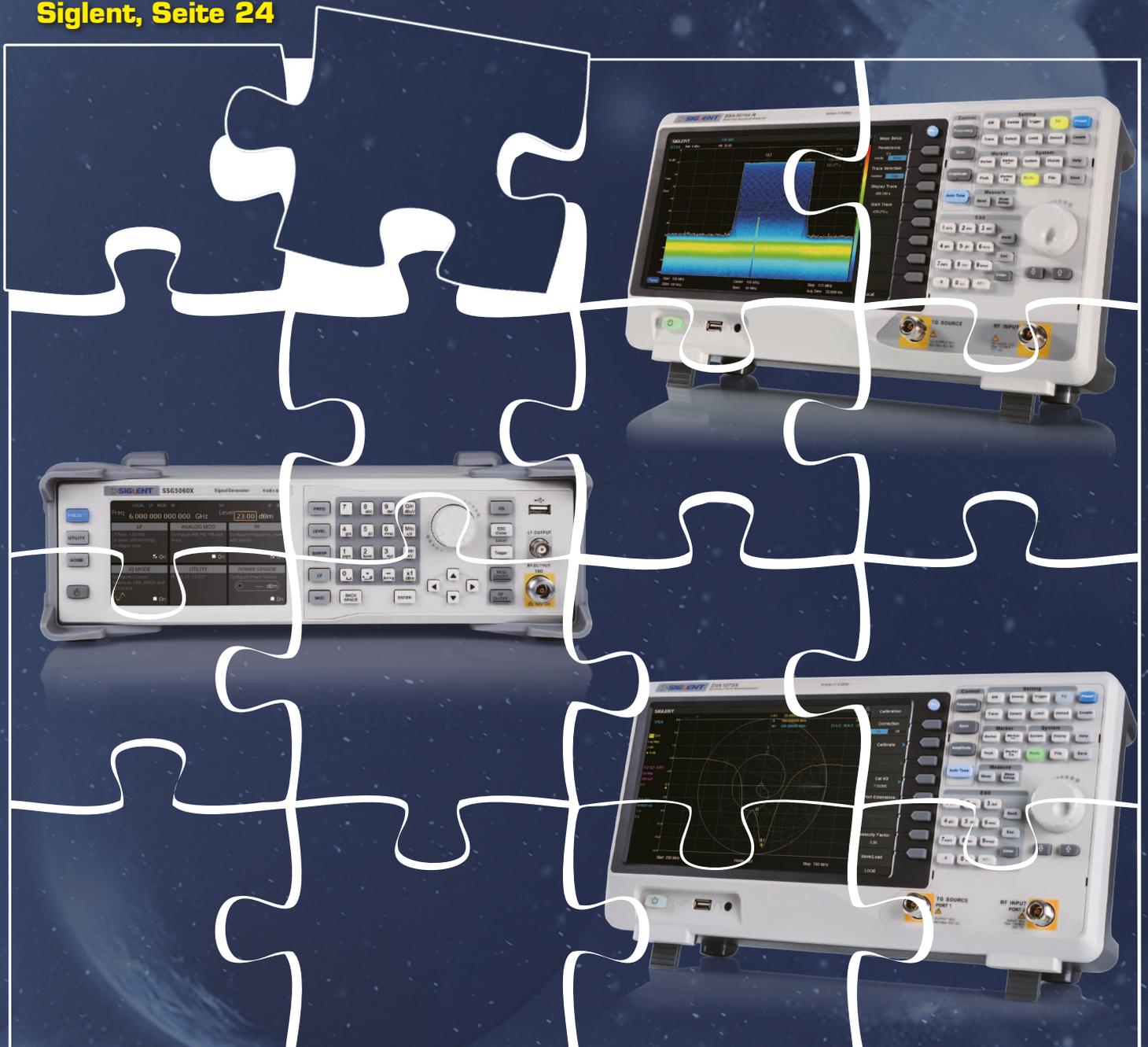


hf-praxis

HF- und Mikrowellentechnik

Die passenden HF-Messgeräte
zum Lösen des Entwicklungspuzzles

Siglent, Seite 24



LTCC FILTERS



Largest Selection in the Industry!

- ▶ Now over 340 Models in Stock!
- ▶ Case Styles as small as 0202
- ▶ Rejection up to 54 dB
- ▶ Steep Skirts



 **Mini-Circuits®**

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



599 Rev A_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

EMV – woher und wohin?



Tobias Rieger, Leiter der Abteilung HF- und Mikrowellentechnik und Messtechnik bei Telemeter

Seit Anbeginn der Elektrotechnik beschäftigt das Problem der elektromagnetischen Unverträglichkeit Generationen von Entwicklern und Ingenieuren. Der grundsätzliche Begriff der EMV ist in diesem Kontext allerdings erst rund 40 Jahre alt.

Spätestens mit der steigenden Verbreitung des Telefons Ende des 19. Jahrhunderts und der zeitgleich beginnenden Einführung des öffentlichen Energieversorgungsnetzes stellte man fest, dass die Sprachverbindungen teilweise zu stark mit Störungen belastet waren.

Dann zog Rundfunktechnik als Massenmedium in die privaten Haushalte ein. Erste Versuche, die hierbei auftretenden Störungen zu bewerten und Gegenmaßnahmen zu entwickeln, führten zur Gründung des Comité Internationale Speciale de Perturbations Radio-electrique (CISPR).

Während des Zweiten Weltkriegs und danach stieg die Anzahl an Geräten, die sich gegenseitig störten, rapide an. Man erkannte nun schnell, dass nicht nur der Hang zu stören, sondern auch die Störfestigkeit von Geräten eine wichtige Rolle spielt.

Durch die zunehmende Entwicklung an Unterhaltungselektronik getrieben, stellte Anfang der achtziger Jahre auch der Verband deutscher Elektrotechniker neue Vorschriften betreffs Störaussendung und Störfestigkeit auf. Mittlerweile wurden die hierbei entwickelten DIN-VDE-Vorschriften auch in das europäische Normenwerk (EN-Normen) übernommen. Die EMV-Normen

sind viel zu umfangreich, um sie an dieser Stelle im Detail auszuführen. Neben den Fachgrundnormen (z.B. EN61000-6-1, welche die Störfestigkeit in Wohn-, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetrieben definiert) existieren zahlreiche weitere Produktnormen (z.B. EN60601-1-2, welche die Anforderungen an medizinische elektrische Geräte definiert) sowie ergänzende Prüfnormen.

Und welchen Stellenwert wird die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten in Zukunft haben, also in einer zunehmend vernetzten Welt? Nun, wenn wir nur einmal auf das heranwachsende Internet of Things (IoT) schauen, also auf immer mehr vernetzte Geräte, die über Sensoren und verschiedenste Schnittstellen miteinander kommunizieren, so wird leicht klar, dass sich das unmittelbar auf die EMV auswirkt. Neue Regeln und Normen sind also nicht zu vermeiden. Und hierbei – soviel lässt sich schon sagen – müssen grundsätzliche Anforderungen für eine effiziente Nutzung des Funkpektrums ebenso wie Anforderungen an die Funkparameter (z.B. Leistung und Nebenaussendungen) sowie Anforderungen an den Einfluss durch Funkwellen auf den menschlichen Körper beachtet werden.

Doch auch die aktuell gültigen Normen werden dem Zahn der Zeit nicht entkommen, müssen also angepasst oder verfeinert werden. Größtmögliche Funktionalität für den Nutzer bei intelligenter Sensorsteuerung (nur so viel Sendeleistung wie nötig) und ausreichende Störfestigkeit könnten dabei Dreh- und Angelpunkte sein.

Herausfordernd, oder? Glücklicherweise steht eine Vielzahl hochspezialisierter Unternehmen beratend, als Anbieter von Messlösungen oder als Testdienstleister bereit. Ich bin mir sicher: Sie werden auch in Zukunft in neuste Messtechnik investieren, praxisgerecht prüfen und maßgeschneiderte Lösungen anbieten. ◀

municom[®]
Technische Beratung und Distribution

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

www.municom.de

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



Die ganze Bandbreite der HF- und MW-Technik

High Quality Instruments

- Ultra-compact, portable, battery operatable
- Flexibly configurable and customizable
- Traceable and accredited calibrations



RF and Microwave Signal Generators up to 40 GHz

- analog with lowest phase noise
- ultra-agile with digital modulation
- phase coherent multiple outputs

Application:

- Ideal ADC clock
- Ultra-low phase noise LO
- Radar receiver testing



Standard and customized Low Noise Frequency Synthesizer Modules from 100 kHz to 43,5 GHz

- ultra-compact with USB/LAN interface
- fastest <math>< 5 \mu\text{s}</math> switching option: frequency control with parallel inputs, BCD/Binary format

Application:

- Antenna scanning & beamforming
- Fast automated testing for components, subsystems
- LO for frequency converters



Signal Source Analyzers & Phase Noise Analyzers from 1 MHz up to 40 GHz

- highly flexible analysis of absolute and residual phase and amplitude noise
- transient analysis, short- and long-term stability
- analysis, one-step VCO characterization and more

Application:

- Additive phase noise characterization of amplifiers, mixers, transmitters
- Versatile phase noise and amplitude noise analysis
- Ultra-low phase noise crystal oscillator analysis
- High-speed production testing of phase noise
- Time stability analysis of clocks
- Analysis of pulsed signals
- VCO testing



TACTRON ELEKTRONIK GmbH & Co. KG

Lochhamer Schlag 5 • D-82166 Gräfelfing
Tel.: +49 (0)89 89 55 69 0 • Fax: +49 (0)89 89 55 69 29

www.tactron.de • info@tactron.de

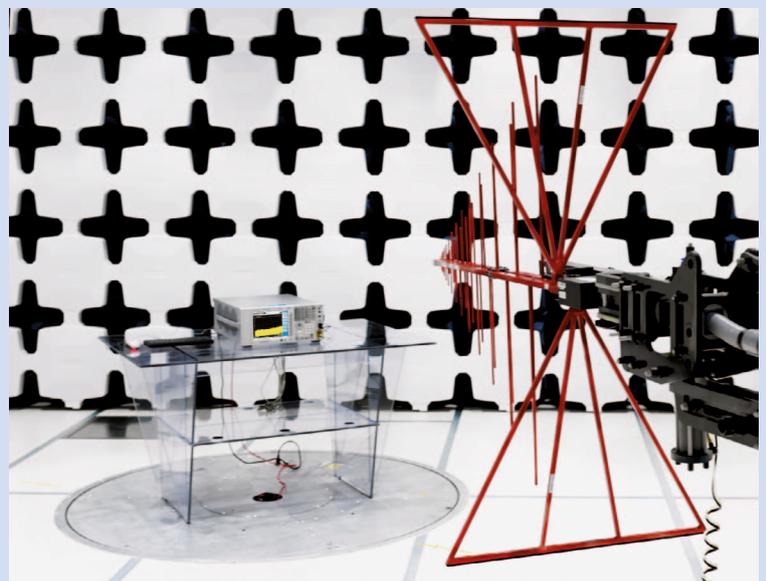
Inhalt 9/2020



Zum Titelbild:

Die passenden HF-Messgeräte zum Lösen des Entwicklungspuzzles

Modernste Spektrum-,
Realtime- und Vektor-
Netzwerkanalysatoren sowie
Vektor-Signalgeneratoren von
Siglent **24**



Zeitbereichs-Scanning beschleunigt EMV-Konformitätstests

Der Zeitbereichs-Scan ist eine Technologie, die die Scan-Zeit des Empfängers erheblich verkürzen kann und darum für den gesamten Test signifikant Zeit sparen hilft. **14**

Rubriken:

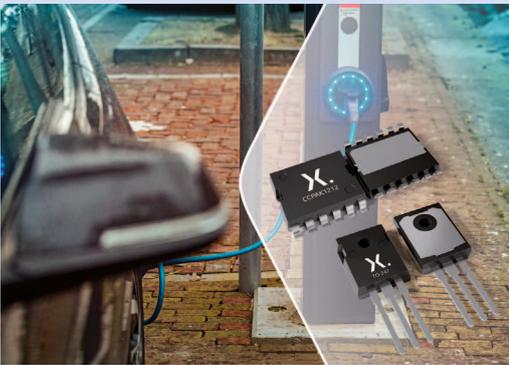
- 3 Editorial
- 4 Inhalt
- 6 Aktuelles
- 8 Schwerpunkt EMV**
- 24 Titelstory
- 28 Messtechnik
- 28 Verstärker
- 39 Kabel und Stecker
- 40 Bauelemente
- 46 Funkchips und -module
- 48 Antennen
- 49 5G und IoT
- 50 Quarze und Oszillatoren
- 52 Software
- 53 RF & Wireless
- 62 Impressum





EMV – das müssen Sie wissen

Dieser Beitrag gibt dem Leser praktische Hintergrundinformationen zu Grundlagen und Bedeutung der EMV. **32**



Dual polarisierte Messantenne bis 67 GHz

Die kommende Galliumnitrid-Technologie zielt besonders auf Applikationen im Bereich Automotive, 5G und Datenzentren; Bauelemente von Nexperia sind erhältlich im Package TO-247 und als innovative Kupferclip-SMD-Ausführung. **41**



Kleinräumige Einspeisung von Burst-Impulsen mit kalibrierten EFT/Burst-Magnetfeldquellen

Die Langer EMV-Technik GmbH bietet mit den Magnetfeldquellen der Sets H4-IC und H5-IC spezialisierte Werkzeuge zur kleinräumigen Einspeisung von Burstpulsen in ICs, Leitungsstrukturen und Baugruppen an. **34**

EUROPE rf & wireless

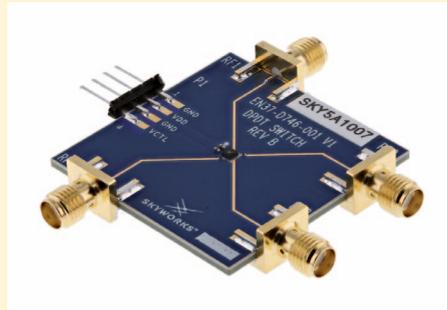
International News

Microwave Calculator App



The latest version of Mini-Circuits' Microwave Calculator app now includes 31 RF/microwave calculations commonly used by engineers in the lab and in the field. **55**

