitätsstandards. Mit ecosine max Filtern wird eine effiziente und zuverlässige Nutzung der elektrischen Infrastruktur ermöglicht, die Lebensdauer von elektrischen Ausrüstungen verlängert und Energiekosten verringert.

Innovationen

Mit der Kundenzufriedenheit als höchstes Ziel ist eine fortwährende Innovation von hoher Wichtigkeit für Schaffner. Als

Industriestandard für Filter für Sechs-Puls-Gleichrichter bietet das Unternehmen die kompaktesten Lösungen zum Einsatz in Standard- oder kundenspezifischen Schaltschränken. Alle ecosine max Filter tragen das CE-Kennzeichen, sind UL-gelistet und RoHS-konform.

Absolute Sicherheit

Alle Versionen sind entweder mit einem Leistungsschalter (Circuit Breaker) oder mit einem „trap disconnect jumper“ ausgestattet, was die Verwendung eines handelsüblichen Circuit Breakers ermöglicht. Dieser Schutz stellt die Sicherheit unter allen Umständen sicher.

Leistungseffizienz und Zuverlässigkeit

Schaffner Power Quality bietet mehr als nur Produkte. Angeboten werden Lösungen für Leistungseffizienz und Zuverlässigkeit, begleitet von kompetentem Pre- und After-Sales-Service. Die neuen passiven Oberschwingungsfilter ecosine max sind bereits, wie alle Schaffner Oberschwingungsfilter, im Power Quality Simulator SchaffnerPQS3 verfügbar. ◀

Schaffner
www.schaffner.com

25G-APD-Fotodiode und 25G-Fabry-Perot-Laser für 5G- und Rechenzentrums-Netzwerke

Macom Technology Solutions, Inc. gab die Verfügbarkeit seiner optischen 25G-Avalanche-Fotodiode (APD) und von 25G-Fabry-Perot-Laserkomponenten für 5G-Wireless- und Rechenzentrums-Anwendungen bekannt.

Die APD28A ist eine hintergrundbeleuchtete 25G-APD, die sowohl das O- als auch das C-Band mit einem nutzbaren Wellenlängenbereich von 1250 bis 1650 nm abdeckt. Die Fotodiode verfügt über eine Bandbreite von mehr als 20 GHz (3 dB) mit einer sehr hohen

Empfindlichkeit von -22 dBm, wenn sie an einen rauscharmen Verstärker für Übertragungsanwendungen gekoppelt ist.

Die Leistung des Bausteins ermöglicht es den Kunden, optische Unterbaugruppen und Transceiver zu entwickeln, die sich für drahtlose 5G-Mittel- und Langstreckennetze und ER4-Anwendungen (Extended Reach) für 100Gbps-, 200Gbps- und 400Gbps-Rechenzentrumsanwendungen eignen. Macom wird den 25G APD als Bare-Die und im Chip-on-Carrier-

Format anbieten, um den Kunden maximale Designflexibilität zu bieten.

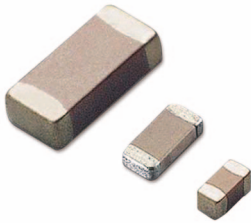
Die MAOD-131F25 ist eine direkt modulierte Hochgeschwindigkeits-25-Gbps/1310-nm-Fabry-Perot-Laserdiode mit einem breiten Betriebstemperaturbereich von -40 bis +95 °C. Der Baustein nutzt die patentierte und bewährte Etch-Facet-Technologie (EFT) von Macom, die eine Skalierbarkeit für die Großserienfertigung ermöglicht. Der 25G-FP-Laser ist nahezu ideal geeignet, um den Kunden sowohl 5G-LTE-Front-

haul-Anwendungen mit kurzer Reichweite als auch kostengünstige 100Gbps-Parallel-Single-Mode-Faser-Anwendungen (PSM4) für Rechenzentren zu ermöglichen.

Macom wird den 25G-Fabry-Perot-Laser in einem TO-Can-Gehäuse anbieten, um die Kundenanforderungen zu ergänzen und die Markteinführung zu beschleunigen.

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

Sicherheitszertifizierte Kondensatoren



Die Firma Prosperity Dielectric Co., Ltd. (PDC) kündigte ihre neuen sicherheitszertifizierten Kondensatoren der Serie FH und FK an. Diese Kondensatoren wurden für die Störfestigkeit gegen Überspannungen oder Blitze entwickelt. Die Kondensatoren der FK-Serie sind Klasse-X1/Y2-konform und die Kondensatoren der FH-Serie sind Klasse-X2-konform.

Die Kondensatoren werden aus umweltfreundlichen Materialien ohne Blei oder Cadmium hergestellt. Die Anschlüsse bestehen aus plattiertem Nickel und reinem Zinn, um die Auslaugbeständigkeit beim Lötens zu gewährleisten. Auf Anfrage sind Ausführungen mit Knickschutz, Lichtbogenschutz und AECQ200-Zertifizierung erhältlich.

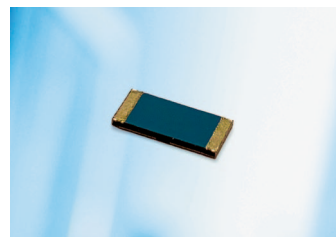
Die Produkte zeichnen sich durch eine hohe Zuverlässigkeit und Stabilität aus. Sie haben eine geringe Größe und eine hohe

Kapazität. Alle Kondensatoren besitzen die Sicherheitsstandardzulassung IEC60384-14/UL 60384 durch den TÜV, sind RoHs konform und frei von Halogenen.

Im Allgemeinen werden die Kondensatoren in elektronischen Anwendungen eingesetzt, die eine Blitzfestigkeit erfordern, beispielsweise in Kommunikationsgeräten wie Telefone, Telefaxe, ISDN-Anlagen und Modems sowie im Automotive-Bereich.

■ **Endrich GmbH**
www.endrich.de

Dickschichtwiderstände in 2512 mit 22W



Die CRP-Serie vom taiwanesischen Hersteller Viking zeichnet sich durch ihre besonders hohe mögliche Leistungsaufnahme von bis zu 22 W aus. Für eine exzellente Wärmeableitung ist das Dickschichtelement auf ein Tantal-Nitrit-Substrat als Basis aufgebracht. Die Wider-

stände der CRP-Serie sind aktuell in der Bauform 2512 erhältlich in 1 % und 5 % Toleranz im Ohmwertbereich von 10R bis 2K und mit einem TK von 150 ppm. Die Leistung beträgt ungekühlt 3,5 W und mit entsprechender Kühlung bis zu 22 W. Der Arbeitstemperaturbereich erstreckt sich von -55 bis +155 °C. Anwendung findet die Serie in Industrie, Telekommunikation oder in Stromversorgungen.

Für Muster, Angebote oder technische Beratung wenden sich Interessenten an den offiziellen Viking-Distributor WDI AG.

■ **WDI AG**
www.wdi.ag

HF-LDMOS-FET für 2620 bis 2690 MHz liefert 400 W



Der PXAE263708NB von Wolfspeed ist ein thermisch verbesserter HF-LDMOS-FET, der

von 2620 bis 2690 MHz arbeitet. Der Transistor liefert eine Ausgangsleistung von 400 W mit einer Verstärkung von 15 dB und hat einen Wirkungsgrad von 49 % bei Betrieb mit einer 28-V-Versorgung. Dieses gepulste/CW-Bauelement ist für eine Impulsbreite von 10 µs und ein Tastverhältnis von 10 % optimiert. Es verfügt über integrierte ESD-Schutzschaltungen und bietet eine hervorragende Wärmeleistung und hohe Zuverlässigkeit. Dieser RoHS-kompatible Transistor ist in einem thermisch verbesserten Gehäuse mit ohrlosem Flansch erhältlich und für die Verwendung in zellularen Leistungsverstärkeranwendungen mit mehreren Standards vorgesehen.

Weitere wichtige Produktspezifikationen:

- P1dB: 140 bis 260 W
- SWR: 10: 1
- Klasse: AB
- Versorgungsspannung: 32 V
- Sperrschichttemperatur: max. 225 °C
- Wärmewiderstand: 0,25 bis 0,61 K/W

■ **Wolfspeed, Inc.**
www.wolfspeed.com

Von ISS bis Deep Space - Faszination Weltraumfunk

Aus dem Inhalt:

- Das Dezibel in der Kommunikationstechnik
- Das Dezibel und die-Antennen
- Antennengewinn, Öffnungswinkel, Wirkfläche
- EIRP – effektive Strahlungsleistung
- Leistungsflussdichte, Empfänger-Eingangsleistung und Streckendämpfung
- Dezibel-Anwendung beim Rauschen
- Rauschbandbreite, Rauschmaß und Rauschtemperatur
- Thermisches, elektronisches und kosmisches Rauschen
- Streckenberechnung für geostationäre Satelliten
- Weltraumfunk über kleine bis mittlere Entfernungen
- Erde-Mond-Erde-Amateurfunk
- Geostationäre und umlaufende Wettersatelliten
- Antennen für den Wettersatelliten
- Das „Satellitentelefon“ INMARSAT
- Das Notrufsystem COSPAS-SARSAT
- So kommuniziert die ISS



Frank Sichla, 17,5 x 25,3 cm,
92 S., 72 Abb., 2018, 14,80 €
ISBN 978-3-88976-169-9

HF-Relais, die definitiv Platz sparen

In vielen Anwendungen ist der verfügbare Platz ein entscheidendes Kriterium. Möglichst kompakte Abmessungen von Geräten und Systemen erfordern konsequenterweise auch sehr platzsparende Komponenten. Um diesen Anforderungen gerecht werden zu können, bietet Telemeter Electronic zwei neue Schaltermodelle in außergewöhnlich kurzer Bauform an. Anwender können folgende Konfigurationen wählen: Umschalter SPDT, Mehrfach-



schalter SP3T – SP6T, um 7 beziehungsweise 10 mm redu-

zierte Bauhöhe, 12, 24 oder 28 V Betriebsspannung, breiter

Frequenzbereich von DC bis 40 GHz und SMA-Anschlüsse. Die Relais sind mit zahlreichen Zusatzoptionen erhältlich. Die Firma Telemeter Electronic bietet dem Kunden eine große Auswahl an neuen Markenrelais mit kurzen Lieferzeiten bei attraktiven Preisen.

■ **Telemeter Electronic GmbH**
info@telemeter.de
www.telemeter.info

170-W-GaN-on-SiC-HEMT für 2620 bis 2690 MHz



Der GTVA261802FC von Wolfspeed ist ein GaN on SiC HEMT, der von 2620 bis 2690 MHz arbeitet. Dieser gepulste CW-Transistor liefert eine Ausgangsleistung (P3dB) von 170 W mit einer Verstärkung von 15 dB und hat einen Drain-Wirkungsgrad von 65,5 %, während er mit einer 48-V-Versorgung betrieben wird. Es benötigt eine Impulsbreite von 10 µs und ein Tastverhältnis von 10 %. Der Transistor ist in einem thermisch verbesserten Gehäuse mit einem ohrlosen Flansch erhältlich und eignet sich nahezu ideal für den Einsatz in Telekommunikations-/Mobilfunkanwendungen mit mehreren Standards.

Nähere Produktspezifikationen:

- Leistung: 52,3 dBm (P3dB), 52,55 dBm (CW)
- Verstärkung: 15 bis 16,8 dB
- SWR: 1,1
- Klasse: 1A, AB
- Versorgungsspannung: 0...50 V
- Durchbruchspannung Drain-Quelle: 150 V
- Strom: 160 mA

- Sperrschichttemperatur: max. 225 °C

■ **Wolfspeed**
www.wolfspeed.com

Bandpassfilter für 4275 bis 7525 MHz

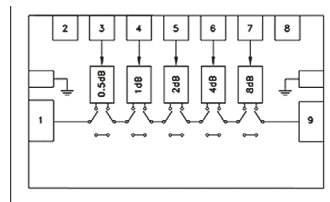


Das C-1287 von NIC ist ein C-Band-LC-Bandpassfilter mit einer Mittenfrequenz von 5,9 GHz und einem Durchlassband von 4275 bis 7525 MHz. Das Filter hat eine Einfügungsdämpfung von unter 4 dB und eine Unterdrückung von mehr als 40 dBc über und unter dem Durchlassbereich. Es kann eine Eingangsleistung von bis zu 1 W verarbeiten und ist mit einem für die Oberflächenmontage geeigneten Gehäuse mit den Maßen 0,75 x 0,20 x 0,095 Zoll erhältlich. Dieser Bandpassfilter eignet sich für Boden-, Luft- und Schiffsanwendungen.