DPDT Switch supports Automotive Telematics

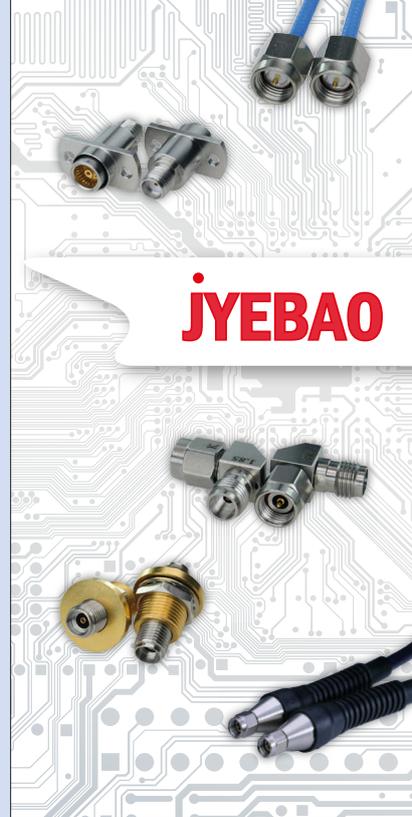


RFMW announced design and sales support for an RF switch designed to support cellular vehicle-to-everything (C-V2X) connectivity. **56**

6525 MHz VCO



Crystek's CVC055CXT-6525-6525 VCO operates at 6525 MHz with a control voltage range of 0.3 to 4.7 V. This VCO features a typical phase noise of -100 dBc/Hz @ 10 kHz offset and has excellent linearity. Output power is typically 0 dBm. **56**



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

Narda STS – ein „Hidden Champion“ wird 20



Narda-Stammsitz im baden-württembergischen Pfullingen

Wenn ein klassischer „Hidden Champion“ 20 Jahre alt wird, ist das immer ein passender Anlass, einmal in Ruhe einen Blick auf dessen Erfolgsgeschichte zu werfen. Selbst für ausgewiesene Branchen-Insider. Denn viele beachtenswerte Stationen in seiner mittlerweile zwei Dekaden währenden Historie haben sich, wie aus der Begriffsdefinition hervorgeht, im Verborgenen abgespielt. Narda Safety Test Solutions hat sich still und leise zu einem der weltweit führenden Technologie-Unternehmen für Messtechnik im Bereich elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder (EMF) entwickelt.

Gründung zur Jahrtausendwende

Im Jahr 2000 wird Narda STS von der US-amerikanischen L3 Technologies, New York, gegründet. Der HF-Messtechnik-Spezialist geht damals aus der Hochfrequenz-Messtechnik-Sparte der ehemaligen Wandel & Goltermann Gruppe hervor, eines Pioniers der analogen und später digitalen Nachrichten-Messtechnik. Heute ist Narda, Deutschland, mit Stammsitz im baden-württembergischen Pfullingen, nach dem Zusam-

menschluss von L3 Technologies und Harris 2019 in den USA, ein Unternehmen der neu formierten L3Harris Technologies.

Kleine wahre Anekdote

Was wäre ein runder Geburtstag ohne die typische kleine Geschichte im Rückblick? Da gibt es eine, die vielleicht mehr über das Unternehmen, seine Produkte und Philosophie verrät als so mancher hölzerne Versuch, es nüchtern zu charakterisieren. Demnach hatte Hans-Joachim Förster, langjähriger Narda-Geschäftsführer und Vorgänger im Amt von Martin Meisenburg, auf einem Funkturm in England einen Termin mit einem namhaften Kunden. Dieser hatte Förster berichtet, dass ihm das Narda-Gerät genau an dieser Stelle 150 Meter in die Tiefe gefallen sei. Er hatte schlicht, wie er später zugab, die für Arbeiten in großer Höhe vorgesehene Sicherungsschleufe nicht bestimmungsgemäß genutzt.

Als er den Havaristen nach dem Abstieg vom Turm anschließend kurz in Augenschein genommen hatte, war er wohl restlos begeistert. Das Gerät hat nämlich noch funktioniert und nicht etwa ein falsches Messergebnis, sondern diszipliniert, authentisch

und korrekt „Error“ im Display angezeigt. Und genau das hat der von diesem Zeitpunkt an neue Stammkunde nach eigenen Angaben von einem Profi-Gerät auch erwartet. Rückblickend ein Sinnbild dessen, was Narda Safety Test Solutions seit jeher angetrieben hat und noch heute motiviert: die Leidenschaft für technische Herausforderungen, anwendungsorientierte Produkte sowie Qualität und Ehrlichkeit.

Narda STS – die Produktbereiche

Narda-Geräte im Bereich EMF Safety umfassen Breitband- und Selektivmessgeräte, Messstationen und persönliche Monitore. Sie werden überall dort eingesetzt, wo Menschen EMF ausgesetzt sind. Dies gilt neben industriellen Anlagen zum Schweißen und Schmelzen besonders für Antennenanlagen



Der Ur-RadMan von Narda steht für mehr als 20 Jahre Erfahrung und ist als meistverkaufter Personal Monitor aller Zeiten ein echter Meilenstein. Sein Nachfolger, der RadMan 2, kommt mit zahlreichen intelligenten Details wie dem ersten automatischen Sensortest überhaupt, einem hermetisch dichten Outdoor-tauglichen Gehäuse nach IP-65 und sehr hellen und lauten Warnsignalen

Narda Safety Test Solutions
GmbH
info.narda-de@L3Harris.com
www.narda-sts.com

für Rundfunk, Fernsehen und Telekommunikation sowie den öffentlichen Bereich. RF-Test- & Measurement-Geräte werden als Handpeiler im Akuteinsatz bei der Telekommunikation, dem Militär und Regierungsbehörden im Feld eingesetzt und als schnelle Echtzeit-Spektrumanalysatoren in Entwicklung und Produktion genutzt.

EMV-Mesempfeiler haben sich vor allem in der Industrie und in Messlabors als normenkonforme Full-Compliance-Lösungen etabliert, die durch direkt an den Antennen montierte Empfangsteile erhebliche Dynamikvorteile bieten.

Meilensteine

Das Technologie-Unternehmen setzt seit über 20 Jahren neue

Standards in der Messtechnik für elektromagnetische Strahlung und strebt selbiges auch für das vergleichsweise junge Geschäftsfeld RF Test & Measurement sowie die EMV-Empfeiler an.

Das Modell RadMan ist ein persönlicher Strahlungsmonitor, der sicher und rechtzeitig vor elektromagnetischer Strahlung warnt. Das Original steht für mehr als 20 Jahre Erfahrung und ist der meistverkaufte Personal Monitor aller Zeiten.

Die Entwicklung des hochspezialisierten SRM (Selective Radiation Meter) markiert einen Glanzpunkt aus den Anfängen des Unternehmens. Als erstes seiner Art hat das Messinstrument die frequenzselektive Mes-

sung weltweit bekannt gemacht und als führende Technologie etabliert. Es kann aus einem Frequenzgemisch automatisch sicher und genau bestimmen, welche Quelle, z. B. welcher Mobilfunkanbieter, gerade die höchste Exposition verursacht.

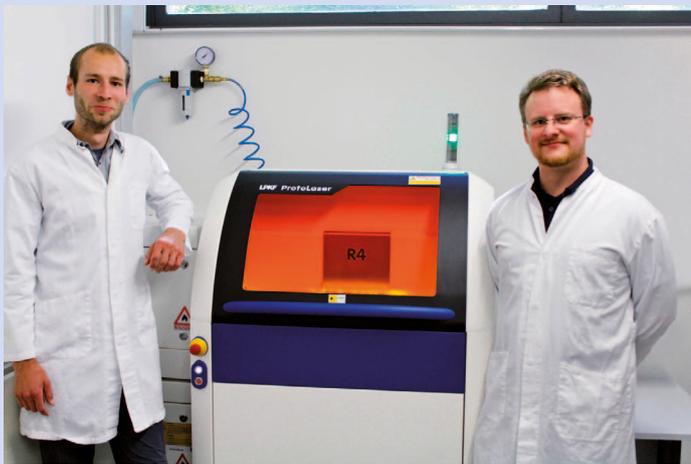
Störersuche

Bei der Störersuche hat Narda STS auf dem Gebiet des „Last Mile Interference Troubleshooting“ die Messlatte deutlich höher gelegt. Der IDA ist ein Gerät, das Kunden vor allem aus den Reihen der Regierungsbehörden in die Lage versetzt, vor Ort schnell und unkompliziert Störsender aufzuspüren und Interferenzen zu beseitigen. „Horizontal Scan“ beispielsweise, eine Kompassanzeige einfallender

Störer, war bis dahin bei Handpeilern nicht verfügbar.

In Bezug auf Messgeschwindigkeit, Abstraten und Realtime-Bandbreite setzt der SignalShark neue Maßstäbe. Anwender erhalten ein Messinstrument mit einem in seiner Klasse bislang unerreichten POI (Probability of Intercept) – das Gerät erfasst versteckte Signale bis hinunter zu einer Signaldauer von 3,2 µs mit einer Wahrscheinlichkeit von 100 %. Damit ist es in der Lage, schnelle Hopping- und Radarsignale zu identifizieren und zu peilen. Die neue automatische Peilantenne ADFA 2 schließlich gilt zusammen mit dem SignalShark als die weltweit kompakteste Möglichkeit, Signale von 10 MHz bis 8 GHz präzise zu peilen. ◀

Innovative Forschung mit neuestem Lasersystem



M. Sc. Marius Kretschmann (links) vom Institut für Hochfrequenztechnik und Elektronik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) mit Jan-Hendrik Guttman, LPKF, vor dem neuen Lasersystem LPKF ProtoLaser R4

Der LPKF ProtoLaser R4 ist ein hochspezialisiertes Präzisions-Pikosekunden-Lasersystem für die Forschung. Es erweitert die Leistungsfähigkeit des bestehenden LPKF-Lasersystem-Portfolios erneut in Richtung Mikromaterialbearbeitung. Bereits sechs Monate nach der Markteinführung hat das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) nun das erste Exemplar in Deutschland erworben – und auch schon getestet.

Die neueste Lasertechnologie ermöglicht es dem Institut für Hochfrequenztechnik und Elektronik des KIT, innovative Materialien in höchster Präzision zu erforschen. Zudem beschleunigt die Nutzung des Systems in der Inhouse-Produktion die Forschungsprojekte. Mitarbeiter und Studenten des Instituts sind mit dem LPKF ProtoLaser R4 daher exzellent für die Zukunft aufgestellt.

Dank sehr kurzer Laserpulse im Picosekunden-Bereich strukturiert und schneidet der LPKF ProtoLaser R4 thermisch empfindliche und sehr dünne Materialien mit herausragenden Ergebnissen. Ebenso lassen sich sehr harte Materialien wie etwa gebrannte Keramik schneiden. Auch bei der Bearbeitung von Standard-Werkstoffen der Elektronikfertigung, beispielsweise FR4, sind die Anwender aus der Forschung hochzufrieden mit der Qualität der Resultate. „Die einfache Handhabung, die durch die ausgereifte und bedienerfreundliche Software LPKF CircuitPro ermöglicht wird, erfreut die Anwender der neuen Maschine. Ebenso die kompakte Bauweise, die sich

einfach ins Labor integrieren ließ“, berichtet Jan-Hendrik Guttman, der die Anwender am KIT mit dem System vertraut macht.

Aus vielen Verkaufsprojekten weiß auch Stefan Kiel aus dem LPKF-Laser-Vertriebs-Team, wie schwierig es oft ist, in öffentlichen Einrichtungen kurzfristig höhere Investitionen genehmigt zu bekommen: „Budgets werden langfristig geplant, und die bürokratischen Hürden für größere Investitionen sind oft hoch. Die sehr kurzfristige Anschaffung bestätigt den dringenden Bedarf forschender Einrichtungen an hochpräzisen Lasersystemen. LPKF hat den ProtoLaser R4 erstmals im Januar 2020 auf der Messe Nepcon in Japan vorgestellt. Nach einer Universität in Kalifornien ist das KIT nun das erste Institut in Europa, das mit dem LPKF ProtoLaser R4 innovative Zukunftsprojekte vorantreiben wird. „Die Mitarbeiter des Instituts haben große Ziele und innovative Ideen, die sie mit unserem neuen Lasersystem für die Forschung umsetzen möchten“, erfuhr Jan-Hendrik Guttman während der Einarbeitung. ◀

LPKF Laser & Electronics AG
www.lpkf.de

Kleinräumige Einspeisung von Burst-Impulsen mit kalibrierten EFT/Burst-Magnetfeldquellen



Untersuchungen der Störfestigkeit an integrierten Schaltkreisen und Leiterplatten sind wichtig zur entwicklungsbegleitenden Prüfung von Bauelementen und Baugruppen. Die Langer EMV-Technik GmbH bietet mit den Magnetfeldquellen der Sets H4-IC und H5-IC spezialisierte Werkzeuge zur kleinräumigen Einspeisung von Burstimpulsen in ICs, Leitungsstrukturen und Baugruppen an.

Hohe Feldstärke möglich

Die EFT/Burst-Magnetfeldquellen zeichnen sich durch eine hohe erreichbare Feldstärke von bis zu 200 mT aus. Damit können Schaltkreise auch durch ihr Gehäuse hindurch relevant beaufschlagt werden. Die Reaktionen des Schaltkreises ermöglichen dessen Analyse bzgl. der Störfestigkeit und Signalsicherheit. Die Beaufschlagung hinsichtlich der Sicherheit eines Schaltkreises kann während verschiedener Funktionsstadien des Schaltkreises erfolgen (z.B. beim Boot-Vorgang oder während Schaltvorgängen). Der Frequenzgang der EFT/Burst Magnetfeldquellen ist für die Übertragung von Normpulsen eines Burstgenerators (nach IEC 61000-4-4) optimiert.

Die Feldquelle BS 06DU-s des Sets H5-IC erreicht an ihrer Spitze eine maximale Flussdichte von ca. 150 mT. Die Feldlinien werden, bedingt durch den Aufbau der Sonde, von der Feldquellenspitze abgestoßen und erreichen deshalb auch in größerem Abstand eine hohe Wirksamkeit. Die Magnetfelder der BS 06DU-s umwirbeln die

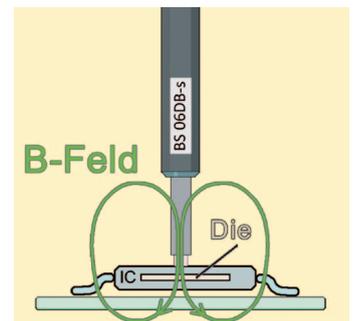
unter der Spitze liegenden Leitungsnetze, sodass diese Feldquelle besonders für das Einkoppeln auf kleinste Leiterzüge als auch auf Bond-Drähte verwendet werden kann.

Die Feldquelle BS 06DB-s des Sets H4-IC erreicht an ihrer Spitze eine magnetische Flussdichte von ca. 200 mT. Das Feldlinienbündel tritt senkrecht aus der Feldquellenspitze aus und schließt sich im nahen Umfeld der Sonde. Somit können mit dieser Feldquelle besonders horizontale Schleifenstrukturen im Schaltkreis als auch in Baugruppen aufgespürt werden.

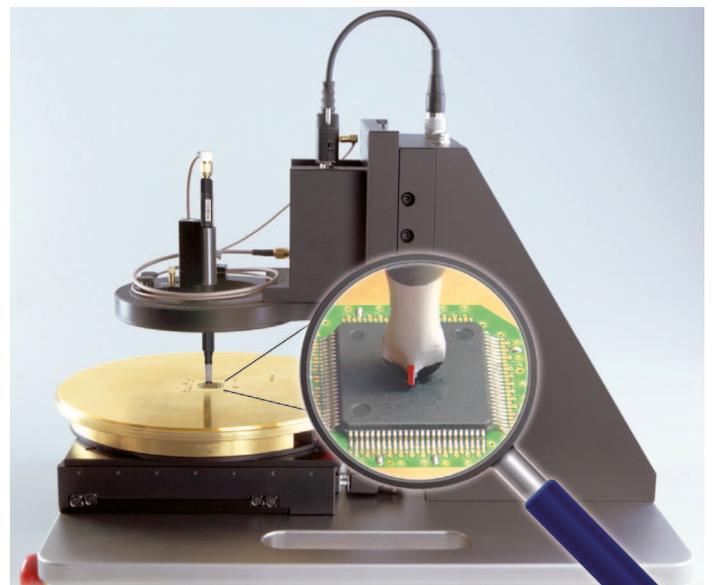
Die EFT/Burst Magnetfeldquellen BS 06DU-s und BS 06DB-s sind zur vergleichenden Messung kalibriert und können entsprechend ihrer Messaufgabe von Hand oder Mover (z.B. ICS 105 IC Langer Scanner) geführt werden. ◀



H4-IC BS 06DB-s Feldquelle



Wirkprinzip



H5-IC BS 06DU-s Anwendung mit ICS 105

Langer EMV-Technik GmbH
www.langer-emv.de

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

www.celsi.com www.spirig.com

EMV-Filter für DC/DC-Module



Die TDK Corporation gab die Einführung der EMV-Filter der TDK-Lambda-FQA-Serie für Spannungen von ± 40 V DC und Ströme bis 20 A bekannt. Abgestimmt auf den Einsatz in Verbindung mit DC/DC-Wandlern der Baureihen HQA und GQA werden diese Filter in einem robusten, gekapselten Quarter-Brick-Gehäuse mit oder ohne Montageflansch angeboten. Damit eignen sich diese Module für den Einsatz in einer Vielzahl von rauen und anspruchsvollen Umgebungen, einschließlich Fluganwendungen.

Die FQA-Serie bietet hohe Gegentakt- und Gleichtakt-Rauschunterdrückung zur Einhaltung des Standards MIL-STD-461G für Funkentstörung im Endgerät sowie einen Schutz vor Spannungsspitzen nach MIL-STD-1275D bzw. RTCA/DO-160G. Die Module werden gebaut und geprüft entsprechend den Anforderungen aus dem MIL-STD-883F und MIL-STD-202G.

Somit erübrigt sich durch den Einsatz eines FQA-Moduls für viele Anwendungen das oft sehr zeitaufwendige Filterdesign.

Die FQA werden direkt auf die Anwenderbaugruppe bestückt und über die Baseplate sowie eventuell einem externen Quarter-Brick-Kühlkörper gekühlt. Die Gehäuseabmessungen betragen (L x B x H) 60,6 x 39 x 12,7 mm ohne Flansch bzw. 60,6 x 55,9 x 12,7 mm mit Flansch. Der Gleichstromwiderstand des Filters liegt bei typisch 12 mOhm und sorgt damit für eine nur geringe Verlustleistung.

Die Filter werden in zwei Ausführungen angeboten. Mit dem Bestellcode -S erhält der Kunde Module mit einem Temperaturbereich von -40 bis $+115$ °C (Baseplate) und einfacher Fertigungs-Endkontrolle. Mit dem Bestellcode -M gibt es eine Version, die abgestimmt auf die Qualifikationsanforderungen für kritische Anwendungen mit einem Temperaturbereich von -55 bis $+115$ °C ist und einem 96-stündigen Burn-in-Prozess mit verschiedenen Temperaturzyklen unterworfen wurde.

Alle Modelle verfügen über Zulassungen nach UL 60950-1, CAN/CSA C22.2 No. 60950-1-07 und IEC 60950-1, IEC/UL/CSA 62368-1 (in Zulassung) und tragen das CE-Zeichen.

■ *TDK-Lambda Germany GmbH*
www.emea.lambda.tdk.com/de

Hochwertiger EMV-Schutz auch in rauen Umgebungen



Gogashield MBS: Die robusten Geflechte bewähren sich dort, wo hochwertige Abschirmwerte für elektromagnetische Felder verlangt und/oder hohe Temperaturbereiche erreicht werden

Gogashield-MBS-Abschirmgeflecht von Gogatec ist besonders für Anwendungen vorgesehen, in welchen hochwertige Abschirmwerte für elektromagnetische Felder verlangt und/oder hohe Temperaturbereiche erreicht werden.

Da gerade empfindliche Bauteile und Komponenten durch elektromagnetische oder elektrische Wellen in ihrer Funktion beeinträchtigt werden, sind Kabelummantelungen aus hochwertigen Metallen die beste Wahl. Mit diesen können die festgelegten EMV-Richtlinien von Anlagen und Apparate eingehalten und mögliche kostspielige Konsequenzen bei Funktionsausfällen verhindert werden.

Hier bewähren sich die robusten Geflechte Gogashield MBS im Einsatz. Sie bestehen aus feinsten verzinnnten Kupferlitzten und sind für Umgebungstemperaturen zwischen -75 und $+450$ °C ausgelegt. Der Schirmwert beträgt 65 bis 75 dB @ 100 MHz und die Überdeckung je nach Größe 90 bis 95 %. Geliefert wird das Geflecht von 3 bis 65 mm Nennweite, wobei die Nennweiten bis 35 mm mit PVC-Stützschlauch angeboten werden.

■ *Gogatec GmbH*
www.gogatec.at



COMING SOON!

6 GHz REAL-TIME USB Spectrum Analyzer

&

USB VECTOR Signal Generator

- ✓ Frequency range of 10 MHz to 6 GHz
- ✓ Continuous 245 MHz true I/Q stream
- ✓ Measures multiple bands simultaneously
- ✓ Dual USB 3.0 streaming
- ✓ Including RTSA-Suite PRO software
- ✓ 120 MHz Vector Signal Generator

AARONIA AG
WWW.AARONIA.DE

AARONIA.COM/V6

Knackratenanalyse nach CISPR14-1/EN55014-1, Edition 6



Mit der Ausgabe 6 (August 2016) der CISPR 14-1, EN55014-1 wurde die Messung von „diskontinuierlichen Störungen“ (Klicks) neu definiert. NARDA/PMM offeriert mit dem Click Analyzer CA0010 zusammen mit dem FFT-basierenden Messempfänger 9010F eine kostengünstige, innovative und natürlich normkonforme Lösung: das CDD-4 Continuous and Discontinuous Disturbances Analysis and Verification Set. Mit dem kompakten System können leitungsgebundene Störungen von 10 Hz bis 30 MHz und eine Knackratenanalyse bei den vier vorgeschriebenen Frequenzen (150 kHz/500 kHz/1,4 MHz/30 MHz) normgerecht (CISPR 14-1) durchgeführt werden.

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

Weitere Merkmale und Funktionen:

- eingebaute 16-A-Netznachbildung (LISN), extern erweiterbar bis 3-Phasen/500 A
- Schaltzyklenzähler mit variabler Stromschwelle
- eingebauter hochentwickelter Kalibrator, der die Klicksequenzen und CISPR-Impulse generiert.

Es wird somit eine vollständige Überprüfung eines Klickmessers auch von anderen Herstellern ermöglicht, ohne dass zusätzliche externe Geräte erforderlich sind.

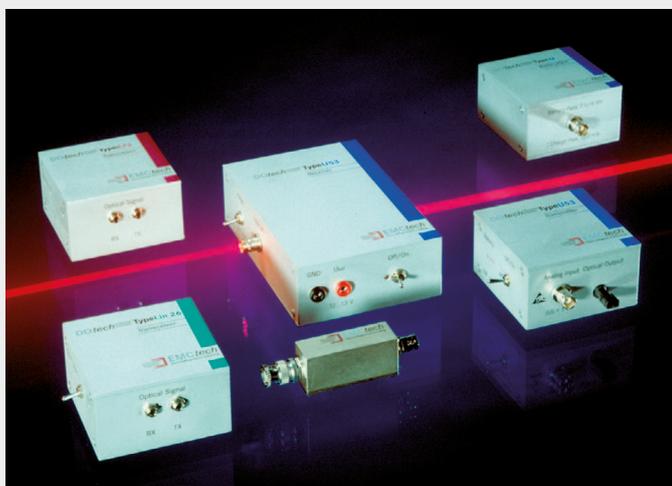
- PCA Software PMM Click Analyzer zur Anzeige der im Speicher des Analysators aufgezeichneten Messdaten auf dem PC

Jedes einzelne Klickereignis kann mit der Zeitaufösung von 500 μ s gemessen werden, um einen effektiven Vergleich mit den Zyklen des zu testenden Geräts zu ermöglichen. Aufgrund der extrem einfachen Handhabung ist der Click Analyzer CA0010 auch für nur gelegentliche Klickmessungen geeignet. Der PMM CA0010 ist zudem zukunftsorientiert: Er kann nicht nur die beiden derzeit gültigen normativen Bewertungsmethoden gemäß CISPR14-1 durchführen, sondern auch mittels Firmware-Update an neue Methoden angepasst werden.

- PCG Software PMM Klick-Generator zur Ausführung der komplexen CISPR-Testsequenzen ◀



Standardisierte digitale LWL-Übertragungssysteme Made in Germany



NK-Elektronik bietet standardisierte digitale LWL-Übertragungssysteme für analoge Datensignale und Automotiv-

bussysteme in deutscher Fertigung.

Hintergrund:

Um analoge oder Automotiv-Bussysteme während EMV-Prüfungen störungsfrei zu betreiben oder zu überwachen, bedarf es einer elektrooptischen Wandlung. NK-Elektronik bietet hochspezialisierte rückwirkungsarme LWL-Übertragungssysteme für analoge Signale und aktuelle Automotiv-Bussysteme (K-Line, LIN-BUS, CAN, Flexray). Optional sind ESD-Produkte und Zusatzfilter verfügbar.

Mehrfach robust

Die Vorteile solcher digitaler Systeme liegen in deren Temperaturstabilität, Störsicherheit und Unempfindlichkeit gegen das Biegen des Lichtwellenleiters (LWL).

Alle Schaltungsbestandteile werden intensiv geprüft und lückenlos in Produktionsunterlagen erfasst. Einheitliche Erprobungspläne und Langzeittests gewährleisten ein Endprodukt höchster Güte.

EMCO Elektronik
info@emco-elektronik.de
www.emco-elektronik.de

Burst- und Surge-Prüfungen im eigenen EMV-Labor durchführen



Der Fast-Transient-Burst-Test nach IEC/EN 61000-4-4 simuliert Störungen, die bei Einschaltvorgängen großer Verbraucher oder durch einen schlecht entstörten Elektromotor mit Bürstenfeuer auf Leitungen verursacht werden. Der Surge-Test nach IEC/EN 61000-4-5 simuliert die Auswirkungen von Blitzschlägen auf das Stromnetz oder das Abschalten schwerer Lasten. Netzunterbrechungen und Spannungseinbrüche nach IEC/EN 61000-4-11 sind Prüfungen auf Störfestigkeit gegen schwankende Netzqualität.

Simulation durch Testsystem

Die fest definierten Störungen für Störfestigkeitsmessungen werden im EMV-Labor von einem Testsystem erzeugt und über ein Kopplungs-/Entkopplungsnetzwerk an Versorgungsanschlüssen, Steuereingängen sowie Steuerausgängen des Prüflings durchgeführt, um festzustellen, ob der Prüfling gegen solche Phänomene störfest ist.

Der hochmoderne AXOS Compact von Haefely ist ein eigenständiges Testsystem und vereint die Steuerung von bis zu 6 wichtigen EMV-Prüfungen wirtschaftlich in einem einzigen Gerät.

Diverse normgerechte Prüfungen

Er beherrscht die folgenden normgerechten Prüfungen:

- Burst IEC/EN 61000-4-4
- Surge (1,2/50 μ s & 8/20 μ s) IEC/EN 61000-4-5

- Ring-Wave IEEE C62.41
- Spannungsunterbrechungen IEC/EN 61000-4-11
- gepulste Magnetfelder IEC/EN 61000-4-9
- Telecom-Wave (10/700 μ s) IEC/EN 61000-4-5 & ITU

Der AXOS enthält ein integriertes einphasiges Kopplungs- und Entkopplungsnetzwerk (CDN) für EMV-Testanwendungen bis zu 16 A und kann um viele weitere über den AXOS steuerbare Module erweitert werden.

Bequeme Bedienung und bewährter Support

Die intuitive Bedienung erfolgt über einen einfach zu benutzenden Touchscreen oder über einen Labor-PC. Mit einem passenden Prüftisch und einem normgerechten Prüfaufbau lassen sich so Burst, Surge und weitere Störfestigkeitsmessungen an Leitungen im eigenen EMV-Labor durchführen.