■ **Networks International Corporation**
www.nic.com

Digitales GaAs-Dämpfungsglied arbeitet von 0,1 bis 30 GHz

Das ADH941S von Analog Devices ist ein 5-Bit-MMIC mit



digitalem GaAs-Dämpfungsglied, das von 0,1 bis 30 GHz arbeitet.

Es bietet eine Gesamtdämpfung von 15,5 dB, wobei die Dämpfungswerte 0,5 (LSB), 1, 2, 4 und 8 dB betragen. Das Dämpfungsglied hat eine Einfügungsdämpfung von weniger als 4,4 dB (bei 30 GHz) und einen IIP3 von 45 dBm. Es hat einen Bitfehler von ±0,5 dB und kann eine

Leistung von 27 dBm verarbeiten. Es erfordert doppelte Versorgungsspannungen von ±5 V und hat fünf Steuerspannungseingänge, die zwischen 0 und 5 V umschalten, um jeden Dämpfungszustand auszuwählen. Dieses digitale Dämpfungsglied ist als Chip mit einer Größe von 90,2 x 37,4 mil erhältlich und eignet sich fast ideal für den Einsatz in Testgeräten, Sensoren, Transceivern, Militär- und Weltraumanwendungen. Der Stromverbrauch wird mit 2 bis 9 mA angegeben, die Impedanz ist 50 Ohm, die Rückflussdämpfung erreicht 8 bis 15 dB.

■ **Analog Devices**
www.analog.com

Triplexer kombiniert GSM-, DCS- und UMTS-Band



Der Triplexer BK-311E von Microlab erlaubt die Kombination und Trennung von Signalen der Bänder 698...960, 1710...1880 und 1920...2170 MHz. Um die gegenseitige Wechselwirkung der Bänder zu minimieren, sind die Eingänge gut gegeneinander

isoliert und weisen geringe Einfügedämpfungen im jeweiligen Frequenzband auf. Das sorgfältige mechanische Design gewährleistet zudem eine geringe passive Intermodulation.

Der Triplexer erlaubt eine effiziente Kombination oder Trennung der gängigen Mobilfunkbänder und ist nahezu ideal für den Einsatz in Basisstationen, Mobilfunknetzen mit Koaxialverteilung in Gebäuden oder verteilten Antennensystemen (DAS).

■ **Municom**
www.municom.de

Low Loss and Semi-Rigid RF and Microwave Cable Assemblies

Intelliconnect (Europe) Ltd the UK based specialist manufacturer of RF, waterproof and cryogenic connectors offers its customers one of the most experienced UK based teams capable of specifying, designing and manufacturing RF and Microwave cable assemblies, with a two 2-3 week turnaround time for most projects



Cable assemblies for high reliability, high frequency applications need, by definition, to be of the highest quality in terms of the cable itself, the connectors and, most importantly the termination (assembly) of the connectors to the cable. Intelliconnect cables can be waterproofed to IP68 and offer special features including phase matching and ruggedised assemblies for use in harsh environments.

Applications are very varied and include medical, satcoms, military, aerospace, space, general microwave communications, test and measurement, research, rail traction, oil and gas and marine.

"While a few applications still exist for high volume cable assemblies, the majority are now low volume, custom designs for specialised products or systems and require close cooperation with system design engineers." Says Roy Phillips, MD of Intelliconnect. "Such products do not suit offshore manufacture and working with a UK based cable assembly manufacturer such as Intelliconnect has many advantages for end users."

The most common types of high reliability RF cable assemblies available from Intelliconnect

include. Conformable or Hand Formable cable assemblies which are used in applications that require the cable to be formed at the time of installation without the need for bending tools. Comprising of a tin soaked copper braid, the cable stays in place after bending. There is no major degradation of electrical performance when cables are formed into shape and standard semi-rigid cable connectors may be used.

Low Loss phase stable flexible microwave cable assemblies are designed to meet some of the highest specifications required by industry. Available in a variety of sizes and performance specifications these cables can, in general use, operate up to 70 GHz and beyond and can be armoured internally or externally for rugged applications.

Semi-Rigid cables

are made using a solid metal outer conductor (usually copper or aluminium) which can be bent into shape as required. Generally, overall performance figures are improved using a solid outer conductor and they are typically available in 0.047", .085", 0.141" and 0.250" diameters.

Standard semi-rigid cable assemblies are generally of copper construction, offer low loss, low VSWR performance, are phase stable and can be phase matched. Phase matching of a cable assembly is essential when connecting to multi-channel receivers as individual channels are required to match and track each other over the frequency of operation.

Semi-Flexible cables

offer a lighter, more flexible alternative to Semi-Rigid types and enables cable to be flexed. Although there is a slightly reduced performance compared with Semi-Rigid, it benefits from being able to use standard semi-rigid cable connectors and is typically available in 0.085" and 0.141" diameters.

Triaxial cables

are primarily used where there is a requirement to reduce noise levels in systems and provide an isolated ground. Used extensively in Medical applications such as Radiation Detection and Dosimetry as well as Broadcast applications, Triaxial (or Triax) cable provides greater bandwidth and interference protection than Coaxial cable.

Other cable harness types include high-performance broadband, flexible, low loss LMR cable used in applications where conventional RG cables are unsuitable. And cryogenic cables from Intelliconnect's specialist division, CryoCoax. Offering solutions with capabilities to withstand temperatures to 2K and below cable types include Niobium Titanium, Cupro Nickel, Stainless Steel and Beryllium Copper assemblies which operate up to 40 GHz. ◀

Intelliconnect (Europe) Ltd.
www.intelliconnect.co.uk

CelsiStrip®

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

www.celsi.com www.spirig.com

Cost-Effective Enclosures Provide NEMA-Rated Durability and Protection

Transtector Systems, an Infinite Electronics brand, announced that it has expanded its comprehensive line of NEMA-rated, weatherproof equipment enclosures with the addition of a broad range of fiberglass-reinforced polyester (FRP) models. These new enclosures join a wide range of rugged Transtector solutions for housing and protecting sensitive equipment in harsh environmental conditions.

Transtector's new rugged, lightweight, cost-effective, FRP NEMA enclosures provide excellent protection in high temperature and corrosive environments, as well as isolation from live conductors and electrical shock. Available in a standard 30x24x11-inch size, each enclosure is easily configurable by using standoffs, blank aluminum and starboard accessory



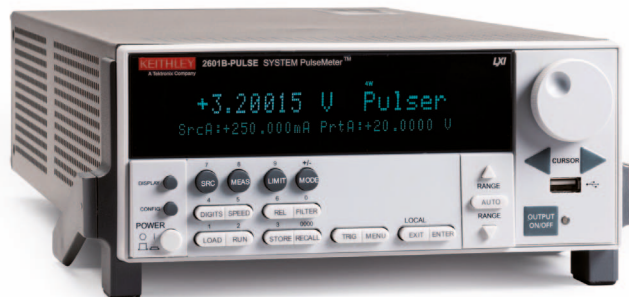
plates (sold separately). Ideal for wireless networks, small cells, industrial, utility and other dynamic applications, each enclosure

provides vital protection for electronic equipment, enhancing network security and reliability. Additional features include:

- UL and CSA approval ratings
- Standard footprint for multiple applications
- Space-saving, lightweight design that maximizes real estate and simplifies installation
- Pad lock capabilities for additional security
- Full line of accessories available
- Dedicated technical support to assist with configurations

■ *Transtector Systems*
www.transtector.com

Technology Which Eliminates Pulse Tuning



Tektronix, Inc. announced the new 2601B-Pulse System SourceMeter 10 μ s Pulser/SMU Instrument, integrating a high-speed current pulser with DC source and measurement functions in one instrument. The new system incorporates PulseMeter technology for sourcing current pulses as short as 10 μ s at 10 A and 10 V without the need to manually tune the output to match device impedance up to 3 μ H.

This is critical for minimizing device self-heating, which for optical devices, can result in erroneous measurements and the potential for damaging test equipment. The new 2601B-Pulse also includes all current and voltage source measure unit (SMU) ranges that are available in Keithley's standard

Model 2601B System SourceMeter (40 V, 3A DC, 10 A Pulse). In addition, Tektronix is also releasing version 2.3 of Keithley's Instrument Control Software KickStart to support the pulsing function of the 2601B-Pulse.

The 2601B-Pulse System SourceMeter was developed to serve the needs and complications of testing vertical-cavity surface-emitting lasers (VCSELs), which are mission-critical for automotive light detection and ranging (LIDAR) applications. The instrument is ideal for testing VCSELs and LEDs, semiconductor device characterization, fault power management testing, surge protection testing and beyond. Built-in dual 1 MS/s, 18-bit digitizers enhance the pulser's measure-

ment function, enabling users to acquire both pulse current and voltage waveforms simultaneously, without the need to use a separate instrument. Unlike competitive instruments that require pulse tuning to minimize overshoot and undershoot on the pulse, the patent-pending 2601B-Pulse control loop system eliminates the need to manually tune for load changes up to 3 μ H. This ensures that the current pulse has no overshoot or ringing when sourcing pulses ranging from 10 μ s to 500 μ s at a current up to 10 A, resulting in a fast rise time, accurate pulse output and high fidelity.

Industry-First Technology

New PulseMeter technology eliminates manual pulse output

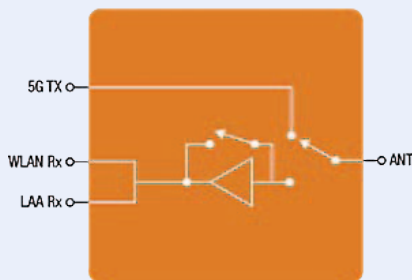
tuning no matter the amplitude and pulse width to ensure pulse fidelity. For automated system applications, the 2601B-Pulse's Test Script Processor (TSP) technology runs complete test programs from inside the instrument for industry-best throughput.

TSP scripting

In larger, multi-channel applications, the Keithley TSPLink technology works together with TSP scripting to enable highspeed, pulser/SMU-per-pin parallel testing. Because the 2601B-Pulse System SourceMeter offers full isolation that does not require a mainframe, it can be easily reconfigured and re-deployed as test applications evolve.

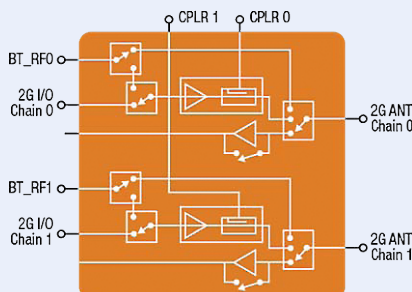
■ *Tektronix, Inc.*
www.tektronix.com

5 GHz FEM For WiFi



Skyworks is pleased to introduce the SKY5-5501-11, a 5 GHz front-end module (FEM) designed for WiFi enabled devices including handsets and tablets. This advanced FEM supports simultaneous WiFi and licensed assisted access (LAA) protocols for high-speed data throughput in the 5 GHz WLAN and LAA spectrum. The SKY5501-11 is highly integrated and includes a low-noise amplifier, lowloss bypass path, power splitter, and single-pole, double-throw transmit and receive switch. The SKY5501-11 builds on Skyworks' portfolio of revolutionary products for 5G applications.

Dual 2.4 GHz, 802.11ax FEM For WiFi 6



Skyworks introduced the SKY5-5242-11 a dual 2.4 GHz, 802.11ax high-linearity, high-efficiency front-end module (FEM) designed for WiFi 6 enabled devices including handsets, tablets and mobile devices supporting WLAN and Bluetooth protocols. This highly integrated FEM includes two transmit and receive chains, an extremely low EVM floor power amplifier, low noise amplifier with bypass, and a SP3T antenna switch. The three transmit modes for high linearity, high efficiency and low gain provide optimal performance. The SKY55242-11 builds on Skyworks' portfolio of revolutionary products for 5G applications.

■ Skyworks Solutions, Inc.
www.skyworksinc.com

Flexible 0.047 Lowloss Cable Assembly to 67 GHz



Samtec announced a new flexible low-loss cable assembly with performance up to 67 GHz. The RF047-A cable assembly, using 1.85 mm male and female connectors, operates to 67 GHz with a maximum SWR of 1.4 or better. The connectors are solder clamp designs with fully captivated center contacts. The body components are passivated stainless steel with gold plated brass solder ferrule and beryllium copper contact. Other connector options offered include male and female 2.92 mm series, as well as male and female SMPM series. Custom connector options are also available. These high-performance assemblies are ideal for space-limited applications requiring high flexibility.