Die EMCO Elektronik GmbH ist namhafter Lieferant und Systempartner für EMV-Applikationen mit mehr als 25-Jahren Marktpräsenz. Kunden profitieren von diesem Erfahrungsschatz und erhalten auf Anfrage ihre ganz individuellen Systemanforderungen.

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

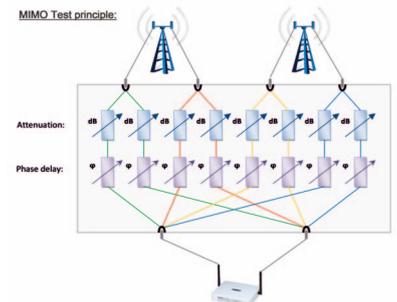
MTS
Systemtechnik

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

MTS MIMO-Testsystem

Um MIMO-Szenarien im Labor nachzubilden, hat MTS Systemtechnik den MIMO-Tester entwickelt. Dieses Gerät eignet sich sowohl zur Emulation von Antennendiversität, als auch für Beamforming und kann z.B. für HSPA+, LTE, 5G oder WLAN Tests eingesetzt werden. Die Kanalmatrix kann dabei durch Abschwächer und Verzögerungsleitungen nachgebildet werden, die jeweils digital einstellbar sind.

(Individuelle Konfigurationen möglich!)



// Mobilfunk- & EMV-Messtechnik

// Schalten & Verteilen von HF-Signalen

// Mechanik, Präzisionsfrästeile & Gehäuse

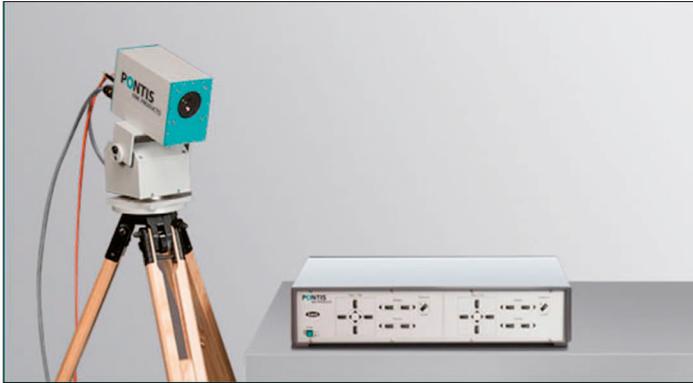
// Distribution von IMS Connector Systems

// HF-Komponenten



mts-systemtechnik.de

Pontis mit interessanten EMV-Produkten neu bei EMCO



EMV-gehärtete Kamera- und Audiosysteme

Die Wurzeln von Pontis EMC reichen zurück bis in Jahr 1989, als Erich Böhm damals für die HD (Heinrich Deisel) GmbH den ersten Controller für Antennenmasten und Drehscheiben entwickelte. 1994 wurde die Pontis Messtechnik gegründet und bald darauf die ersten geschirmten Kameras konzipiert.

Seitdem wurden weltweit mehr als 600 Kameras an EMV-Prüfstellen ausgeliefert und das Portfolio sukzessive um LWL-Übertragungsstrecken ergänzt. Alle Systeme sind gegen Feldstärken von 200V/m getestet und bestehen in aktuellen Anwendungen auch deutlich höhere

Feldstärken. Im Jahr 2006 wurden die Geschäfte von Pontis Media und Pontis Messtechnik in einer neuen Firma Audiovo GmbH zusammengeführt. Der etablierte Markenname Pontis EMC wurde beibehalten.

EMV-gehärtete Kamera- und Audiosysteme:

- HD-Kameras
- Standard-Kameras
- Kompaktkameras
- Audiosysteme/Gegensprechanlagen

Die EMV-geschirmten Kamerasysteme von Pontis EMC ermöglichen eine Datenüber-



EMV-gehärtete LWL-Übertragungsstrecken

tragung per Lichtwellenleiter. Eine geschirmte Audioübertragung ist ebenfalls verfügbar. Stöfestigkeit bis 200 V/m. Aussendung: CISPR 25 Class 5. Die Kameras werden über einen Controller gesteuert. Dieser verfügt (optional) über einen Ethernet-Anschluss (TCP/IP), integrierten Videorecorder und automatischer Testfunktion (Event Detection).

EMV-gehärtete LWL-Übertragungsstrecken

- CAN
- Ethernet
- BroadR (Automotive)
- HDMI

- LIN
- RS232
- USB
- E-Charger

Pontis EMC bietet eine Palette von optischen Übertragungssystemen/Konvertoren für EMV-Messungen: Ethernet, USB, CAN, LIN, RS232 und neu ein Interface für Auto-Ladestationen, BroadR-Reac. Ab sofort übernimmt die EMCO Elektronik den Direktvertrieb für die Pontis-EMC-Produkte in Deutschland.

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

Einphasen-Einbaufilter mit exzellenter Performance



Schurter komplettierte sein Portfolio an ultrakompakten Einphasenfiltern mit einer neuen Generation von besonders hoher Leistungsfähigkeit dank zweistufiger Filterauslegung. FMBB EP heißt das neueste Mitglied im komplett geschlossenen Stahlgehäuse.

Die Filter der FMBB EP-Familie eignen sich überall dort besonders gut, wo solche Apparaturen mit hartnäckig hohen EMI-Störsignalen konfrontiert sind.

Hochgetaktete Halbleiter erzeugen zusehends stärkere Störfrequenzen. Dadurch steigen die Anforderungen zur Einhaltung der EMV massiv. Typische Anwendungsgebiete sind etwa Test- und Messgeräte, professionelle Küchengeräte und Medizin- sowie kritische Industrieanwendungen.

Die neuen Filter verwenden dieselben Gehäuse wie die bewährte FMBB-Neo-Filterreihe. Diese Gehäuse sind punktverschweisst, somit kom-

plett geschlossen, was zu einem deutlich verbesserten Dämpfungsverhalten führt. Dank höchstwertiger Komponenten (großzügig dimensionierte Folienkondensatoren, Drosseln mit hochpermeablen Kernen) wird eine außergewöhnlich breitbandige, exzellente Dämpfung erreicht.

Die Filterserie FMBB EP verfügt über Steckanschlüsse 6,3 x 0,8 mm oder Gewindeanschlüsse zur einfachen und schnellen Verdrahtung. Dank eines metallenen Flansches ist bei der Schraubmontage auf das Chassis eine hervorragende Erdverbindung sichergestellt.

Auch das ermöglicht einen großen Temperaturbereich: Die

Standardvarianten sind über einen Temperaturbereich von -40 bis +100 °C einsetzbar. Die Filter sind für Stromstärken von 1 bis 36 A bei einer Umgebungstemperatur von 40 °C ausgelegt. Sie haben die ENEC- und cURus-Zulassung und werden für Anwendungen bis 250 V AC empfohlen.

Für verschiedenste Anwendungen sind Ausführungen mit unterschiedlichen Ableitströmen erhältlich: die Standardversion mit 0,9 bis 3,8 mA sowie die Version für die Medizintechnik mit nur 5 µA oder 80 µA.

■ **Schurter AG**
schurter.com

Ihr Partner für EMV und HF

Messtechnik-Systeme-Komponenten

EMV-MESSTECHNIK

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



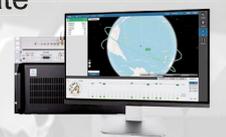
ANTENNEN-MESSTECHNIK

Positionierer & Stative
Wireless-Testsysteme
Antennenmessplätze
Antennen
Absorber
Software



HF- & MIKROWELLEN-MESSTECHNIK

Puls- & Signalgeneratoren
GNSS - Simulation
Netzwerkanalysatoren
Leistungsmessköpfe
Avionik - Prüfgeräte
Funkmessplätze



HF-KOMPONENTEN

Abschlusswiderstände
Adapter & HF-Kabel
Dämpfungsglieder
RF-over-Fiber
Richtkoppler
Kalibrierkits
Verstärker
Hohlleiter
Schalter



EMV-Kabelverschraubungen mit besten Schirmungswerten



Bessere Schirmwirkungen lassen sich erzielen, wenn das Schirmgeflecht des Kabels durchgängig bis zur Elektronik im Schaltschrank geführt und erst dort an Masse angeschlossen wird wie bei den Kabelverschraubungen TRI durch die 360°-TRI-Feder-Kontaktierung möglich

Mehr Elektronik und drahtlose Kommunikation, sinkende Signalpegel und steigende Baugruppen-Empfindlichkeit lenken den Fokus auf elektromagnetische Risiken. Wo Signal- und Energiekabel durch eine Gehäusewand geführt werden, entsteht eine Lücke in der Schirmung, durch die elektromagnetische Wellen „durchschlüpfen“. Um diese Schirmlücke sicher zu schließen, sind hochwertige EMV-Kabelverschraubungen erforderlich, die den Kabelschirm optimal beim Kabeleintritt in den Schaltschrank kontaktieren. Pflitsch bietet hierfür mit der blueglobe TRI mehr Sicherheit im System. Die EMV-Kabelverschraubungen von Pflitsch spielen beim Schirmungskonzept z.B. eines Schaltschranks eine entscheidende Rolle: Sie sind montagefreundlich und erreichen höchste Dämpfungswerte bis Cat. 7A.

Äußerst montagefreundlich

Die blueglobe TRI bietet dank der patentierten TRI-Feder eine prozesssichere, schnelle und einfache Montage. Ihre Geometrie sorgt für eine großflächige, niederohmige und langlebige 360°-Kontaktierung zum Kabelschirm. Dies gilt sogar für unrunde als auch für außermittig liegende Leitungen. Der Kabelmantel braucht lediglich an der Kontaktstelle entfernt werden. Ist das Kabel durch die TRI-Verschraubung geschoben, legt sich die Triangelfeder sofort um das Schirmgeflecht und gewährleistet ohne das Anziehen der Druckschraube bereits einen sicheren EMV-Schutz. Pflitsch trennt damit die Schirmung mechanisch von der Abdichtung und sorgt für mehr Kontaktsicherheit. Durch die

Bauform der TRI-Feder ist ein Verhaken im Geflecht sowohl bei der Montage als auch bei der Demontage ausgeschlossen.

Höchste HF-Dämpfungswerte, hoher Strom möglich

Da bei der Pflitsch-Lösung der Kabelschirm nicht aufweitet und erst an der Kontaktstelle im Schaltschrankgehäuse aufgelegt wird, erreichen diese EMV-Kabelverschraubungen mit über 80 dB bei 100 MHz und mit 65 dB bei 1.000 MHz überdurchschnittliche Dämpfungswerte. Daher ist die TRI-Kabelverschraubung nach Cat. 7A zertifiziert.

Neben der HF-Dämpfung ist die Stromtragfähigkeit ein wichtiges Kriterium bei einer EMV-Kabelverschraubung – also die Fähigkeit eines Bauteils einen bestimmten Dauerstrom zu führen. Auch hier überzeugt die blueglobe TRI, die in Tests eine höhere Stromtragfähigkeit als das geschirmte Kabel erreicht – zum Beispiel 90 A bei der Größe M25.

Die blueglobe TRI gibt es in den Größen M12 bis M85 für geschirmte Kabel mit Durchmesser von 5 bis 77 mm. Die Kabelverschraubungen erreichen die hohen Schutzklassen IP68 (bis 15 bar) bzw. IP69, Type 4X. Sie sind zugelassen für Temperaturbereiche von -40 bis +130 °C, in der Hochtemperaturvariante von -55 bis +200 °C.

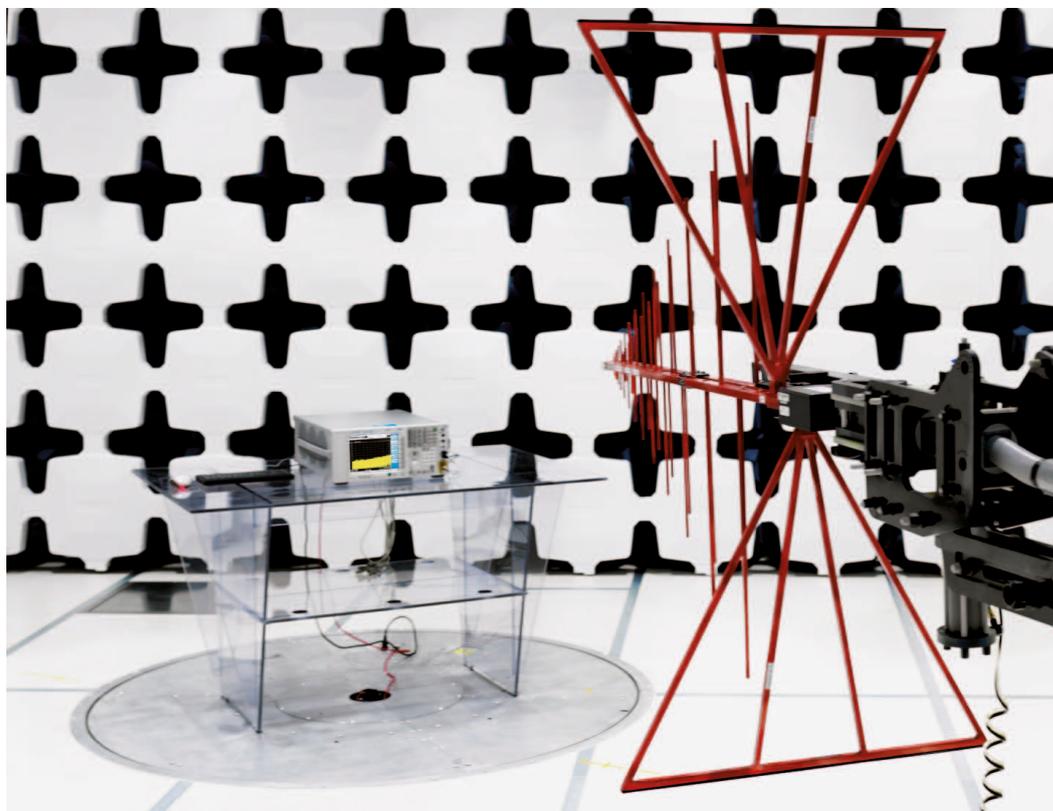
Für Anwendungen, in denen Hygiene oder Design gefordert sind, gibt es die blueglobe TRI Clean Plus in Edelstahl, designed nach dem anspruchsvollen EHEDG-Standard und nach BGN-Vorgaben.

■ Pflitsch GmbH & Co. KG
www.pflitsch.de



Wenn neben EMV-Sicherheit auch Hygiene oder Design gefordert sind, ist aktuell die blueglobe TRI Clean Plus die Kabelverschraubung der Wahl – ausgezeichnet mit dem IF Award für gutes Industriedesign

Zeitbereichs-Scanning beschleunigt EMV-Konformitätstests



Scan ist eine Technologie, die die Scan-Zeit des Empfängers erheblich verkürzen kann und darum signifikant Zeit sparen hilft für den gesamten Test.

Zeitbereichs-Scan reduziert die Gesamttestzeit

Sowohl kommerzielle als auch militärische Teststandards erfordern bestimmte Längen von Messzeit, auch als Verweilzeit bezeichnet, für jedes Signal, um sicherzustellen, dass auch Impulssignale entsprechend charakterisiert werden. Der Zeitbereichs-Scan reduziert die Empfänger-Scan-Zeit unter Beibehaltung der erforderlichen Verweilzeiten.

Kommerzielle CISPR-basierte Tests können für Vorab-Scans Verweilzeiten von bis zu 1 s erfordern und im Fall von Emissionen mit zeitlich variierenden Amplituden 15 s oder mehr für endgültige Messungen. MIL-STD-461 spezifiziert Verweilzeiten zwischen 15 und 150 ms pro Messung, abhängig vom Frequenzbereich. Diese Verweilzeiten summieren sich bei Verwendung

Dieser Beitrag bietet einen Überblick über den Zeitbereichs-Scan – eine Technologie, welche die Scan-Zeit des Empfängers erheblich verkürzen kann.

Die Prüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) erfordert detaillierte und genaue Angaben über die verwendeten Methoden, um sicherzustellen, dass alle Emissionen

genau gemessen werden. Schon daher, aber auch, um die Verfügbarkeit von zertifizierten Testeinrichtungen zu sichern, ist daran interessiert, die Testzeit zu minimieren. Der Zeitbereichs-

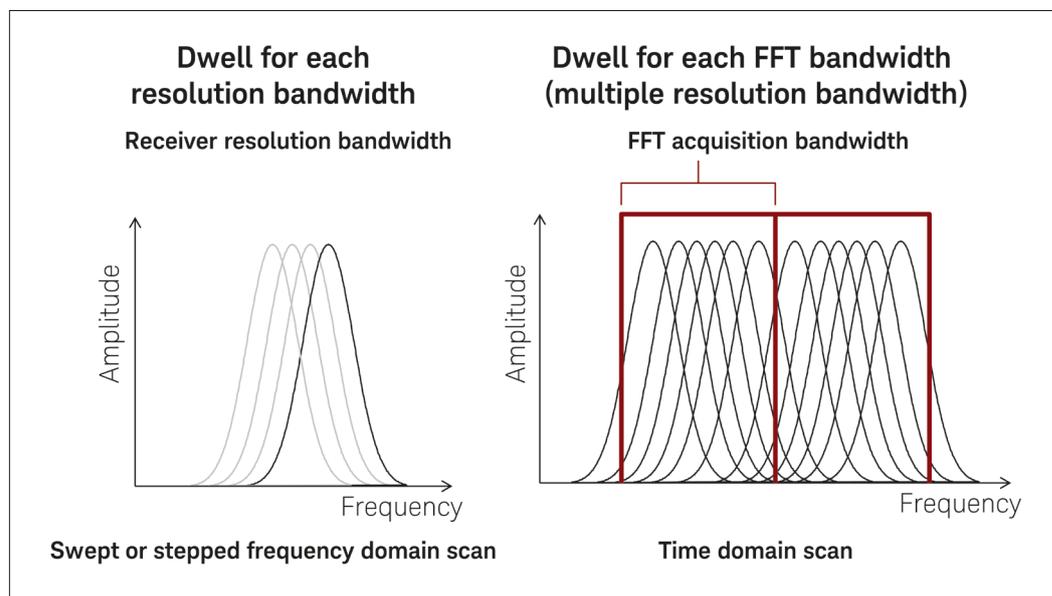


Bild 1: Qualitativer Vergleich von Auflösungs- und FFT-Erfassungsbandbreiten

Quelle:
Application Note:
EMC Compliance Testing:
Improve Throughput with Time
Domain Scanning,
Keysight Technologies,
29. August 2019,
5991-3855DE,
www.keysight.com
übersetzt von FS

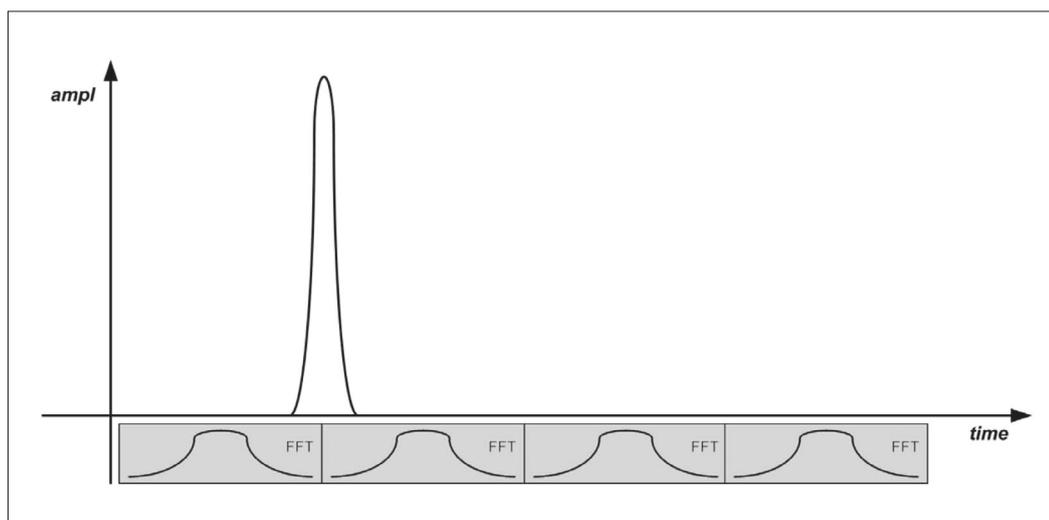


Bild 2: Herkömmliche kritisch abtastende FFTs mit zusammenhängenden Fenstern können möglicherweise fehlende Eingaben bei einem impulsartigen Signal aufweisen

von Empfängern, welche den Frequenzbereichs-Scan durchführen und dabei einen schrittweisen oder gewobbelten Betrieb des lokalen Oszillators verwenden, um die Daten in einzelnen Auflösungsbandbreiten zu generieren, siehe Bild 1 links.

Das Scannen im Zeitbereich wurde für Prescans in CISPR 16-1-1: 2010 akzeptabel und ist auch akzeptabel für die endgültigen Messungen in den CISPR-Standards, die speziell vorgeschrieben sind in der Version CISPR 16-1-1. Der MIL-STD-461 ermöglicht dabei die Verwendung jeder Art von Messgerät, das die Anforderungen des Dokuments erfüllt.

So funktioniert der Time Domain Scan

Der Zeitbereichs-Scan reduziert die Scan-Zeit des Empfängers durch die Verwendung einer hochüberlappenden schnellen Fourier-Transformationen (FFT) zur gleichzeitigen Erfassung von Emissionsdaten über eine bestimmte Frequenzspanne. Dies umfasst mehrere Auflösungsbandbreiten (Bild 1 rechts). Im Gegensatz dazu werden im Frequenzbereich Daten in individuellen Auflösungsbandbreiten gesammelt. Die FFT-Akquisitionsbandbreiten für den Zeitbereichs-Scan können im Bereich von 1 bis 10 MHz oder mehr liegen. Sie sind damit

deutlich breiter als die erforderlichen CISPR- und MIL-Auflösungsbandbreiten. Der Empfänger sammelt die Daten in der größeren Erfassungsbreite und setzt sie entsprechend den regulatorischen Bandbreiten um, um sicherzustellen, dass die Messungen den regulatorischen Anforderungen entsprechen.

Der Zeitbereichs-Scan spart Messzeit, da die entsprechende regulatorische Verweilzeit nur ein einziges Mal für alle Daten in der gegebenen FFT-Erfassungsbreite angewendet wird, um das Signal im Frequenzbereich abzutasten. Demgegenüber muss der Empfänger beim Frequency Domain Scanning für jede einzelne Messung die Verweilzeit verstreichen lassen.

Eine zusätzliche Zeitersparnis wird mit dem Zeitbereichs-Scan erzielt, da breitere Erfassungsbreiten im Vergleich zum schrittweisen Vorgehen bei der Frequenzbereichsmethode weniger Frequenzschritte erfordert, um ein ganzes interessierendes Band abzudecken. Jeder Frequenzschritt erfordert das Ändern der Frequenz beim Local Oscillator - je weniger Schritte vorhanden sind, desto geringer ist die Gesamtzahl und somit die LO-Relock-Zeit.

Worauf kommt es an?

Zeitbereichs-Scan-Messungen müssen den Anforderungen an die Amplitudengenauigkeit nach CISPR 16-1-1: 2010 und MIL-STD-461 entsprechen. Um die

erforderliche Amplitudengenauigkeit zu erreichen, verwenden Designer ein sehr hohes Maß an Überlappung (~ 90%) bei der Berechnung der FFTs. Darüber hinaus muss der EMI-Empfänger ein hohes Maß an Amplitudenverzerrungs-Performance über die großen ZF-Erfassungsbreiten gewährleisten (hohe Linearität).

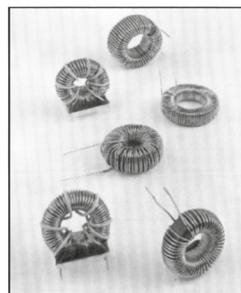
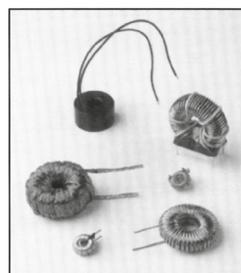
Der hohe Grad an FFT-Überlappung im Zeitbereich stellt sicher, dass auch „impulsive“ Signale, falls vorhanden, korrekt erfasst und genau gemessen werden. Bild 2 zeigt ein Impulssignal im Zeitbereich bei Verwendung zusammenhängender oder niedrig überlappender FFTs. Wenn ein Eingangssignal außerhalb einer FFT-Periode auftritt, könnte die gemeldete Signalamplitude zu niedrig sein oder vollständig fehlen. Bild 3 zeigt dasselbe Signal im Zeitbereich, wenn stark überlappende Bereiche bei der FFT verwendet werden. In dieser Situation

Funkentstörung und elektromagnetische Verträglichkeit



Zertifiziert nach DIN ISO 9001 durch

LGAI / InterCert



NKL GmbH
Birkichstraße 15
74549 Wolpertshausen
Tel. (0 79 04) 97 81-0
Fax (0 79 04) 97 81-50
E-Mail: info@nkl-emv.de
www.nkl-emv.de

Produktion von:

- Entstördrosseln
- Entstörfilter
- Speicherdrosseln
- Metallpulverkernen
- Ringkernübertragungen
- I/U-Wandler

Unsere Dienstleistungen:

- EMV-Messung
- Beratung und Schulung
- Funkentstörung
- Freifeldmessung
- Oberwellenmessung
- Flickermessung

besteht eine viel höhere Wahrscheinlichkeit, dass das detektierte Signal und die zu erfassende Angabe der Spitzenamplitude korrekt sind.

Zeitbereichs-Scan-Erfassungsbreiten müssen auch die Bandbreiten von HF- und Mikrowellen-Preselektoren berücksichtigen. Vorfilter begrenzen die HF-Energie, die den ersten Mischer erreichen kann, gemäß ihrer Bandbreite. Der erste Mischer des Empfängers bestimmt jedoch den verfügbaren Dynamikbereich bei der Messung von impulsartigen Signalen. Es gibt zwei Möglichkeiten, wie der Zeitbereichs-Scan Vorfilter berücksichtigt, um die Genauigkeit der FFT-Amplitude sicherzustellen:

- Anpassen der Amplitude gegenüber dem Frequenzgang über die FFT-Erfassungsbandbreite zum Kompensieren der Vorfilterwirkung
- Reduzieren der maximalen FFT-Erfassungsbandbreite, sodass die unerwünschten FFT-Amplitudeneffekte über der Frequenz im Vergleich zum Amplitudengang des Vorfilters über der Frequenz nicht signifikant sind

Reduzieren Sie die Prescan-Zeit von Stunden auf Minuten!

Die Hauptelemente der Konformitätsprüfung, die Zeit für die Testeinrichtung erfordern (Zeit = kapazitätsbegrenzende Ressource), sind:

- Einrichtung und Abbau des zu testenden Equipments (EUT)
- Prescan zur Identifizierung verdächtiger Frequenzen einschließlich Antennen und Drehteller (Bewegungszeiten) sowie Empfänger-Scan-Zeiten
- Endmessung einschließlich Antennen und Drehteller (Bewegungszeiten) und Messzeiten des Einzelfrequenzempfängers

Die Berichterstellung ist hier nicht enthalten, da diese Arbeit

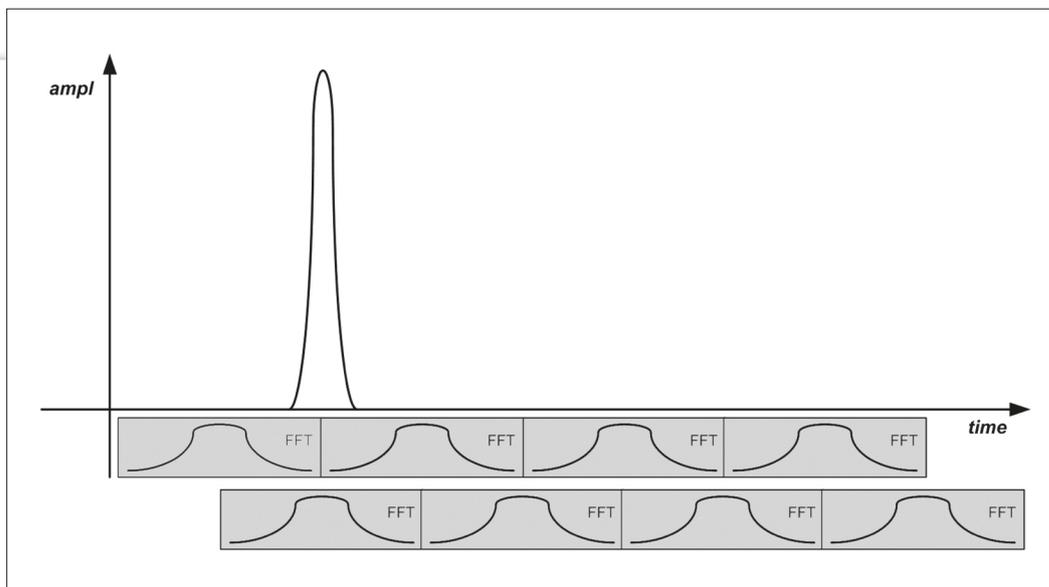


Bild 3: Messungen mit FFTs, die sich im Zeitbereich stark überlappen, erhöhen die Wahrscheinlichkeit von Irritationen bei der Amplitudenmessung

an einem anderen Ort ausgeführt werden kann.