■ Samtec, Inc.
www.samtec.com

SMT Transistor Offers 2000 W Pulsed RF



RFMW announced design and sales support for a highpower transistor from Ampleon. The ART2K0PEG LDMOS power transistor provides 2000 W of pulsed RF energy for ISM applications in the HF to 400 MHz frequency band. Offering 28.5 dB of gain and drain efficiency of 73 %, this transistor supports plasma generators, MRI systems, CO₂ lasers and particle accelerators. High breakdown voltage enables class E operation up to 50 V V_{DS} while the ART2K0PEG is qualified up to a maximum V_{DS} of 65 V.

The device is characterized from 30 to 65 V. Integrated dual-sided ESD protection enables class C operation and complete switch off of the transistor. This "gull-wing", SMT transistor is capable of withstanding load mismatches corresponding to a SWR of 65. Additional uses are found in radio and VHF TV broadcast transmitters as well as HF communications and Radar systems in the Aerospace industry.

■ RFMW
info@rfmw.com
www.rfmw.com

High-Linearity Cascadable Gain Block for 5G mMIMO



RFMW announced design and sales support for a high-linearity gain block from Qorvo. The QPA9126 supports an operational bandwidth of 1 to 6 GHz for 5G mMIMO and wireless infrastructure. Offering a P1dB of 20 dBm, gain is equal to 16 dB and OIP3 measures 35 dBm. Internally matched to 50 ohms, the QPA9126 draws 70 mA from a single 5 V supply with DC shutdown control. Offered in a 2 x 2 mm, SMT package.

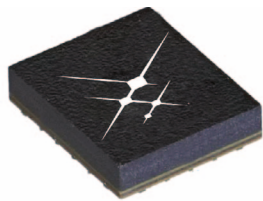
■ RFMW
info@rfmw.com
www.rfmw.com

WiFi 6 3.3V FEM Offers 33 dB in a 3 x 3 mm Package

RFMW announced design and sales support for a WiFi 6 (802.11ax) front end module (FEM). The Qorvo QPF4230 optimizes an internal power amplifier for 3.3 V operation to conserve power consumption while maintaining high linear output power and leading edge throughput. Integrating a 2.4 GHz power amplifier (PA), regulator, SP3T switch, low noise amplifier (LNA), coupler and a DC power detector for power control feedback, the QPF4230 minimizes layout area in the application. Offering 33 dB of Tx gain and 15 dB of Rx gain with LNA noise figure of 2.1 dB this device is offered in a small 3 x 3 mm laminate package.

■ RFMW
info@rfmw.com
www.rfmw.com

Skyworks Bluetooth/ Zigbee FEM



RFMW announces design and sales support for a 2.4 GHz front-end module (FEM) from Skyworks Solutions. The SKY66404-11, 2.4 GHz FEM is designed for Zigbee, Thread, and Bluetooth (including Low Energy) ultra-low power IoT applications spanning sensors, beacons, smart meters and thermostats, wireless cameras, smoke and CO detectors, wearables and medical wearables. The compact (3.5 x 3.0 x 0.82 mm) multi-chip module houses circuitry providing increased efficiency, as well as 4 x greater range than stand-alone SoC devices. The module includes a power amplifier, lownoise amplifier, lowloss bypass path, transmit and receive switches, and digital controls compatible with 1.7 to 3.6 V CMOS levels. Its wide supply voltage range allows the device to be used in battery powered IoT applications over a broad spectrum of the battery discharge curve. The integrated LNA enables as much as 6 to 8 dB receive sensitivity improvement versus discrete SoCs and the low power consumption makes it ideal for operation from coin cell batteries.

■ **RFMW**
www.rfmw.com

Adjustable Current Optimizes Power Doubler Distortion Performance

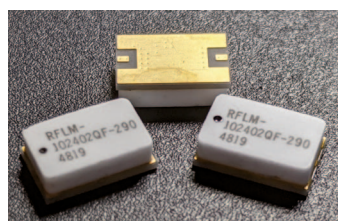


RFMW announced design and sales support for a GaAs

pHEMT/MESFET and GaN HEMT amplifier module. The Qorvo QPA3333 Power Doubler provides 28 dB of gain for DOCSIS 3.1 amplifiers and broadband CATV hybrid modules from 45 to 1218 MHz. Using a single 24 V supply, the QPA3333 offers excellent linearity, superior return loss and low noise which provides optimal reliability. By adjusting DC current, distortion vs. power consumption can be optimized over a wide range of output levels. Offered in an 11 x 8.5 mm package.

■ **RFMW**
www.rfmw.com

Always-on Power Limiter



RFMW announced design and sales support for a highpower, SMT RF limiter. The RFuW Engineering model RFLM-102402QF-290, silicon, PIN-Diode limiter module offers both high power CW and peak power protection in the L & S-Band region (1 to 4 GHz). Capable of handling average power up to 100 W (50 dBm) and pulsed peak power up to 1000 W (60 dBm at pulse width = 25 μ s, duty cycle = 5%), the RFLM-102402QF-290 maintains low flat leakage to less than 14 dBm (typical), and reduces spike leakage to less than 0.5 ergs. Recovery time is <3 μ s. The combination of high peak power handling and fast recovery time is mandatory for mission-critical applications. RF performance is exceptional with insertion loss of less than 0.35 dB. This quasi-active limiter requires no external control lines or power supply connections offering “always on” protection. Offered in a 8 x 5 x 2.5 mm, ceramic surface mount package.

■ **RFMW**
www.rfmw.com

New High-Performance, Rugged 900 MHz Omni Antennas

KP Performance Antennas, an Infinite Electronics brand and a manufacturer of wireless network antennas, has just released new 900 MHz Omni antennas that are ideal for utilities, SCADA and two-way communication.

KP's new line of Omni antennas includes two models that operate over the licensed 800 MHz/900 MHz and unlicensed 902-928 MHz ISM bands. These antennas are available in 6 dBi and 8 dBi configurations, depending on the model. They deliver superior all-weather performance with a rugged industrial-grade design and heavy-duty, powder coated, steel mounting brackets. Additional features include a lightweight fiberglass radome and integral N-Female connector. These antennas are ideal for multipoint, Non-Line-of-Sight (NLOS) and mobile applications. “This new line of antennas offers an impressively wider range of supported bandwidths that stretches from 824 to 960 MHz. Plus, they boast a rugged design with long service life, backed by our reputation for high-quality, high-performance antennas” said Ken Izatt, Antenna Product Line Manager.

■ **KP Performance Antennas**
www.kpperformance.com

New 0795-0805 MHz VCO



CVCO55CCN-0795-0805 VCO (Voltage Controlled Oscillator) from Crystek operates from 795 to 805 MHz with a control voltage range of 0.5V~4.5 V. This VCO features a typical phase noise of -123 dBc/Hz @ 10 KHz offset and has excellent linearity.

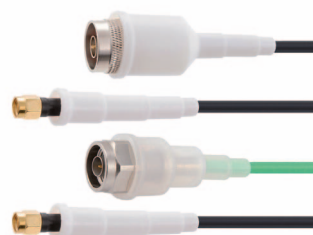
Output power is typically +8 dBm.

Engineered and manufactured in the USA, the model CVCO55CCN-0795-0805 is packaged in the industry-standard 0.5-in. x 0.5-in. SMD package. Input voltage is 5 V, with a typ. current consumption of 35 mA. Pulling and Pushing are minimized to 0.5 MHz and 0.2 MHz/V, respectively. Second harmonic suppression is -20 dBc typical.

The CVCO55CC-0795-0805 is ideal for use in applications such as digital radio equipment, fixed wireless access, satellite communications systems, and base stations.

■ **Crystek Corporation**
www.crystek.com

New Line of Cables with Rubber Boots



KP Performance Antennas, an Infinite Electronics brand and a manufacturer of wireless network antennas, has just released a new series of cables with rubber boots that are ideal for installations in tight areas where it is difficult to tape individual connectors.

KP's new line of N-type male and RP-SMA male cables includes seven models with rubber boots to fully cover the connectors and provide an additional level of weatherproofing protection. This feature reduces time to tower by minimizing the taping of connectors. These white rubber boots are UV-resistant, rated from -40 to +65 °C and are designed to last in the toughest environments.

In this line, the RP-SMA to N-male and N-male to N-male LMR 195 cables with boots are available in 8-, 18- and 24-inch lengths. Also available as two

pack options are N-male to RP-SMA LMR 195, 8-inch cables with boots, and N-male to N-male LL142, 12-inch cables with boots for high frequency operation up to 12 GHz.

KP's new cables with rubber boots are in stock and can be ordered directly from any of KP's authorized distributors or from the KP Performance Antennas website at <https://www.kpperformance.com/pages/new-wisp-antennas-and-accessories/cables-assemblies-with-rubber-boots.html>

■ **KP Performance Antennas**
www.kpperformance.com

Global Distribution Agreement with KCB Solutions

RFMW announced a Global distribution agreement with KCB Solutions (KCB) effective immediately. Under the agreement, RFMW will support KCB's

product offering with a focus on their standard RF and microwave components portfolio including attenuators, switches, and amplifiers. RFMW is a specialized distributor providing customers and suppliers with focused distribution of RF and microwave components as well as specialized component-engineering support. "We are pleased to add RFMW as a specialty distributor. RFMW will undoubtedly bring new opportunities to KCB and will help expand our customer base in the RF and microwave market," said Ralph Nilsson, President KCB Solutions. "KCB Solutions continues to grow and diversify our product offering to address customer needs, and RFMW will enable us to expand our global reach and allow us to better serve our customers."

"We are excited to partner with KCB Solutions, a well-established and reliable supplier with many innovative component

solutions," said Joel Levine, President RFMW. "The new partnership with KCB Solutions will further RFMW's extensive offering of RF and microwave components, particularly for the military market. KCB Solutions offers a wide selection of high reliability components for a variety of market segments including military communications, radar, electronic warfare, aerospace and space."

■ **RFMW**,
www.rfmw.com

New 4512 MHz VCO



CVC055CC-4512-4512 VCO (Voltage Controlled Oscil-

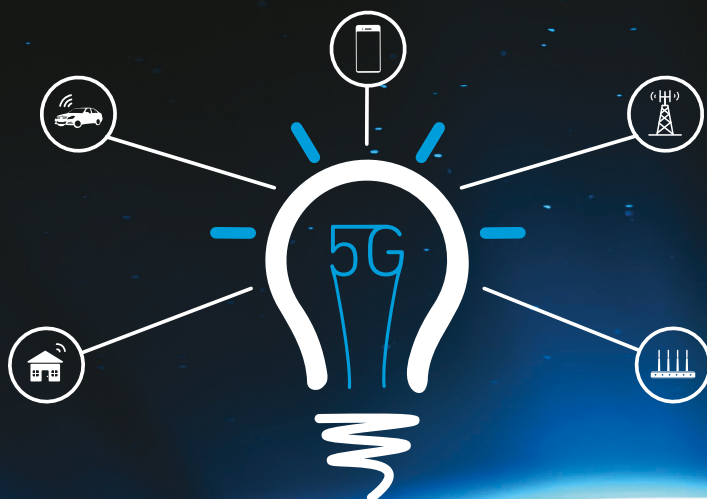
lator) operates at 4512 MHz with a control voltage range of 0.3~4.7 V. This VCO features a typical phase noise of -105 dBc/Hz @ 10 KHz offset and has excellent linearity. Output power is typically +4 dBm.

Engineered and manufactured in the USA, the model CVC055CC-4512-4512 is packaged in the industry-standard 0.5-in. x 0.5-in. SMD package. Input voltage is 5 V, with a typ. current consumption of 28 mA. Pulling and Pushing are minimized to 1 MHz and 1 MHz/V, respectively. Second harmonic suppression is -15 dBc typical. The CVC055CC-4512-4512 is ideal for use in applications such as digital radio equipment, fixed wireless access, satellite communications systems, and base stations.

■ **Crystek Corporation**
www.crystek.com

Your Smart Partners in RF

Powering the Industry's 5G-Solutions



High Gain Driver Amplifier for 5G Massive MIMO



The QPA9121 is a 2.3-5 GHz, high gain and high peak power driver amplifier. Using Qorvo's GaAs HBT process, it provides 27 dBm P3dB with 28 dB gain at 2.6 GHz.