Die Rüst- und Abbauzeiten variieren stark je nach EUT-Typ und können unter einer Stunde liegen, aber auch einen Tag in Anspruch nehmen. Die Antennenbewegungszeit variiert von Hersteller zu Hersteller, beträgt aber normalerweise ~ 5 s für jede Antennenposition. Die Drehteller-Bewegungszeit variiert ebenfalls mit dem Hersteller, entspricht jedoch typischerweise 1 bis 2 U/min. Dafür seien in dieser Diskussion ~ 5 s für jede 15° -Grad-Drehung angenommen. Die Zeit für die Endmessung kann stark variieren, denn sie ist abhängig von der Anzahl der Frequenzen in der „Verdächtigenliste“ und der Höhe

der erforderlichen Verweilzeit bei jeder Frequenz.

Das Scannen im Zeitbereich bietet erhebliche Zeiteinsparungen beim Prescan (der Sammlung von verdächtigen Signalen vor der endgültigen Messung), weil genau während dieses Prozesses der Empfänger das gesamte Messband einstellen muss. Zum Beispiel beim Sammeln verdächtige Häufigkeiten sollte gemäß den in CISPR 16-2-3: 2010, Kapitel 3.1, Abschnitt 7.6.6 für jeweils 15° Drehung des Drehtellers ein Sweep durchgeführt werden, und zwar jeweils für beide Polarisierungen der Empfangsantenne (insgesamt also 48 Empfänger-Scans). Außerdem ist möglicherweise ein Höhen-Scan erforderlich. Für diese Diskussion nehmen wir an,

dass Messungen für jede Polarisation und an jedem Azimut für drei Höhen erfolgen, sodass insgesamt 144 Empfänger-Scans erfolgen müssen.

Time Domain Prescans ersetzen finale Messungen nicht

Das Scannen im Zeitbereich kann auch verwendet werden, um die Scan-Zeiten bei Verwendung von gemäß CISPR-Standard gewichteten Detektoren (Quasi-Peak-, EMI-Avg- und RMS-Avg-Detektoren) zu verkürzen. Die mit diesen Detektoren verbundenen gewichteten Lade- und Entladezeiten führen zwar zu Zeit-Domain-Scans, die langsamer sind als Scans mit einem Peak-Detektor, jedoch sind diese gewichteten Zeit-

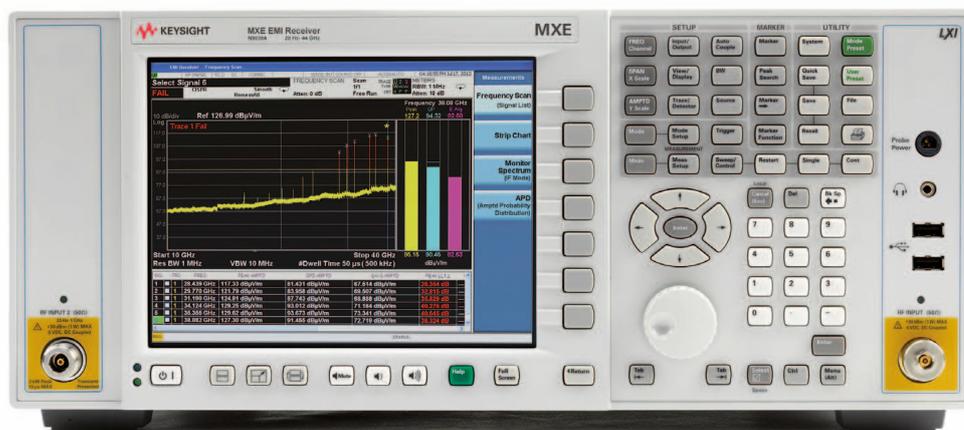


Bild 4: Der EMI-Empfänger N9038A MXE

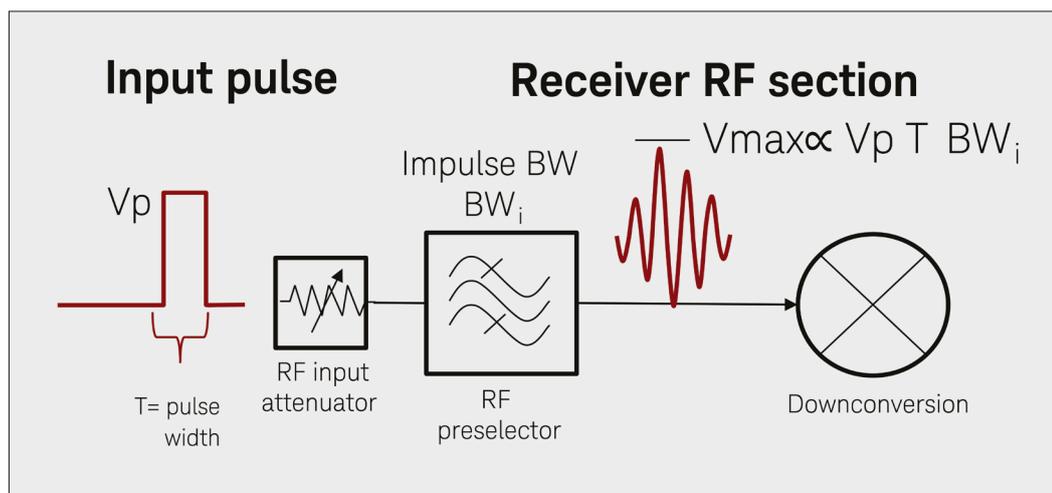


Bild 5: Die Impulsbandbreite des Preselektors begrenzt die Impulseingangsspannung zur Abwärtskonvertierungskette des Empfängers

bereichs-Scans erheblich schneller als gewichtete Frequenzbereichs-Scans. Diese Reduzierung der gewichteten Detektor-Scan-Zeit hat einige Spieler in der Branche zu dem Vorschlag veranlasst, Testeinrichtungen können zusätzliche Einsparungen bei der Testzeit erzielen, indem sie eine schnelle Zeitbereichsgewichtung mit Detektor-Pre-scan-Ergebnissen verwenden anstelle einer endgültigen Messung. Der gewichtete Detektor-Pre-scan wird jedoch lediglich verwendet, um zu bewerten, ob das ungeprüfte Produkt die Emissionsgrenze erreicht und nicht etwa die endgültige Messamplitude. Leider stimmt daher diese Technik nicht mit der von CISPR empfohlenen Messung überein. CISPR 16-2-3: 2010, Kapitel 3.1, Abschnitt 6.5 verlangt, dass die gewichtete Amplitude jedes Endsignals überwacht werden muss, um sicherzustellen, dass es stabil ist. Wenn nicht stabil, dann fordert CISPR, dass die Amplitudenänderung des Signals 15 s lang überwacht wird. Wenn die Variation über diese 15-s-Periode größer als 2 dB ist, dann muss das Signal über einen längeren Zeitraum überwacht werden. Um also gewichtete Detektor-Zeitbereichs-Scan-Werte zu verwenden, um eine Emission bis zu einer Grenzlinie gemäß den CISPR-Anforderungen zu überprüfen, müsste man bei dieser Messung für einen längeren

Zeitraum – 15 s oder länger – verweilen, um sicherzustellen, dass sie den Maximalwert aller Signale im Scan erfasst. Diese Verlängerung der Verweilzeit negiert jegliche Testzeitersparnis mit dieser Methode.

Zur Messung von Emissionen im Bereich von 30 MHz bis 1 GHz wird die „Verdächtigenliste“ durch Prescanning mit einem Spitzendetektor, vier Messpunkten für jede Auflösungsbandbreite (in diesem Beispiel alle 30 kHz für eine CISPR-Auflösungsbandbreite von 120 kHz) und 10 ms Verweilzeit für jeden Punkt erstellt. Im Frequenzbereich führen handelsübliche Empfänger diesen Scan in ungefähr 250 s durch, was zu einem vollständigen Prescan führen würde mit einer Scan-Zeit von ca. zehn Stunden!

Mit dem Zeitbereichs-Scan kann dies beispielsweise der EMI-Empfänger N9038A MXE (Bild 4) in etwa 12 s erledigen, wodurch die gesamte Scan-Zeit auf knapp 30 min reduziert wird – eine erhebliche Zeitersparnis. Beachten Sie, dass in beiden Szenarien der gesamte zugeordnete Drehteller- und die zum Sammeln dieser 144 Scans erforderliche Antennenbewegungszeit ungefähr 12 min beträgt.

Der Zweck von HF- und Mikrowellen-Vorfiltern besteht darin, Breitbandrauschen zu reduzieren und damit die HF-Energie

für den ersten Mischer, wodurch Überlastsituation und Messdynamikbereich verbessert werden. Dies ist besonders wichtig bei der Messung von Impulssignalen (Bild 5). Für einen gegebenen Impuls ist der durch das Filter laufende Pegel proportional zur Amplitude des Impulses (V), zur Dauer des Impulses (T) und zur Impulsbandbreite (BW_i) des Filters:

Pegel $\sim V \times T \times BW_i$

Das Erweitern der Bandbreite eines Vorfilters zwecks Erhöhung der Scan-Geschwindigkeit im Zeitbereich reduziert effektiv den Empfängerüberlastungspegel für Impulssignale. Der Überlastschutz kann durch zusätzliche Eingangsdämpfung wiederhergestellt werden, das geht aber auf Kosten der Messempfindlichkeit. Angesichts dessen ist die Empfindlichkeit ein Schlüsselparameter für EMV-Tests. Hier müssen Systementwickler einen Kompromiss zwischen Empfindlichkeit für zusätzliche Messgeschwindigkeit und Nettozeitersparnis schließen. In vielen Fällen beträgt die Einsparung nur einen geringen Prozentsatz von der Gesamtzeit und kann die Empfindlichkeitsreduzierung nicht rechtfertigen.

Bei der Bewertung eines Empfängers für Ihre Testeinrichtung ist es wichtig, die Kompromisse zwischen Zeitbereichs-Scan-Geschwindigkeit und Überlast-

schutz zu verstehen. Eine effektive Methode zur Bestimmung des relativen Überlastschutzes für Empfänger mit vergleichbarer Verzerrungsspezifikationen – 1 dB-Komprimierungs- und Intercept-Spezifikationen dritter Ordnung sind am kritischsten – ist das Verhältnis der Preselektor-6-dB-Filterbandbreiten bei gegebener Mittenfrequenz. Hierzu berechnet man:

$20 \log$ (breitere BW_{6dB} /schmalere BW_{6dB})

Systementwickler können eine vernünftige Schätzung der zusätzlichen Eingangsdämpfung erhalten, die vom Empfänger mit der größeren Bandbreite benötigt wird, um eine Überlastung bei der Messung großer Impulssignale zu vermeiden.

Auswahl des richtigen Empfängers für Zeitbereichs-Scans

Die Scan-Geschwindigkeit im Zeitbereich hängt von der Empfängerarchitektur ab. Während höhere Geschwindigkeiten erreicht werden können, indem breitere Erfassungsbandbreiten verwendet werden, reduzieren breitere Vorfilterbandbreiten den „impulsiven“ Dynamikbereich des Empfängers, indem sie mehr impulsartige Eingangsenergie zulassen. Diese Verringerung des Überlastungsniveaus kann durch Verwendung einer zusätzlichen Eingangsdämpfung vermindert werden, aber auf Kosten der Messempfindlichkeit.

Der EMI-Empfänger N9038A MXE bietet sowohl einen hervorragenden Überlastschutz als auch eine schnelle Scan-Zeit. Er ist daher eine ausgezeichnete Wahl für jede Compliance-Testeinrichtung. Er bietet ein sehr hohes Maß an Impulsüberlastungsschutz durch die Verwendung von schmalen HF-Vorfiltern (11 fest, 5 abstimbar), die den Bereich von 20 Hz bis 1 GHz abdecken mit Bandbreiten von 300 kHz bis 60 MHz. Oberhalb von 3,6 GHz wird ein YIG-Vorfilter verwendet ◀

EMV – das müssen Sie wissen



Dieser Beitrag beabsichtigt, dem Leser praktische Hintergrundinformationen zu Grundlagen und Bedeutung der EMV zu geben.

Ein wichtiger Aspekt bei der Entwicklung und Implementierung neuer Technologien und Produkte ist die Einhaltung der EMV-Vorschriften und -Stan-

dards für verschiedene Länder. Jeder der Standards definiert die Konformitätsprüfung und die Anforderungen für Produktfamilien in bestimmten Branchen und beschreibt in der Regel, wie diese Produkte getestet werden.

Definitionen:

• **EMC (Electromagnetic Compatibility) = EMV (Elektromagnetische Verträglichkeit)**

Fähigkeit eines Produkts, innerhalb verschiedener Bereiche von elektromagnetischer Umgebung den technischen Daten entsprechend zu arbeiten

• **EMI (Elektromagnetische Interferenz)**

Stärke der elektromagnetischen Emissionen, entweder abgestrahlt oder auf das Produkt wirkend

• **EUT (Equipment Under Test)**

Prüfling

• **CE (Conducted Emissions), leitungsgebundene („geführte“) Emissionen**

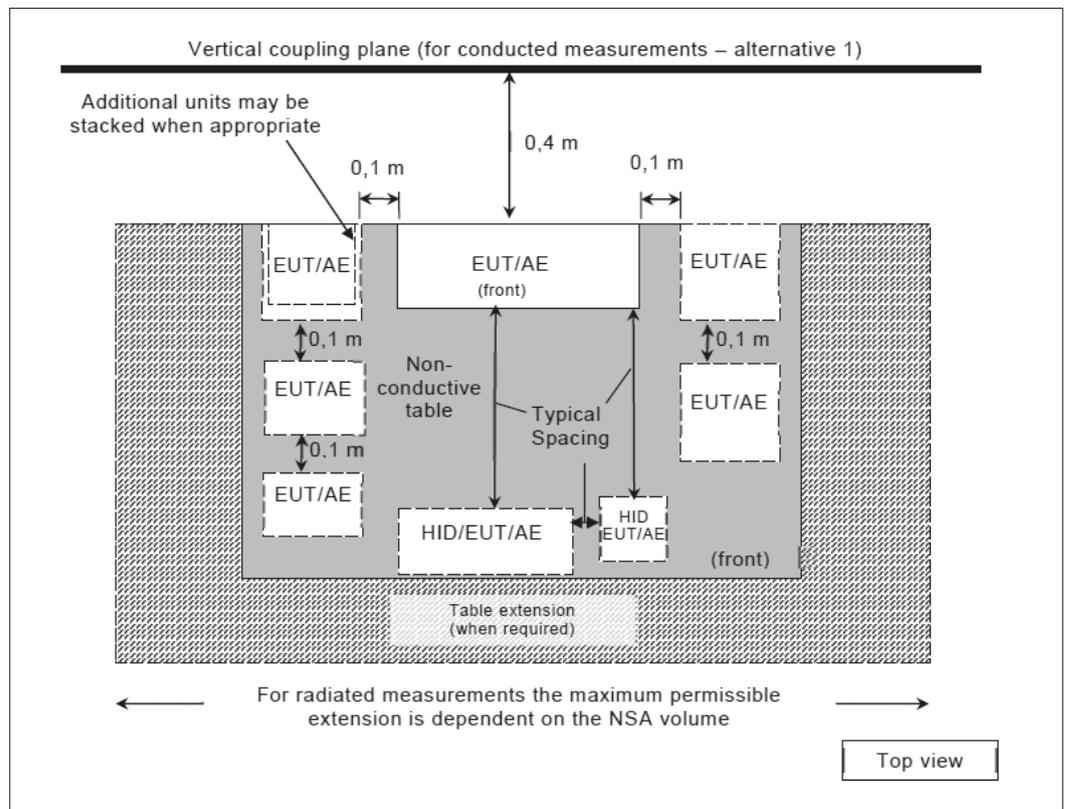
Eine Messung der von einem Produkt emittierten Interferenz, typischerweise gemessen als Spannung ($\text{dB}\mu\text{V}$) oder Strom ($\text{dB}\mu\text{A}$) auf den Eingangsleitungen oder Telekommunikationsanschlüssen, umrechenbar in Leistung, siehe Bild 1

• **RE (Radiated Emissions), Strahlungsemissionen**

Eine Messung der Funkstörungen, die von einem Produkt ausgehen, sowohl vom Gehäuse (oft als Gehäuse-Port bezeichnet) oder von der Verkabelung, ausgedrückt in Volt pro Meter ($\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$) für das elektrische Feld oder in Ampere pro Meter ($\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}$) für das Magnetfeld, siehe Bild 2

• **CS oder CI (Conducted Susceptibility oder Conducted Immunity)**

Die Anwendung eines geführten Testsignals, das häufig über-

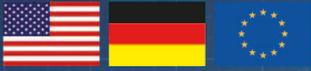


Quelle:
Application Note # 86,
EMC 101, von AR,
www.arworld.us
übersetzt von FS

Bild 1: Einrichtung des CISPR-32-Tests für geführte Emissionen

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

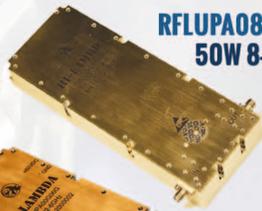


RFLUPA0706GD
30W 0.7-6GHZ

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

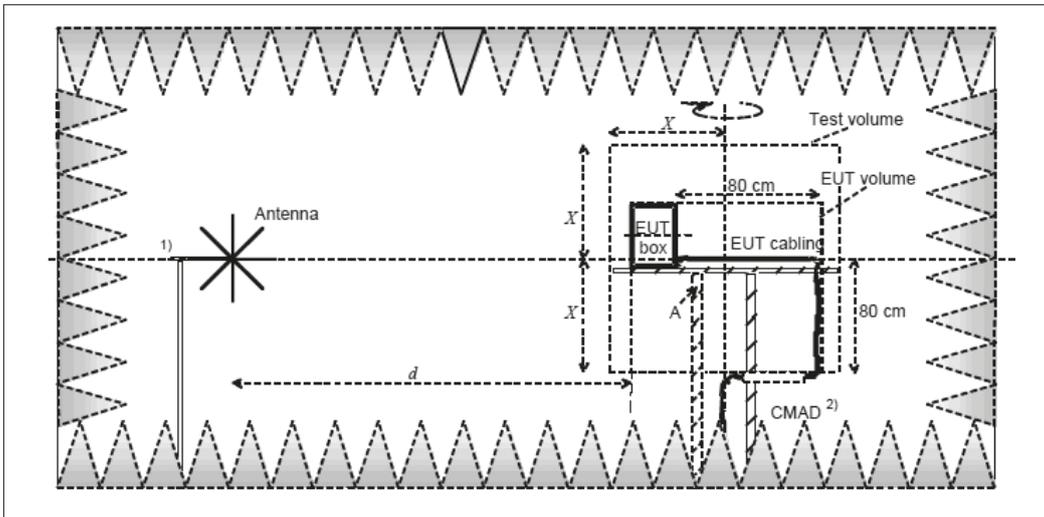


Bild 2: Aufbau des CISPR-Tests für Strahlungsemissionen

tragen wird; Anschließen von Kabeln an das EUT über BCI, CND, EM Clamp oder andere Mittel, um sicherzustellen, dass das EUT während des gesamten Tests akzeptabel funktioniert, siehe Bild 3

• **RS oder RI (Radiated Susceptibility oder Radiated Immunity)**

Strahlungsanfälligkeit oder Strahlungsimmunität: Das Anlegen eines Testsignals über eine Testantenne, um zu beobachten, ob das EUT während der gesamten Anwendung des Tests akzeptabel funktioniert, siehe Bild 4

• **Testmethode**

Der spezifische Test, der durchgeführt wird. Jede Testmethode hat normalerweise einen eigenen Titel, z. B. CS114, RE102 oder IEC 61000-4-6, fällt jedoch in die Kategorien CE, RE, CI oder RI.

• **Teststandard**

Dokument, das die Anforderungen, Konformitätskriterien und Grenzwerte für ein bestimmtes Produkt definiert

Übersicht über die Standards

Die obigen Definitionen von CE, RE, CI und RI beschreiben die vier Arten von Konformitätstests, die für Teile von Ausrüstungen durchgeführt werden. Innerhalb jeder Kategorie gibt es zwei grundlegende Phänomene:

kontinuierliche und vorübergehende (transiente).

Was ist der Unterschied zwischen kontinuierlich und transient in der Welt des EMV-Testens? Kontinuierliche Testverfahren umfassen typischerweise das Testen innerhalb eines definierten Frequenzbereichs (zum Beispiel 150 kHz bis 80 MHz für Immunität und 80 MHz bis 6 GHz für Immunität). Der Zweck der kontinuierlichen Prüfung besteht darin, sicherzustellen, dass ein Gerät oder Produkt wie vorgesehen funktioniert, wenn ein Störsignal in der installierten Version vorhanden ist oder umgekehrt kein kontinuierliches Signal ausgesendet wird, das andere Geräte in der Umgebung stört. Beispielsweise sollte ein Produkt immer weiterfunktionieren,

wenn es sich in der Nähe eines drahtlosen Geräts befindet, sei es ein Bluetooth, WiFi oder RFID-Lesegerät. Transiente Testmethoden umfassen Tests, die Phänomene in der realen Welt simulieren, die nicht immer vorhanden sind, wie z.B. elektrostatische Entladung (Simulation eines elektrostatisch geladenen menschlichen Körpers, der das EUT berührt),

Blitzschlag/Surge (Simulation eines Blitzeinschlags in das Gebäude oder den Standort) und elektrische Transienten (Simulation der Lastumschaltung von Relais). Die durch die transienten Testmethoden definierten Wellenformen sind spezifisch in Anstiegszeit, Dauer, Wiederholungsrate und Quellenimpedanz. Während eines solchen vorüber-

gehenden Tests kann eine Störung oder Fehlfunktion des EUT zulässig sein, vorausgesetzt, es kann in den vorherigen Zustand zurückkehren ohne Benutzereingriff. Die Konformitätskriterien hierfür hängen vom Prüfstandard ab, siehe Bild 5

Was ist der Zweck von EMV-Tests und Compliance?

Erstens gibt es die rechtlichen Fragen. Wenn die gesetzlichen Anforderungen nicht erfüllt sind, kann ein Hersteller das Produkt nicht legal verkaufen. Es können Bußgelder und Gefängnisstrafen für Hersteller und Eigentümer verhängt werden. Zweitens können und werden EMV-Tests potenzielle Konstruktionsfehler innerhalb eines Produkts aufdecken. Dies kann die Notwendigkeit kostspieliger Rückrufe und zu späte Design-Änderungen verhindern.

Was ist der wichtigste Aspekt bei EMV-Tests und Compliance?

EMC ist eine riesige und komplexe weltweite Branche, die regulatorische Anforderungen für unterschiedliche Volkswirtschaften, Dokumentation, Labors, Gerätehersteller, Prüfnormen und Prüfmethode umfasst.

Es gibt einen besonders wichtigen Aspekt im EMV-Bereich: Impedanz oder Systemimpe-

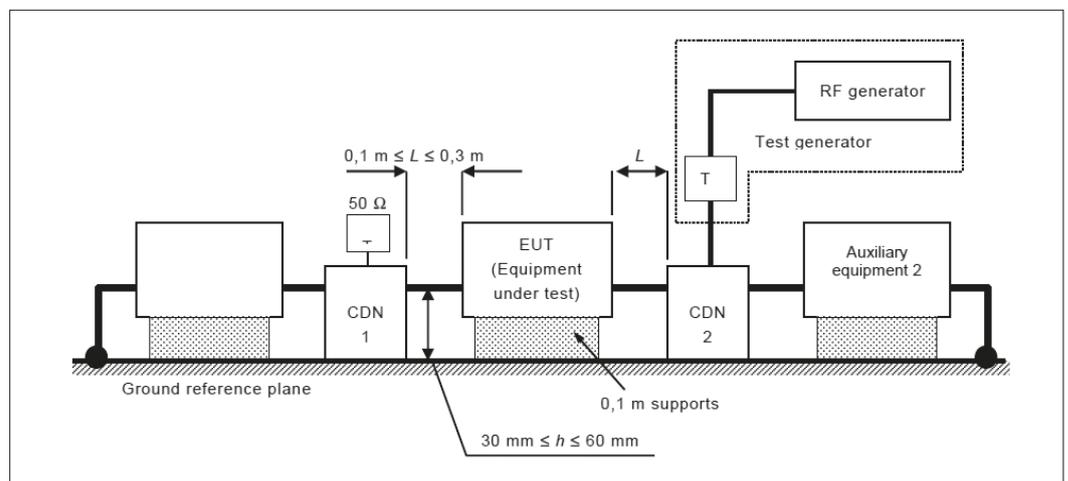
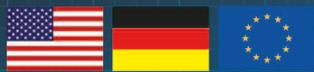


Bild 3: Einrichtung eines Tests für geführte Immunität oder Empfindlichkeit

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



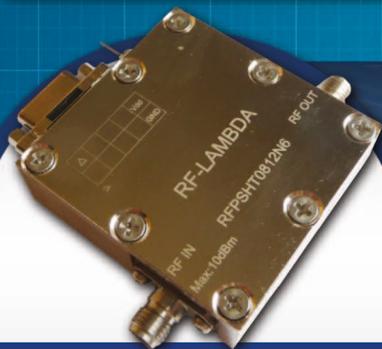
PN: RFSP2TRDC18G
HIGH POWER 10W DC-18GHZ HOT
SWITCHABLE SP2T SWITCH



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

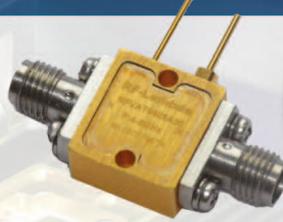
DIGITAL AND VOLTAGE CONTROL ATTENUATORS UP TO 50GHZ



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

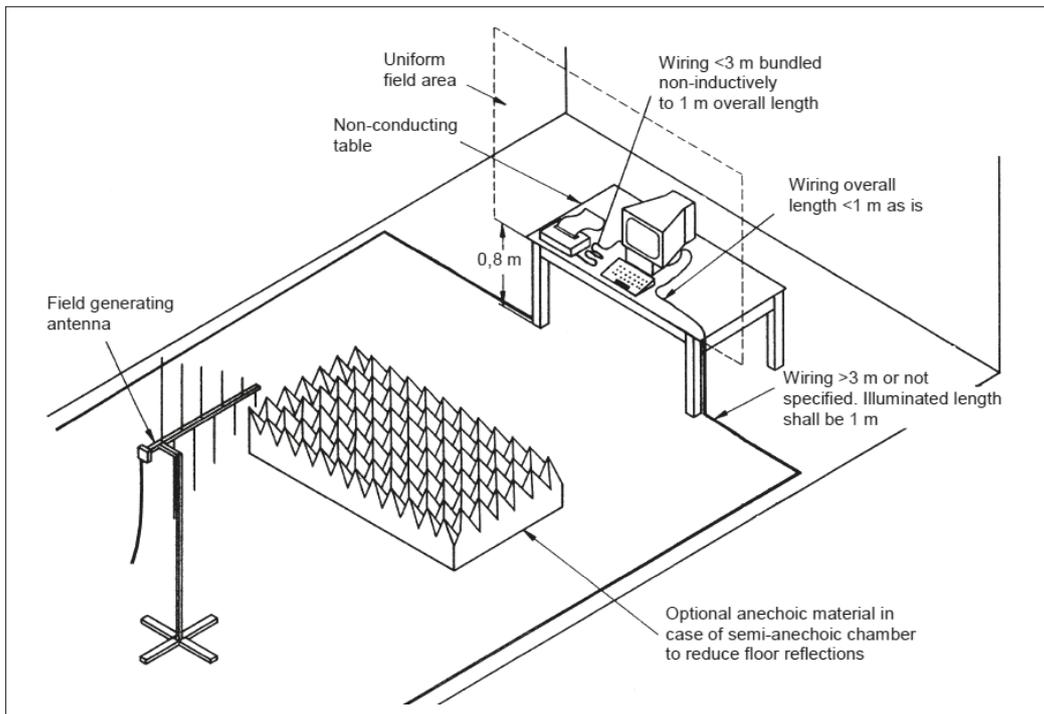


Bild 4: Aufbau des Tests auf Strahlungsimmunität oder Empfindlichkeit

danz. Denn von dieser werden die angelegten Grenzwerte, der Testpegel, die Wellenform und die EUT-Reaktion abgeleitet. Die Impedanz eines Kabels definiert die Menge des HF-Stroms, der an ein EUT übertragen wird, und die Impedanz der Abschirmung des Kabels definiert, wie viel von diesem HF-Strom gegen Masse geleitet wird. Die Impedanz einer Antenne definiert ihre Wirksamkeit als Strahler und die Impedanz einer Erdungsverbindung, sei es eine Abschirmung, ein Erdungsband oder ein Erdungskabel, definiert die Wirksamkeit entweder bei der Abschirmung gegen Emissionen oder bei der Weiterleitung des HF-Stroms zur Erde.