300 Watt GaN RF Transistor for Base Stations



The QPD3640 is a dual-path discrete GaN-on-SiC HEMT for Band 42 and Band 43. This single stage matched Doherty* transistor delivers P4dB of 389 W at +50 V.

qorvo

www.qorvo.com/5g

Qorvo® is making 5G deployment a reality and supporting the growth of mobile data with a broad range of RF connectivity solutions. Qorvo offers an industry-leading portfolio of high-performance discrete RF components with the highest level of integration of multifunction building blocks targeted for 5G massive MIMO or TDD macro base stations.

RFMW

www.rfmw.com/qorvo

mmWave Automotive Radar and Antenna System Development

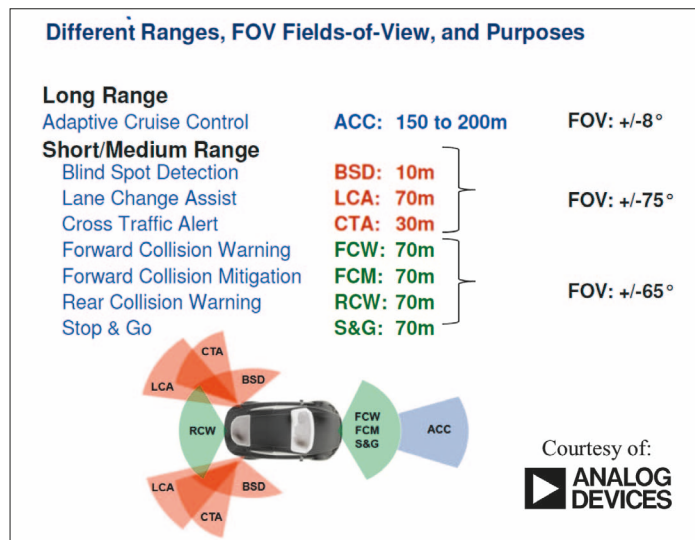


Figure 1: Different ranges, fields of view (FOV), and functions for advanced driver assist systems

This application example presents some of the challenges behind developing millimeter-wave (mmWave) radar systems and the antenna array technologies for the next generation of smart cars and trucks.

Examples will be presented demonstrating how NI AWR Design Environment platform, specifically the radar design capabilities within VSS system design software, can be used successfully in ADAS applications.

Overview

As modern vehicle development expands to include more and more sophisticated electronics, automobile manufacturers are equipping their new models with advanced driver-assistance systems (ADAS) to obtain high safety ratings by increasing automotive safety. Most road accidents occur due to human error and ADAS are proven to reduce injuries and fatalities by alerting drivers to and assisting them with a variety of issues, including collision avoidance and low tire pressure using radar technology mostly focused over the 76 to 81 GHz spectrum. They perform over a range of applications, operating conditions, and object detection challenges in order to provide reliable coverage over the range (distance) and field of view (angle) as dictated by the particular driver assist function.

NI AWR
www.awr.com
www.ni.com

ADAS Technology

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

On the other hand, long-range radar (LRR) supports multiple functions, comfortably handling distances between 30 and 200 m, and short-range radar (SRR) can detect objects below 30-meter distances. While the 24 GHz frequency band, which addresses SRR detection, is expected to be phased out of new vehicles by 2022, today it is commonly found in hybrid architectures. Meanwhile, the 77-GHz band (from 76-81 GHz) supporting LRR is expected to provide both short and long-range detection for all future automotive radars. Figure 1 provides details on short/medium and long-range radar.

Technical advantages of the 77 GHz band include smaller antennas (a third of the size of the current 24 GHz ones), higher permitted transmit power, and, most importantly, wider available bandwidth, which enables

higher object resolution. As a result, advances in radar modulation techniques, antenna beam steering, system architecture, and semiconductor technology are driving the rapid adoption of mmWave radar in future ADAS enabled cars and trucks.

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

The NI AWR Design Environment platform integrates these critical radar simulation technologies while providing the necessary automation to assist the engineering team with the very complex task of managing the physical and electrical design data associated with ADAS electronics. ADAS support includes:

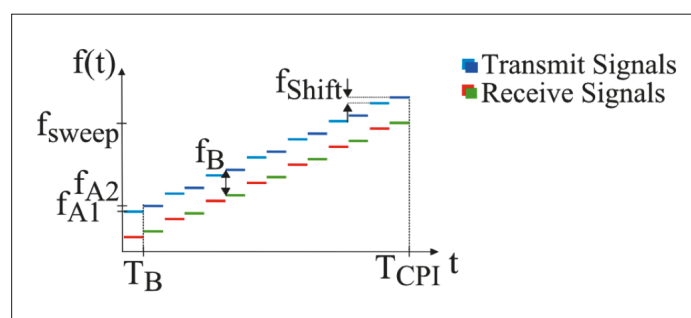


Figure 2: Multiple frequency shift keying.

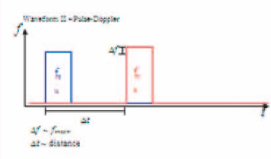
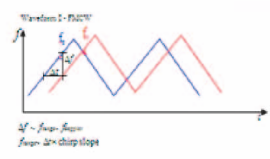
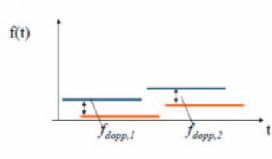
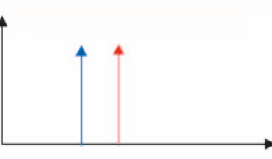
	Pulse Doppler	FMCW	FSK	UWB
Signals/Plots				
Description	Single-carrier frequency is transmitted in a short burst	Typically a sawtooth waveform with 100 - 150 MHz bandwidth	- FSK with 1 MHz steps - Coherent processing interval (CPI) per frequency is 5 ms - Range info is derived from phase difference	- Dirac pulse - Measure time-of-flight auto correlation
Advantages	Simple algorithm for distance	- Good range accuracy - Easy to calculate relative speed and range	- Simple voltage controlled oscillator (VCO) modulation - Short measurement cycle	- Simple principle - Can measure at close range due to large BW
Disadvantages	- Difficult-to-determine range rate - Cannot transmit and receive simultaneously	- Computation to eliminate ghost targets - Long measurement time for multiple chirps	- Coherent signal required for accuracy - Poor range direction information	- Medium-to-low range - No direct measure of range rate - Sensitive to disturbance

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

Design of waveforms, baseband signal processing, and parameter estimation for radar systems, with specific analyses for radar measurements along with comprehensive behavioral models for RF components and signal processing.

Design of transceiver RF/micro-wave front-end with circuit-level analyses and modeling

(distributed transmission lines and active and passive devices) to address printed circuit board (PCB) and MMIC/RFIC design.

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

The connection between simulation software and test and measurement instruments.

Radar Architectures and Modulation

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

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

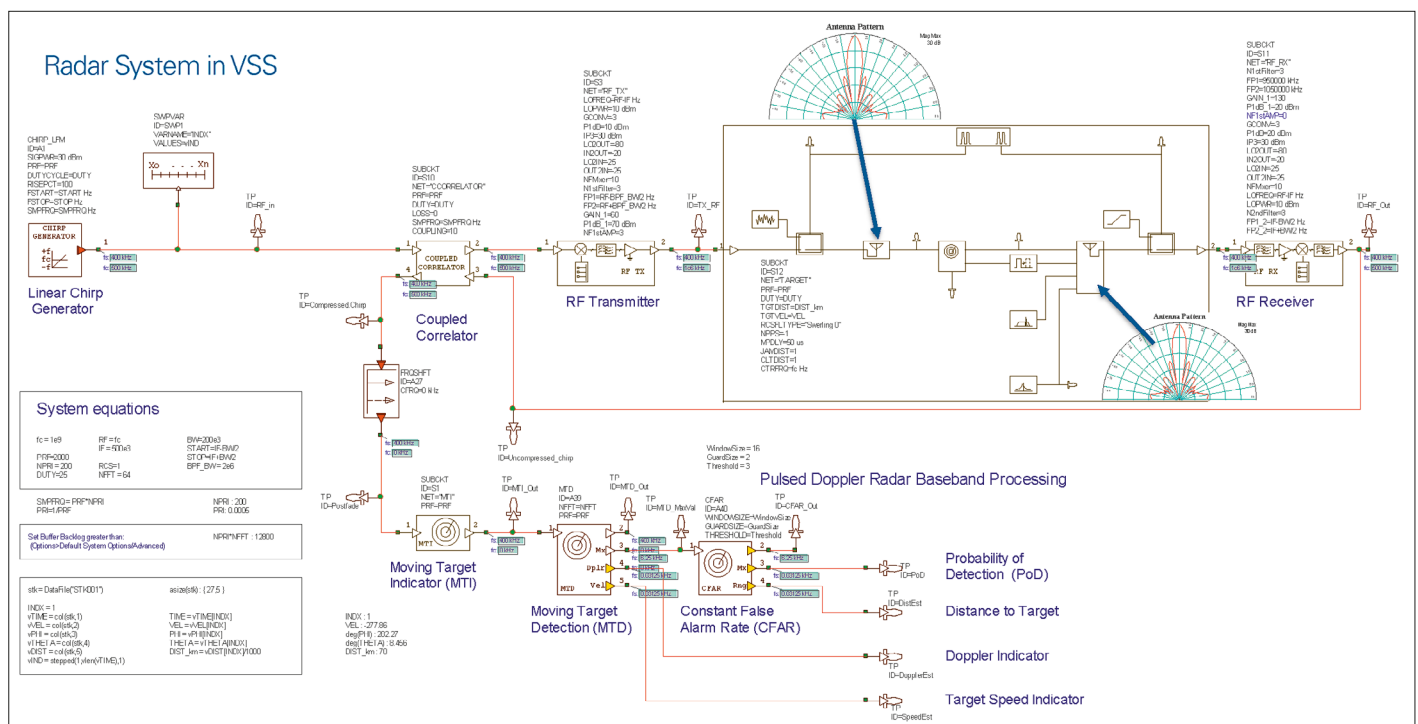


Figure 3: PD radar example

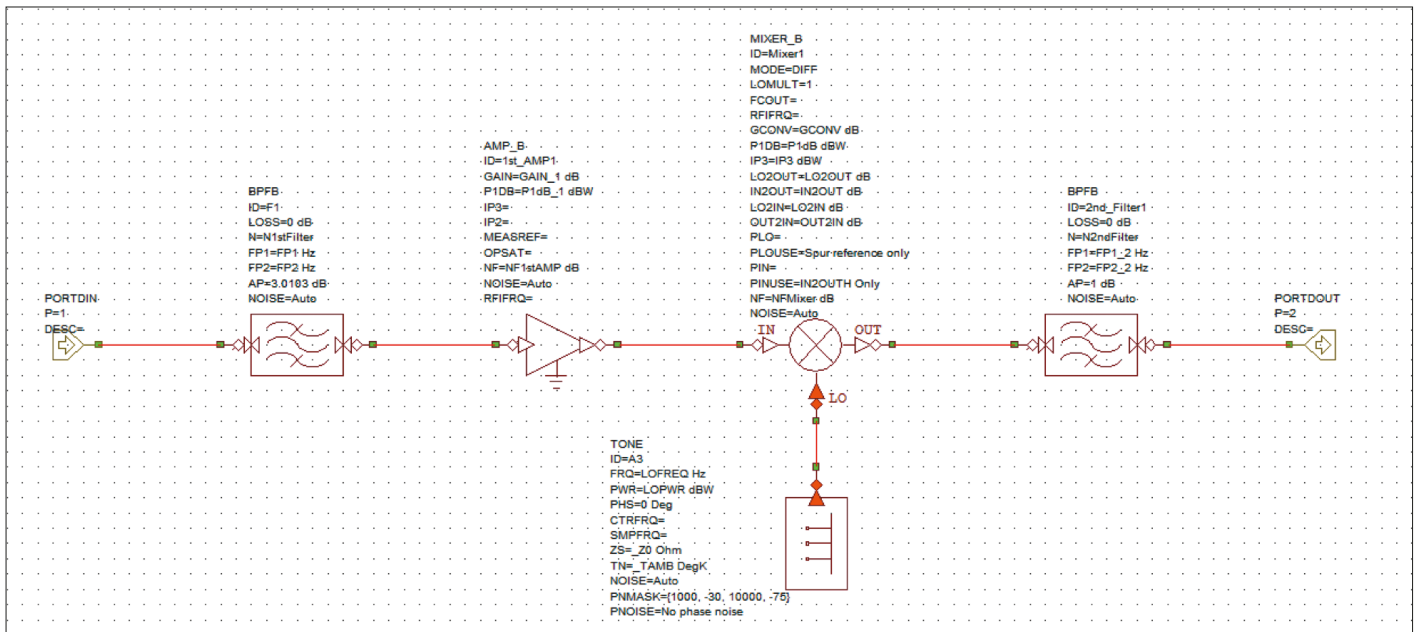


Figure 4: RF transmitter block

with long measurement times (50...100 ms).

Important requirements for automotive radar systems include the maximum range of approximately 200 m for ACC, a range resolution of about 1 m and a velocity resolution of 2.5 km/h. To meet all these system requirements, various waveform modulation techniques and architectures have been implemented,

including a CW transmit signal or a classical pulsed waveform with ultra-short pulse length.

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

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

For ACC applications, simultaneous range and relative velocity are of the utmost importance. While LFMCW and FSK fulfill

these requirements, LFM CW needs multiple measurement cycles and mathematical solution algorithms to solve ambiguities, while FSK lacks in range resolution. As a result, a technique combining LFM CW and FSK into a single waveform called multiple frequency shift keying (MFSK) is of considerable interest. MFSK was specifically developed to serve

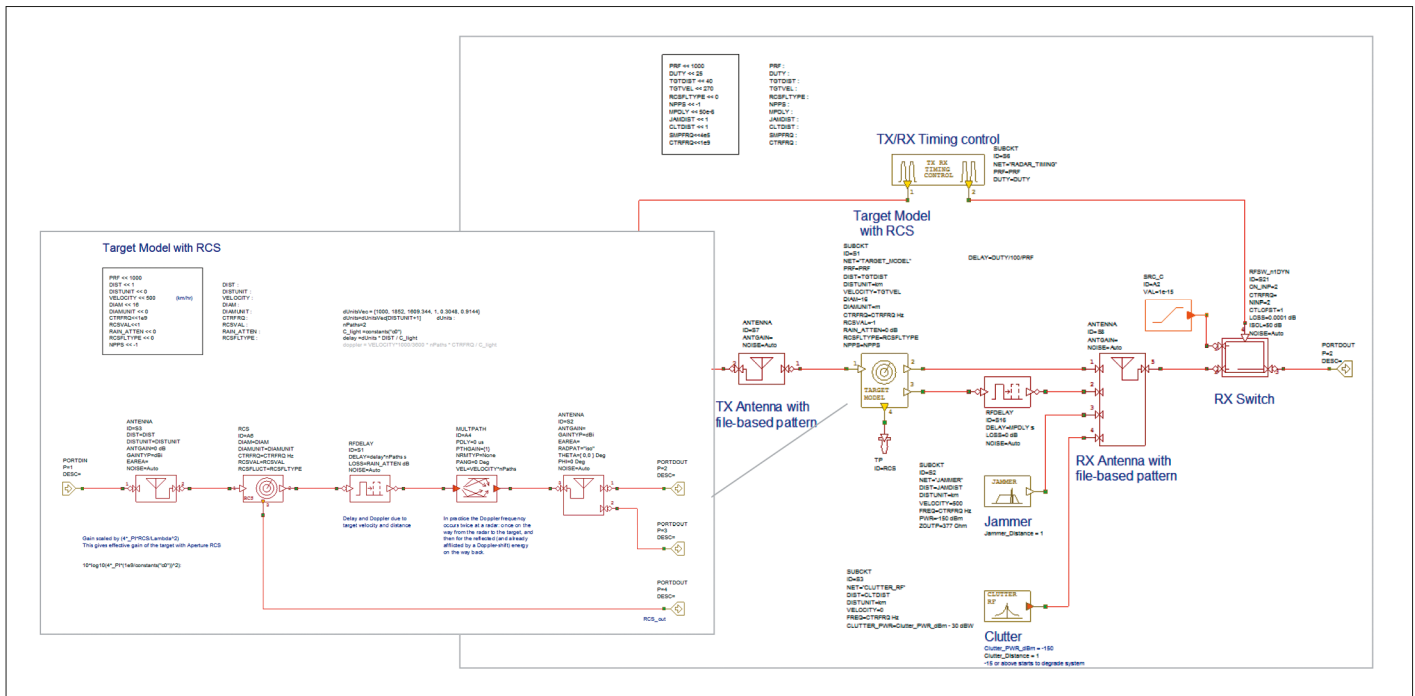


Figure 5: Subcircuit defining transmit and receive antennas, channel, and target with swept distance to radar

MMIC AMPLIFIERS



Now!
up to 43.5 GHz

Ultra-Wideband, 22 to 43.5 GHz

Excellent Gain Flatness ± 0.9 dB

Low Noise, 3.5 dB typ.

Built-In Bypass and Shutdown



www.minicircuits.com P.O. Box 350166, Brooklyn, NY 11235-0003 (718) 934-4500 sales@minicircuits.com 613 Rev Orig_P

DISTRIBUTORS

IE INDUSTRIAL ELECTRONICS GMBH

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

Mini-Circuits Europe

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

municom®

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

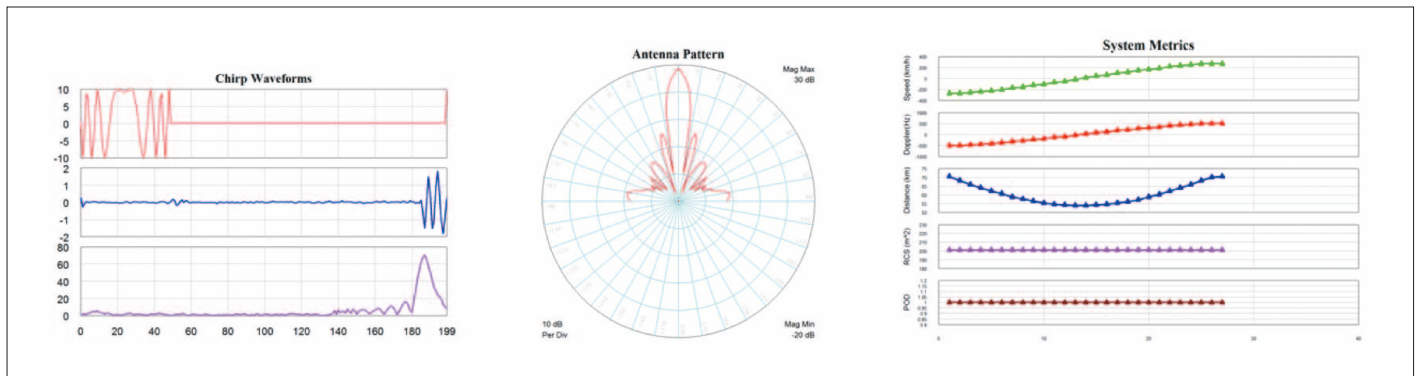


Figure 6: Results of the simulation are shown in the system metrics graph

radar development for automotive applications and consists of two or more transmit frequencies with an intertwined frequency shift and with a certain bandwidth and duration, as shown in Figure 2.¹

As previously mentioned, pulsed radars are also widely used in automotive radar systems. Relative velocity can be determined from consecutive pulses using a

coherent transmitter and receiver to measure pulse-to-pulse phase variations containing the Doppler frequency that conveys relative velocity. For a pulsed-Doppler (PD) radar, range is still measured by signal propagation time. To measure both range and relative velocity, the pulse-repetition frequency is an important parameter. There are many tradeoffs to be considered when deciding which architec-

ture and waveform modulation technology delivers the necessary performance while maintaining development and production cost goals. These requirements can be met with VSS system design software, which is dedicated to RF system design and implementation, offering a toolbox of commonly called-for simulation technologies and radio block/signal processing

models, along with support for user-developed coding.

VSS software is an RF and wireless communications and radar systems design solution that provides the simulation and detailed modeling of RF and digital signal processing (DSP) components necessary to accurately represent the signal generation, transmission, antenna, T/R switching, clutter, noise, jamming, receiving, signal processing, and channel model design challenges and analysis requirements for today's advanced radar systems.

The VSS workspace example in Figure 3 demonstrates a possible ACC radar architecture, modulation scheme, channel modeling and measurement configuration. This workspace includes a pulse-Doppler (PD) radar system design with signal generator, RF transmitter, antenna, clutter, RF receiver, moving target detection (MTD), constant false alarm rate (CFAR) processor, and signal detector for simulation purposes. The chirp signal level is set to 0 dBm, PRF = 2 kHz and Duty = 25%. The target model is defined by the Doppler frequency offset and target distance, and angles of arrival (THETA/PHI) are specified in a data file and vary over time. The Doppler frequency and channel delay were generated to describe the target return signal with different velocities and distance, while the radar clutter model can be included, and the power spectrum can be shaped. In this example, the clutter magnitude distribution was set to Rayleigh

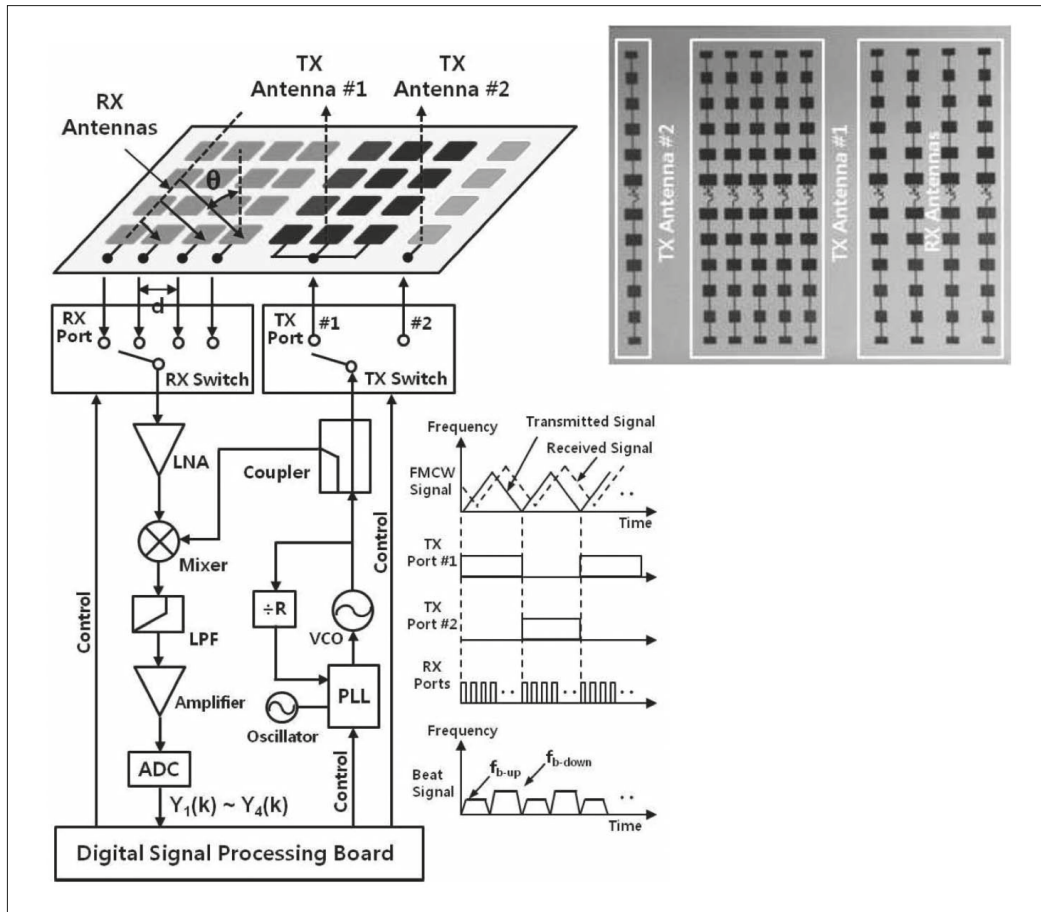
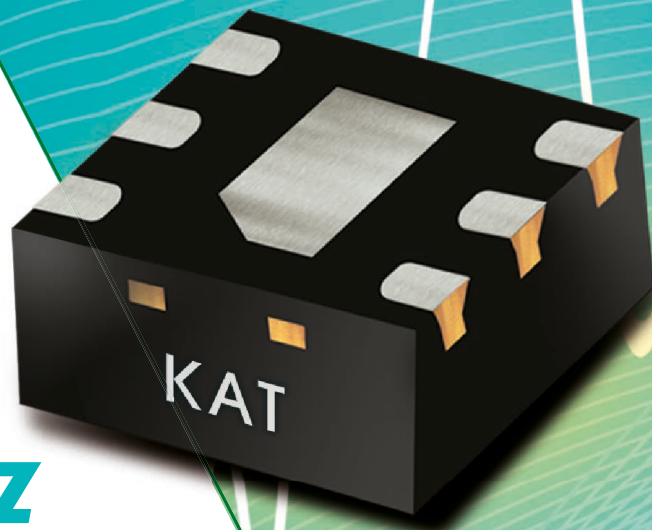


Figure 7: Multi-band, multi-range FMCW digital beam-forming ACC radar

MMIC FIXED **ATTENUATORS**



DC-43.5 GHz

- ▶ 2x2mm Plastic QFN and Bare Die
- ▶ Attenuation Values from 1 to 30 dB
- ▶ Excellent Power Handling up to 2W
- ▶ Designer's Kits Now Available



(718) 934-4500 sales@minicircuits.com www.minicircuits.com

DISTRIBUTORS



584 Rev A P

**IE INDUSTRIAL
ELECTRONICS GMBH**

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

Mini-Circuits Europe

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

municom®

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

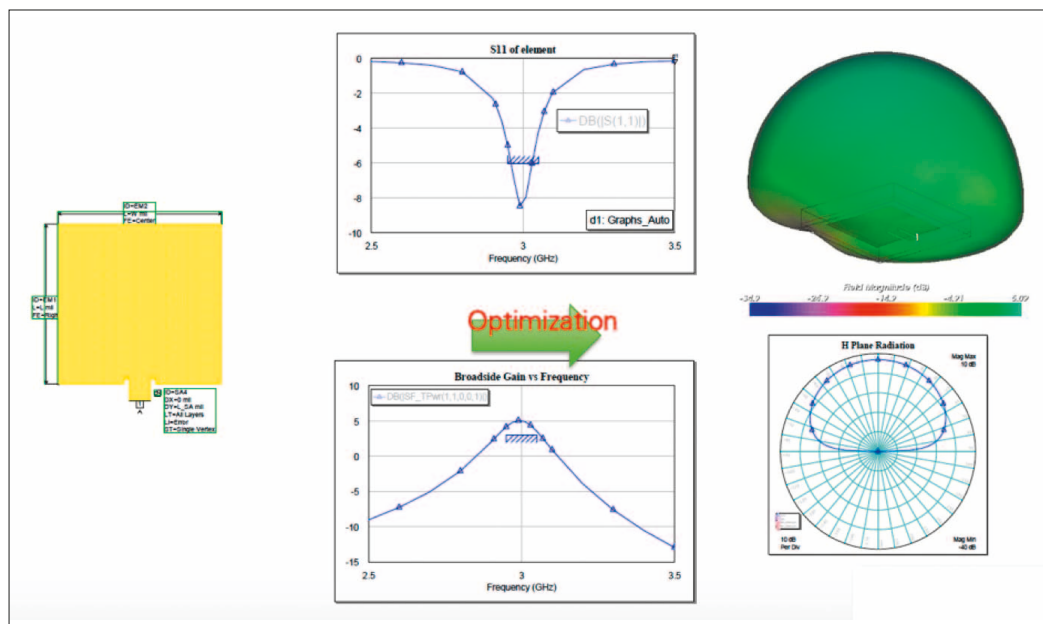


Figure 8: Edge-coupled single patch antenna optimized for center return loss and broadside gain

and the clutter power spectrum was formed by a Weibull probability distribution.

The RF transmitter in Figure 4 includes oscillators, mixers, amplifiers, and filters, whereas the gain, bandwidth, and carrier frequency were specified based on the requirements of the system or actual hardware performance as provided by the RF design team. Likewise, the

RF receiver includes oscillators, mixers, amplifiers and filters with gain, bandwidth and carrier frequency specified according to the system requirements. Co-simulation with the Microwave Office circuit simulator is possible as the transceiver front-end design details become available. As will be discussed later, the interaction between the transceiver electronics and a beamforming antenna array can

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

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

cular example, measurements for detection rate and CFAR are provided.

The radar signal waveform must be measured in the time domain at the receiver input. Since the target return signal is often blocked by clutter, jamming, and noise, detection in the time domain is not possible and an MTD is used to perform the Doppler and range detection in the frequency domain. In the MTD model, the data is grouped for corresponding target range and Doppler frequency. Afterwards, a CFAR processor is used to set the decision threshold based on the required probabilities of detection and false alarm, as shown in Figure 5.

This relatively simple design can be used as a template for different PD applications. The radar signal is a function of pulse repetition frequency (PRF), power, and pulse width (duty cycle). These parameters can be modified for different cases. In the simulation, the radar signal also can be replaced by any defined signal through the data file reader in which the recorded or other custom data can be easily used. VSS provides the simulation and model capabilities to refine the radar architecture, implement increasingly accurate channel models (including multi-path fading and ground clutter), and develop performance specifications for the transceiver link budget and detailed antenna radiation pattern requirements.

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

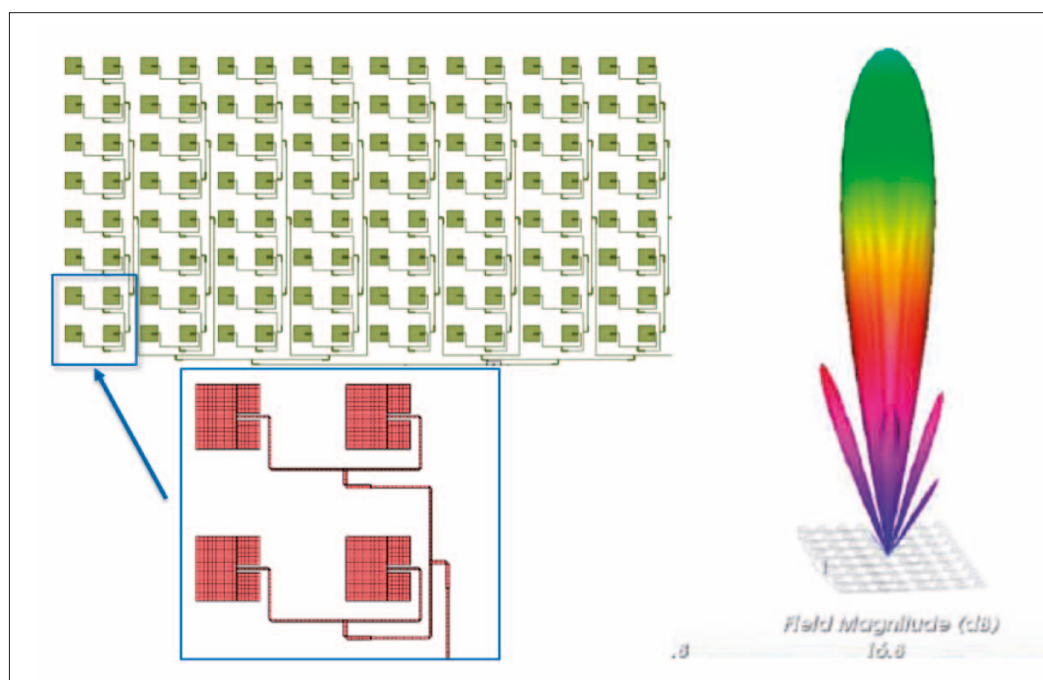


Figure 9: 8 x 16 patch antenna array (128-element) with corporate feed (single-feed port)

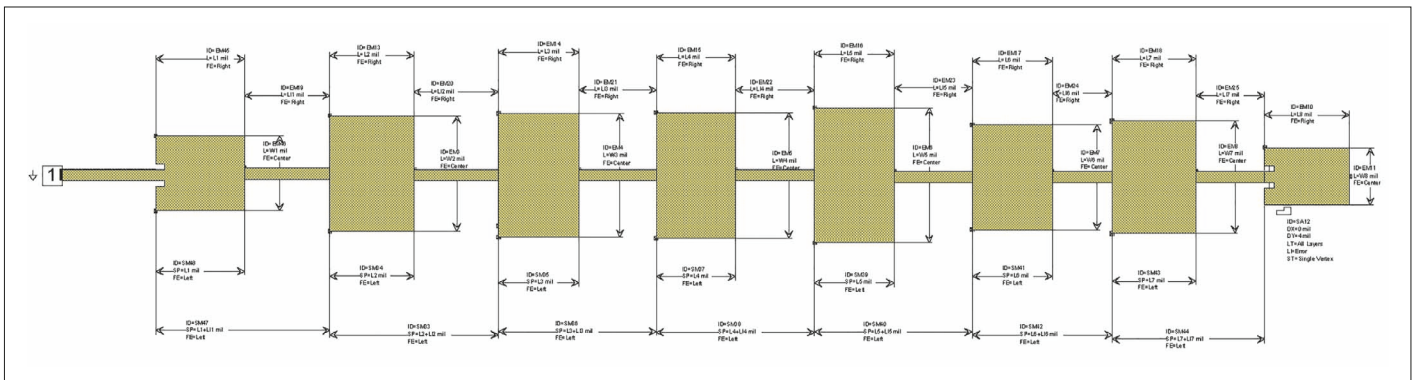


Figure 10: Series feed 1x8 patch array with parameterized modifiers

distance information would be used to alert the driver or take corrective action (such as applying braking).

Multi-Beam/ Multi-Range Design

A typical ACC stop-and-go system requires multiple short

and long-range radar sensors to detect nearby vehicles.

The shorter-range radar typically covers up to 60 m with an angle coverage up to $\pm 45^\circ$, allowing the detection of the vehicle's adjacent lanes that may cut into the current travel lane. The longer-range radar

provides coverage up to 250 m and an angle of $\pm 5^\circ$ to $\pm 10^\circ$ to detect vehicles in the same lane, further ahead.

To support multiple ranges and scan angles, module manufacturers such as Bosch, DENSO, and Delphi have developed and integrated multi-range, multi-detection

functionality into increasingly capable and cost sensitive sensors using multi-channel transmitter (TX)/receiver (RX) architectures, as shown in Figure 7. These different ranges can be addressed with multi-beam/multi-range radar by employing radar technology such as FMCW

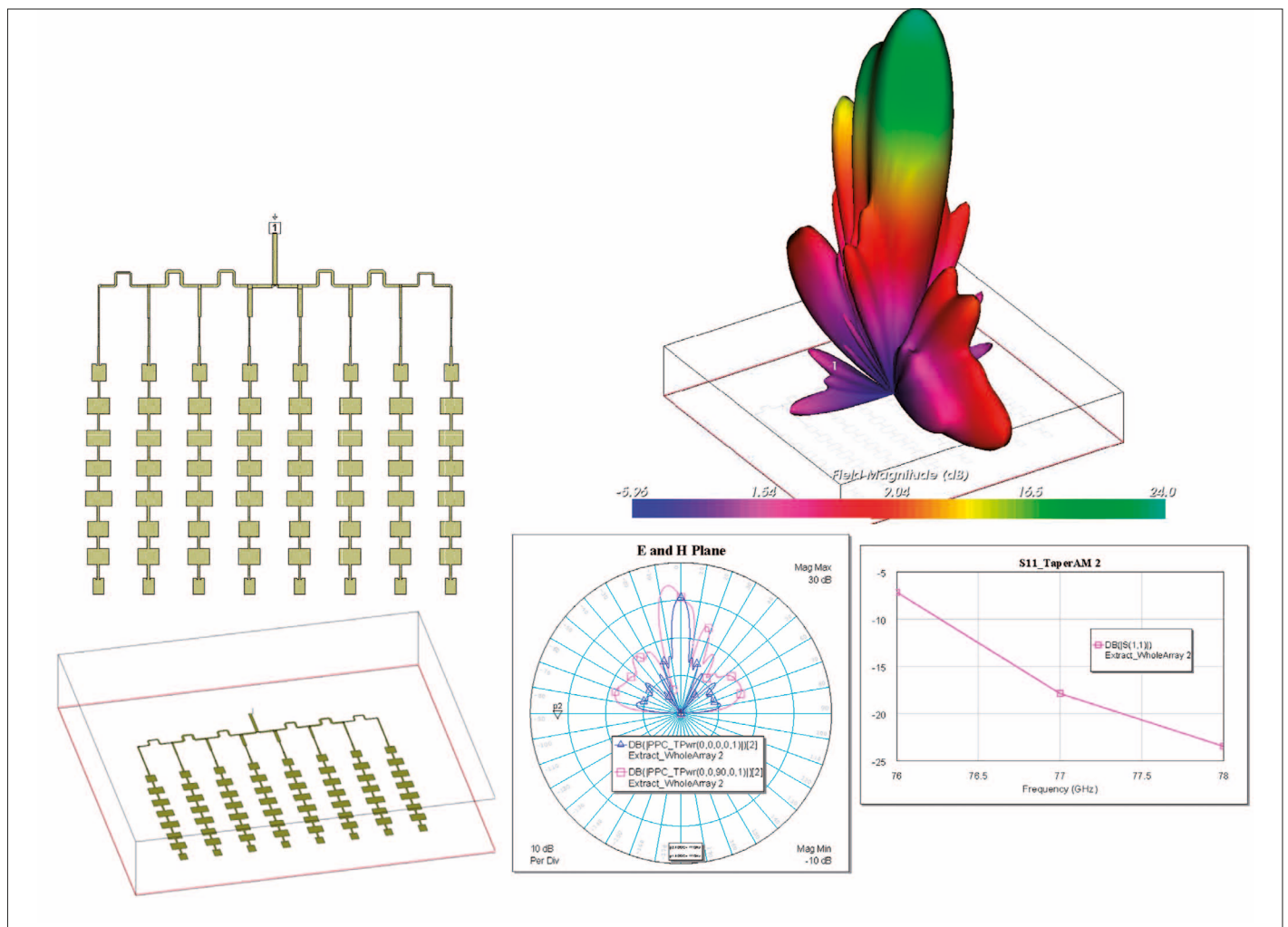


Figure 11: 77 GHz 8x8 array with $N \cdot \lambda/2$ feeding with $\lambda/2 < \text{spacing} < \lambda$.

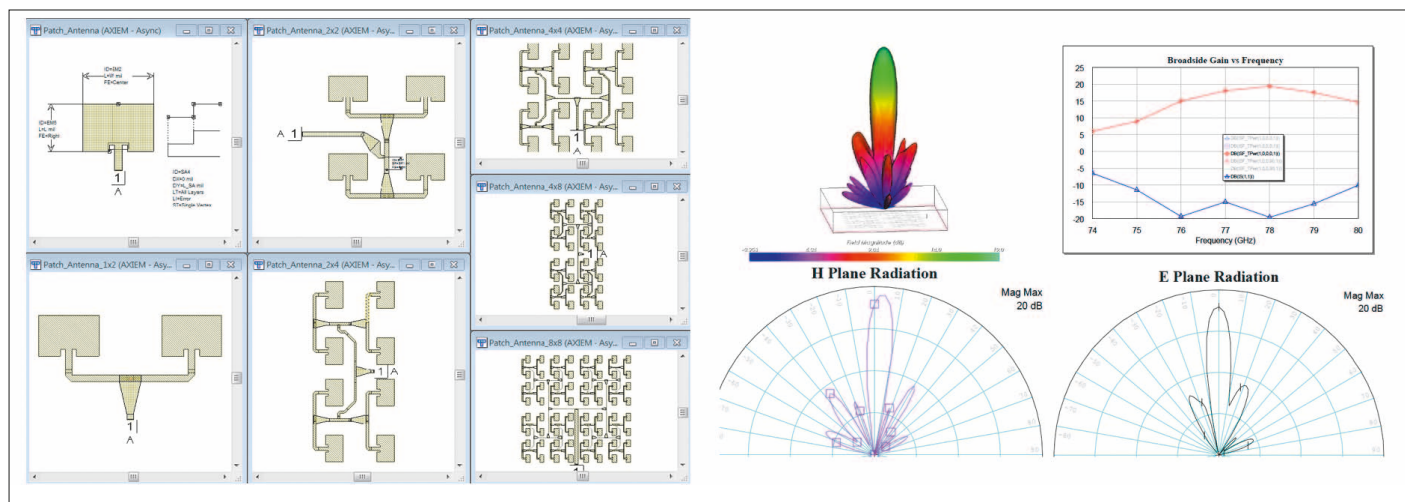


Figure 12: Simulation of published [2] 8 x 8 patch array on R04003C PCB, approximately 2.3 x 2.5 cm.

and digital beamforming with antenna array design.

Antenna Design

A multi-modal radar for an ACC system² based on an FMCW radar driving multiple antenna arrays is shown in Figure 8. This multi-beam, multi-range radar with digital beam forming operates at both 24 and 77 GHz, utilizing two switching-array antennas to enable long range and narrow-angle coverage (150 m, $\pm 10^\circ$) and short range and wide-angle coverage (60 m, $\pm 30^\circ$). This example illustrates the use of multiple antenna-array systems, including multiple (5 x 12 element) series-fed patch arrays (SFPA) for long range, narrow-angle detection (77 GHz), a single SFPA (1 x 12 elements designed for 24 GHz) for short, wide-angle detection, and four (1 x 12) SFPA for the receiver that were required for this type of system.

Radar performance is greatly influenced by the antenna technology, which must consider electrical performance such as gain, beam width, range, and physical size for the particular application. The multiple, fixed TR/RX antenna arrays in the example radar were optimized for range, angle, and side-lobe suppression. A patch antenna is relatively easy to design and manufacture and will perform quite well when configured into an array, which results in

an increase of overall gain and directivity.

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

Designing a single patch antenna or array is made possible through the use of design software that utilizes EM analysis to accurately simulate and optimize performance. The NI AWR Design Environment platform includes AXIEM 3D planar and Analyst 3D FEM EM simulators. These simulators not only simulate antenna performance such as near and far-field radiation patterns, input impedance, and surface currents, they also co-simu-

late directly with VSS software, automatically incorporating the antenna simulation results into the overall radar system analysis without the need to manually export/import data between EM simulator and system design tools.

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

To determine the physical attributes that will yield the desired electrical response, antenna designers can use the AntSyn antenna synthesis and optimization module. AntSyn software enables users to specify the electrical requirements and physical size constraints of the antenna and the software explores a set of design configurations and determines the optimum structure based on proprietary genetic optimization and EM

analysis. The resulting antenna geometry can then be imported in a dedicated planar or 3D EM solver such as AXIEM or Analyst simulators for verification or further analysis/optimization.

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

The 1 x 8 array can be further expanded into an 8 x 8 array for a high-gain fixed-beam design, as shown in Figure 11, replicating the 8 x 8 element array reported.³

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

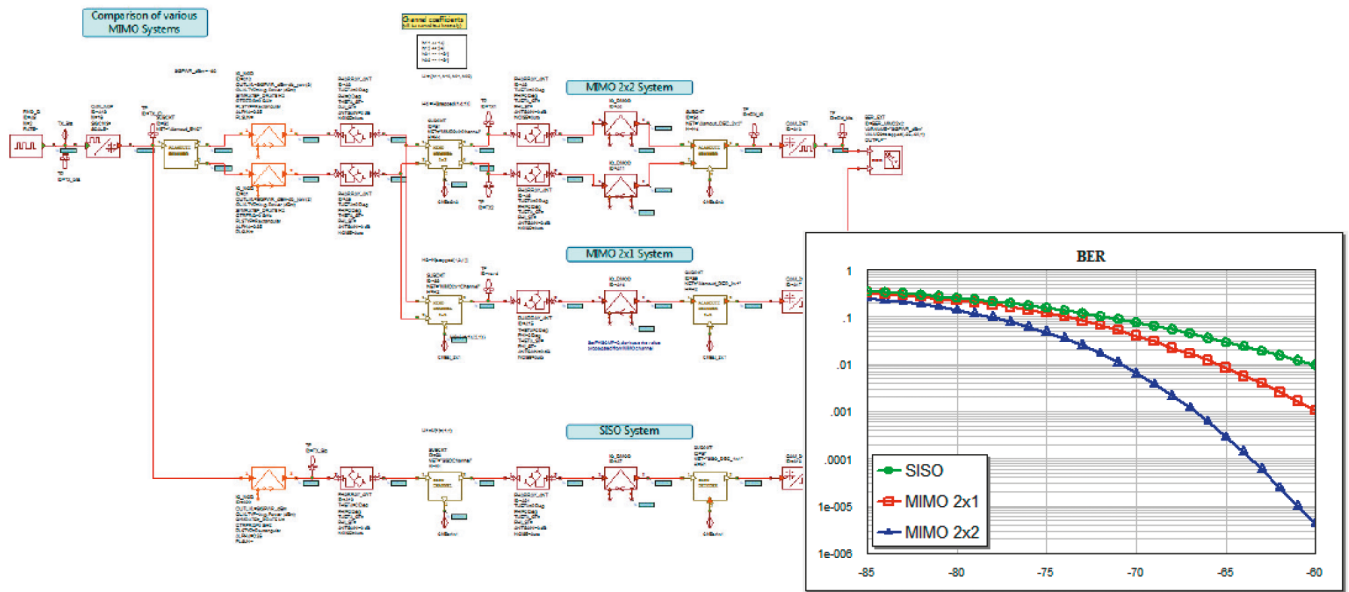


Figure 13: VSS software can implement user-specified MIMO/SIMO algorithms

elements) and system designers developing basic requirements for the antenna array team.

The array can also be modeled with the detailed physical array in AXIEM or Analyst simulators. Individual port feeds can be specified or, if the feed network is also implemented in the AXIEM or Analyst simulator, a single feed network can be specified (Figure 12).

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

MIMO and Beam-Steering Antenna Technologies

For vehicles, a radar will receive unwanted backscatter off the ground and any large stationary objects in the environment, such

as the sides of buildings and guardrails. In addition to direct-path reflections, there are also multipath reflections between scatterers, which can be used to mitigate the impact of clutter through the use of multiple-input-multiple output (MIMO) antennas.

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

VSS software is able to implement user-specified MIMO algorithms and evaluate the overall

performance as it relates to the channel model, which simulates a highly-customizable multipath fading channel that includes channel path loss, the relative velocity between the transmitter and receiver, and the maximum Doppler spread. Supporting independent or continuous block-to-block operation, the channel can contain multiple paths (LOS, Rayleigh, Rician, frequency shift) that can be individually configured in terms of their fading types, delays, relative gains, and other applicable features.

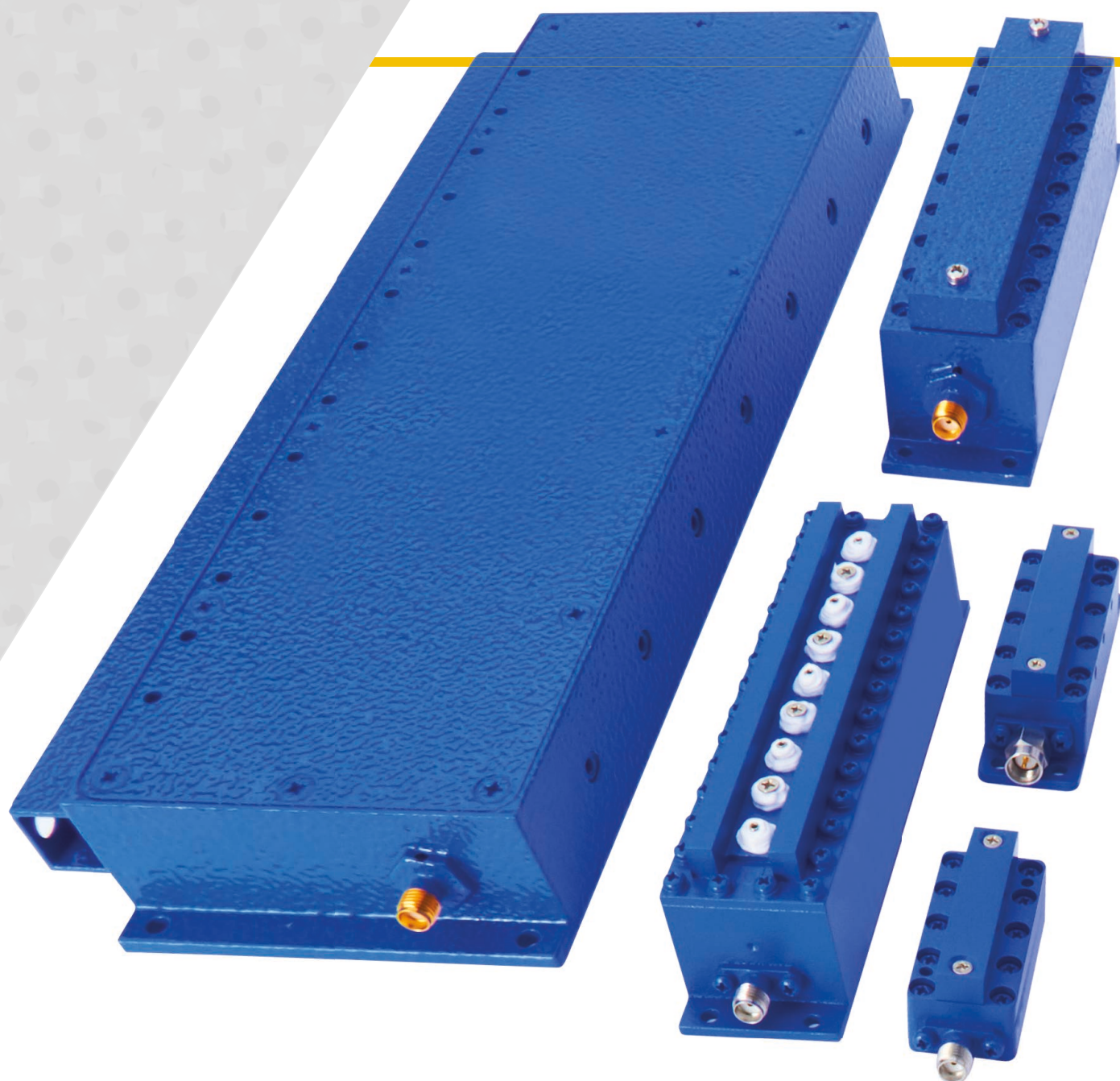
This module can also simulate a receiver antenna array with user-defined geometry, enabling simulation of single-input-multiple-output (SIMO) systems, as shown in Figure 13.

Conclusion

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

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

- 1 Rohling, Hermann; Meinecke, Marc-Michael, "Waveform Design Principles for Automotive Radar Systems," Technical University of Hamburg-Harburg, Harburg, Germany, Proceedings, 2001 CIE International Conference on Radar.
- 2 H. Jeong, H. Y. Yu, J. E. Lee, et. al., "A Multi-Beam and Multi-Range Radar with FMCW and Digital Beam-Forming for Automotive Applications," Progress in Electromagnetics Research, Vol. 124, 285-299, January 2012
- 3 Jri Lee, Yi-An Li, Meng-Hsiung Hung, and Shih-Jou Huang, "A Fully-Integrated 77-GHz FMCW Radar Transceiver in 65-nm CMOS Technology," IEEE Journal of Solid-State Circuits, Vol. 45, No. 12, December 2010. ◀



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

Mini-Circuits Europe

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

municom®

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

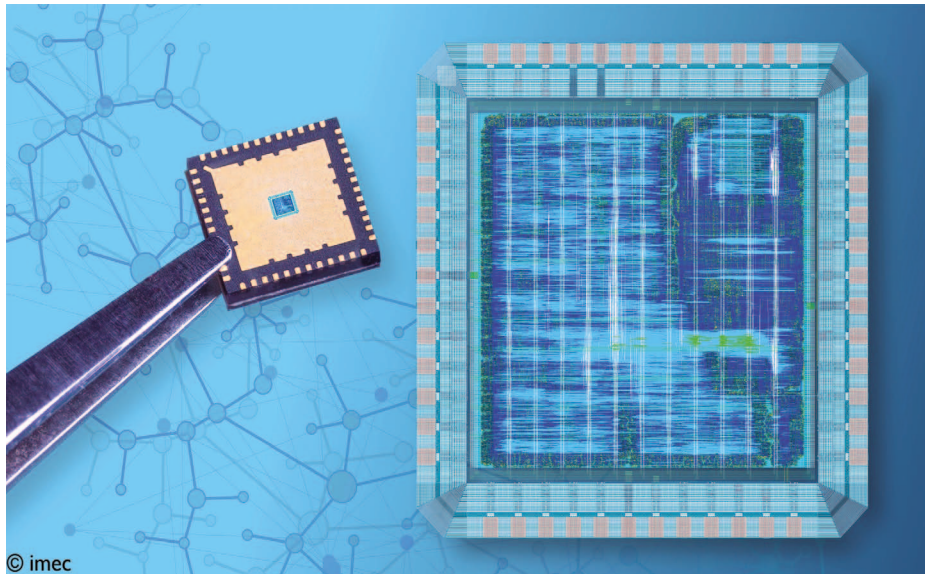
FILTERS

[illegible]

- 

614 Rev A P

Erster Spike-Chip auf Basis eines neuronalen Netzwerks für Radar



Der digitale SNN-Chip minimiert die Art und Weise, wie biologische Neuronen Sensordatenströme verarbeiten

Imec präsentierte den weltweit ersten Chip, der Radarsignale mithilfe eines rekursiven neuronalen Netzwerks mit Spikes verarbeitet. Der Chip ahmt die Art und Weise nach, wie Gruppen biologischer Neuronen arbeiten, um zeitliche Muster zu erkennen, und verbraucht dabei 100 mal weniger Strom als herkömmliche Implementierungen, während die Latenzzeit um das Zehnfache reduziert wird – was eine nahezu sofortige Entscheidungsfindung ermöglicht. Beispielsweise können Mikro-Doppler-Radarsignaturen mit einer Leistung von nur 30 mW klassifiziert werden.

Während die Architektur und die Algorithmen des Chips leicht auf die Verarbeitung einer Vielzahl von Sensordaten (einschließlich Elektrokardiogramm, Sprache, Sonar, Radar und Lidar-Ströme) abgestimmt werden können, wird der erste Anwendungsfall die Schaffung eines hochintelligenten Antikollisions-Radarsystems mit geringer Leistung für Drohnen umfassen, das viel effektiver auf sich nähernde Objekte reagieren kann.

Künstliche Neuronale Netze (ANNs) haben sich bereits in einer Vielzahl von Anwendungsbereichen bewährt. Sie sind z.B. ein wesentlicher Bestandteil der in der Automobilindustrie üblichen radargestützten Antikollisionssysteme. ANNs haben jedoch auch ihre Grenzen. Zum einen verbrauchen sie zu viel Leistung, um in zunehmend eingeschränkte (Sensor-)Geräte integriert wer-

den zu können. Darüber hinaus erfordert die zugrunde liegende Architektur und Datenformatierung von ANNs, dass die Daten einen zeitintensiven Weg vom Sensorgerät zum KI-Inferenzalgorithmus zurücklegen müssen, bevor eine Entscheidung getroffen werden kann. Deshalb Spiking Neuronale Netze (SNNs).

Ilja Ocket, Programmmanager für neuromorphe Sensoren bei imec, erläutert. „SNNs funktionieren sehr ähnlich wie biologische neuronale Netzwerke, in denen Neuronen elektrische Impulse über den Zeitverlauf sparsam abfeuern, und zwar nur dann, wenn sich der sensorische Input ändert. Auf diese Weise kann der Energieverbrauch erheblich reduziert werden. Darüber hinaus können die Spikes-Neuronen auf unserem Chip immer wieder neu verbunden werden, wodurch das SNN zu einem dynamischen System wird, das zeitliche Muster lernt und sich erinnert. Die Technologie, die wir heute einführen, ist ein großer Sprung vorwärts in der Entwicklung wirklich selbstlernender Systeme“.

Der neuartige Chip von Imec wurde ursprünglich zur Unterstützung des Elektrokardiogramms (EKG) und der Sprachverarbeitung in Geräten mit beschränkter Stromversorgung entwickelt. Dank seiner generischen Architektur, die ein völlig neues digitales Hardware-Design aufweist, kann er jedoch auch leicht umkonfiguriert werden, um eine Vielzahl anderer sensorischer Eingaben wie Sonar-, Radar- und Lidar-Daten

zu verarbeiten. Im Gegensatz zu analogen SNN-Implementierungen sorgt das ereignisgesteuerte digitale Design von imec dafür, dass sich der Chip präzise und reproduzierbar so verhält, wie von den Simulationswerkzeugen für neuronale Netze vorhergesagt.

Ein Anwendungsfall etwa ist ein intelligenteres Anti-Kollisionssystem mit geringer Leistung für Drohnen (und Autos). Hintergrund dazu: Die Drohnenindustrie arbeitet – noch mehr als die Automobilbranche – mit begrenzten Systemen (z.B. begrenzte Batteriekapazität), die rasch auf Veränderungen in ihrer Umgebung reagieren müssen, um auf herannahende Hindernisse angemessen reagieren zu können. „Daher ist die Schaffung eines Anti-Kollisionssystems mit niedriger Latenz und geringer Leistung für Drohnen einer der Haupteinsatzbereiche für unseren neuen Chip. Da unser Chip seine Verarbeitung in der Nähe des Radarsensors durchführt, sollte er es dem Radar-Sensorsystem ermöglichen, viel schneller – und genauer – zwischen sich nähernden Objekten zu unterscheiden. Dies wiederum wird es den Drohnen ermöglichen, fast augenblicklich auf potenziell gefährliche Situationen zu reagieren“, erklärt Ilja Ocket. „Ein Szenario, das wir derzeit untersuchen, sind autonome Drohnen, die für die Navigation im Warenlager auf ihre bordeigene Kamera und Radarsensorsysteme angewiesen sind, und die bei der Ausführung komplexer Aufgaben einen Sicherheitsabstand zu Wänden und Regalen einhalten. Diese Technologie könnte auch in vielen anderen Anwendungsfällen eingesetzt werden – von Robotik-Szenarien über den Einsatz von fahrerlosen Transportsystemen (AGVs) bis hin zur Gesundheitsüberwachung.“

„Dieser Chip erfüllt die Nachfrage der Industrie nach extrem stromsparenden neuronalen Netzwerken, die wirklich aus Daten lernen und eine personalisierte KI ermöglichen. Für die Entwicklung dieses Chips haben wir Experten aus verschiedenen Disziplinen innerhalb des imec zusammengebracht – von der Entwicklung von Trainingsalgorithmen und neuronalen Netzwerkarchitekturen, die auf den Neurowissenschaften basieren, über biomedizinische und Radarsignalverarbeitung bis hin zum Design digitaler Chips mit extrem niedrigem Stromverbrauch. Hier macht imec wirklich einen Unterschied“, schließt Kathleen Philips, Programmdirektorin für kognitive IoT-Sensorik bei imec.

■ Imec
www.imec-int.com

Interface Messuhren



Eine kleine Investition,
die große Schäden
vermeiden hilft.



UNSERE WEITEREN PRODUKTE: Abschlusswiderstände, Adapter, „Blind Mate“-Verbinder, Dämpfungsglieder, Duplexer, Fine Grain- und Gain Amplitude Equalizer, Hohlleiter auf Koax-Adapter, Konfektionierte Kabel, „Multiport“-Verbindungen, Phasenschieber, „Push-On“-Steckverbinder & Adapter, Schnellsteckverbindungen, Steckverbinder, Verzögerungsleitungen, Werkzeuge, und

80905 Munich, Germany

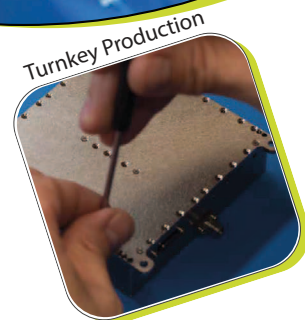
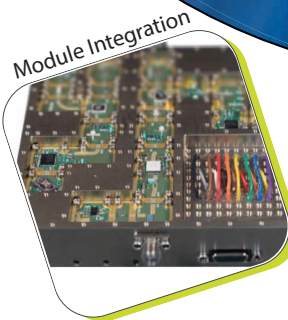
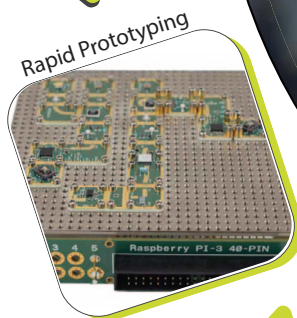
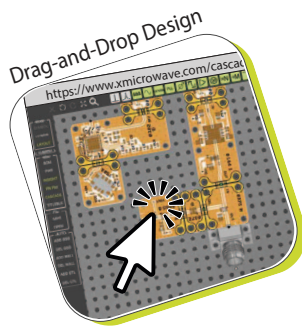
P.O. Box 450533

Telephone: +49-89-3548-040

Facsimile: +49-89-3548-0490

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

Prototype to Production with Modular RF Building Blocks



**Design RF and
Microwave systems
faster with modular
X-MWblock® drop-in
components.**



Featuring packaged and bare die devices from the industry's leading manufacturers, the modular X-MWblock design system allows RF and Microwave engineers to design, prototype, and produce integrated microwave assemblies (IMAs) faster at lower cost with increased probability of first past design success.

X microwave

Weitere Informationen erhalten Sie über →

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

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

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

GLOBES
ELEKTRONIK



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