Weiter ist wichtig, wo Sie das Produkt verkaufen wollen. Das Produkt muss die gesetzlichen Anforderungen dort erfüllen, wo es zum Einsatz kommt. In den Vereinigten Staaten ist die FCC die Regierungsbehörde, die Vorschriften durchsetzt, und das Einzige, was die USA regulieren, sind Emissionen. Für die meisten Produkte sind die gesetzlichen Anforderungen in Titel 47 des Bundesregisters unter Teil 15 aufgeführt. Wenn Sie in Europa verkaufen wollen, dann müssen

Sie Tests gemäß der EMV-Richtlinie (2014/30/EU) auf Konformität durchsetzen und dokumentieren. Sie haben ein Produkt, das Sie sowohl in den USA als auch in Europa verkaufen möchten? Dann muss es beiden Anforderungen entsprechen.

Zwei grundsätzliche Testmöglichkeiten

Sie können Ihr Produkt selbst testen oder testen lassen. Ein Prüflabor sollte Ihnen bei der Definition Ihrer Daten helfen können. Die Anforderungen hängen nicht nur davon ab, wo Sie verkaufen möchten, son-

dern auch vom Produkttyp. Die Dienste eines Testlabors können auf verschiedene Arten genutzt werden. Wenn Sie sehen möchten, wie nah Sie an der Einhaltung der Vorgaben sind, buchen Sie einige Evaluierungszeit, um verschiedene Tests durchzuführen, um festzustellen, wo Ihr Produkt steht. Viele Hersteller beginnen mit den strahlenden und geführten Emissionen sowie Methoden zur Prüfung der Immunität gegen Strahlung.

Viele Hersteller entwickeln eigene Prüflabore, um die Testphase des Produkts zu optimieren. Diese Option ermöglicht

es einem Hersteller, auftretende Probleme schnell zu mindern und nicht dem Zeitverzug bei einem Testlabor ausgeliefert zu sein. Je nachdem, für welches Testlabor Sie sich entscheiden oder ob Sie ein firmeneigenes Labor verwenden, gelten einige behördliche Vorschriften. Diese Zulassungsstellen verlangen, dass das Prüflabor nach ISO 17025 akkreditiert ist, bevor die Konformität erklärt werden kann.

Wenn Sie einige Pre-Compliance-Tests durchgeführt haben, etwa auf einer Engineering-Bank mit einer kleinen Menge von EUD, so können Sie sich dann an das Testlabor wenden, um ein Angebot zum Testen des Produkts zu erhalten bei dessen Bereitschaft, Sie das Testprogramm voll mitbeobachten zu lassen. Sobald Sie einen Testtermin haben, sind Sie dann meist fertig.

Fazit

Das Obige gibt eine sehr grundlegende Beschreibung von EMC, was es ist und warum es wichtig ist. Das Endziel ist es, sicherzustellen, dass sich Produkte auf dem Markt nicht gegenseitig stören, also wenig Störungen aussenden und gleichzeitig immun gegen Störungen durch andere Produkte (im Rahmen des Zumutbaren) sind. Die Bilder versuchen, das Geschriebene zu vertiefen und sollten daher vom Leser sorgfältig betrachtet werden. ◀

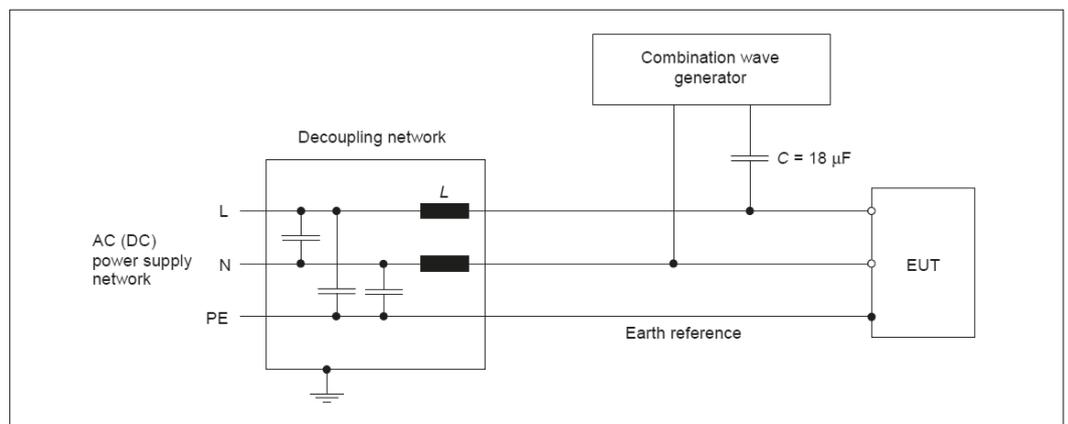


Bild 5: Transiententest gemäß IEC 61000-4-5, Störfestigkeit, Testaufbau

RF-LAMBDA

THE POWER BEYOND EXPECTATIONS



ITAR & ISO9001
Registered Manufacturer
Made in USA



LEADER OF RF BROADBAND SOLUTIONS

ULTRA BROADBAND LOW NOISE AMPLIFIERS

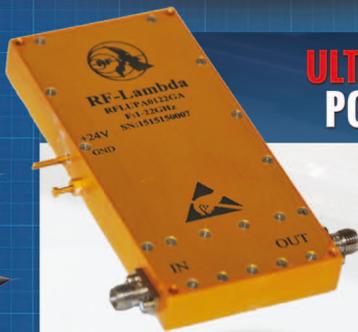


R50G69GSC
(50-69GHZ LNA)

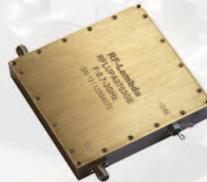


R1NA00M50GA
(0.01-50GHZ LNA)

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



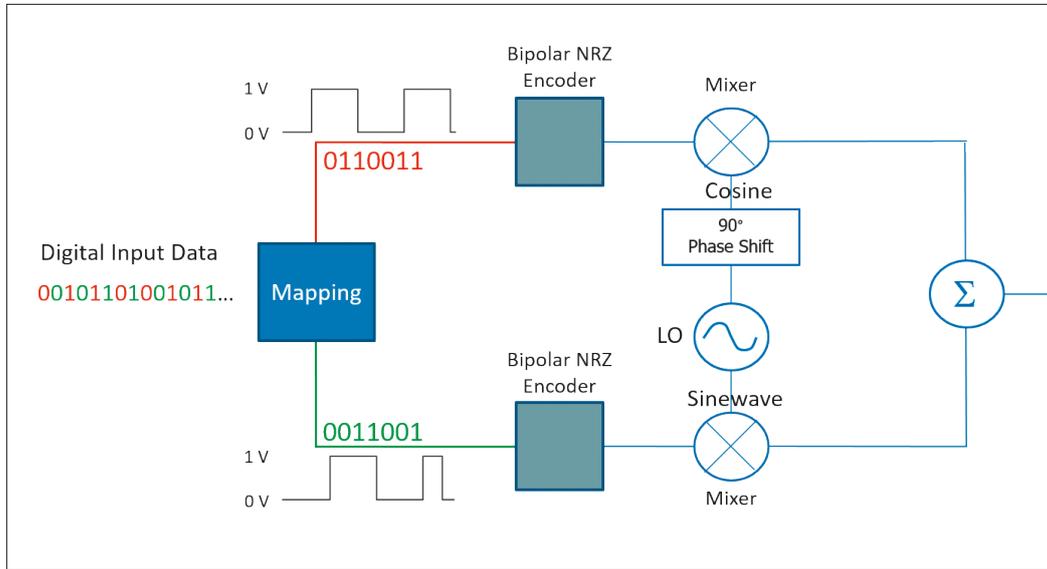
RAMP27G34GA
(27-34GHZ 10W)



RAMP02G06GB
(2-6GHZ 50W)

www.rflambda.com 1-888-976-8880 San Diego, CA, US Ottawa, ONT, Canada
sales@rflambda.com 1-972-767-5998 Carrollton, TX, US Frankfurt, Germany

Die passenden HF-Messgeräte zum Lösen des Entwicklungspuzzles



Graphik 1: Prinzipieller Aufbau eines komplexen IQ-Modulators

eine hohe Zuverlässigkeit oder die Möglichkeit, Milliarden von einzelnen Teilnehmern integrieren zu können. Hier kann die neue Mobilfunkgeneration 5G mit den Releases 15 bis 17 Lösungen bieten, aber auch alte Standards müssen weiterhin unterstützt werden, da die Geräte auch in Regionen arbeiten müssen in denen die neuen Standards noch fehlen.

Für die Entwicklungsingenieure von heute bedeutet dies, dass weitere neue Puzzle-Teile, wie Antennen, HF-Verstärker, Modulatoren, Lokalszillatoren etc., hinzukommen und in neuen Projekten integriert werden müssen.

Inzwischen wird kaum ein Gerät ohne eine funkbasierte Kommunikations- oder Steuerschnittstelle zum Verkauf angeboten. Die Komponentenhersteller haben darauf reagiert und bietet fertige Kommunikationsmodule zur einfachen Integration an. Allerdings kann auch hier noch viel schiefgehen, z.B. kann eine DC-Spannungsversorgung mit zu großer Welligkeit zu einer Erhöhung der Nachbarkanalstörungen beim HF-Signal führen.

Die Schlagworte Digitalisierung, Autonomes Fahren, Smart X mit X als Platzhalter für Industrie, Stadt oder Heim sind in vielen Medien zu finden und werden dort auch kritisch diskutiert.

Aus technologischer Sicht haben alle einen gemeinsamen Nenner – die Verbindung und Kommunikation zwischen allen Objekten.

Die Vernetzung per Funk hat gegenüber der kabelgebundenen Vernetzung viele Vorteile. Der wichtigste Vorteil ist die Flexibilität. Ohne die Notwendigkeit, neue Kabel verlegen zu müssen, können neue „Teilnehmer“

relativ einfach hinzugefügt bzw. Netzwerke ausgebaut werden und zusätzlich sind die vernetzten Objekte mobil.

Puzzle-Teile für die Technik von Morgen

Mit neuen Anwendungen entstehen neue Anforderungen, wie kurze Latenzzeiten und



Autor:
Thomas Rottach
Sales & Marketing Manager

Siglent Technologies
www.siglenteu.com

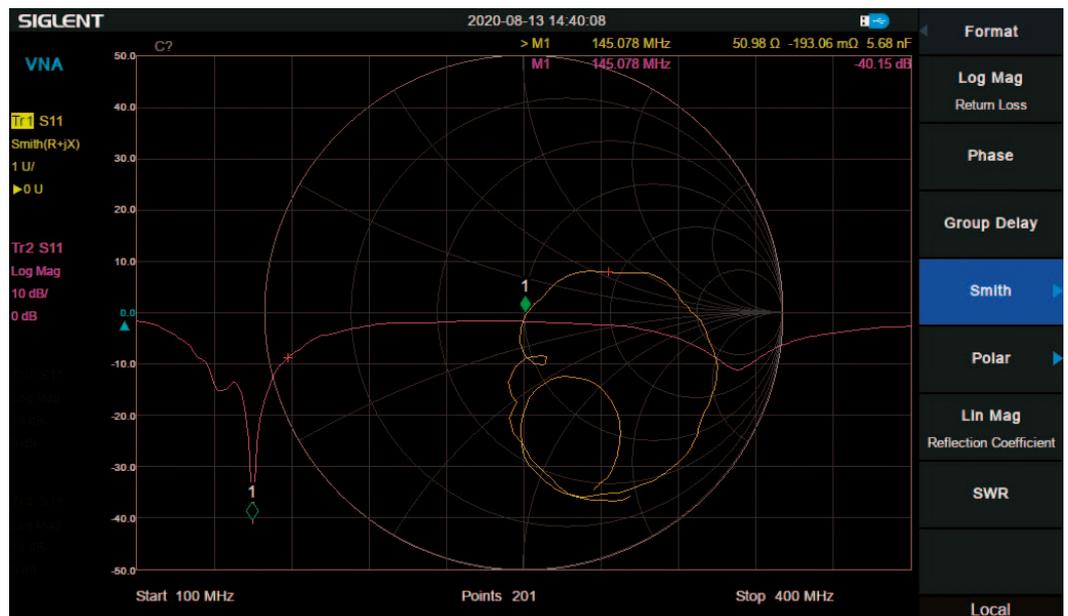


Bild 1: Auf 145,1 MHz (2-m-Band) getunte Antenne. Die Darstellung zeigt S11 im Smith-Diagramm

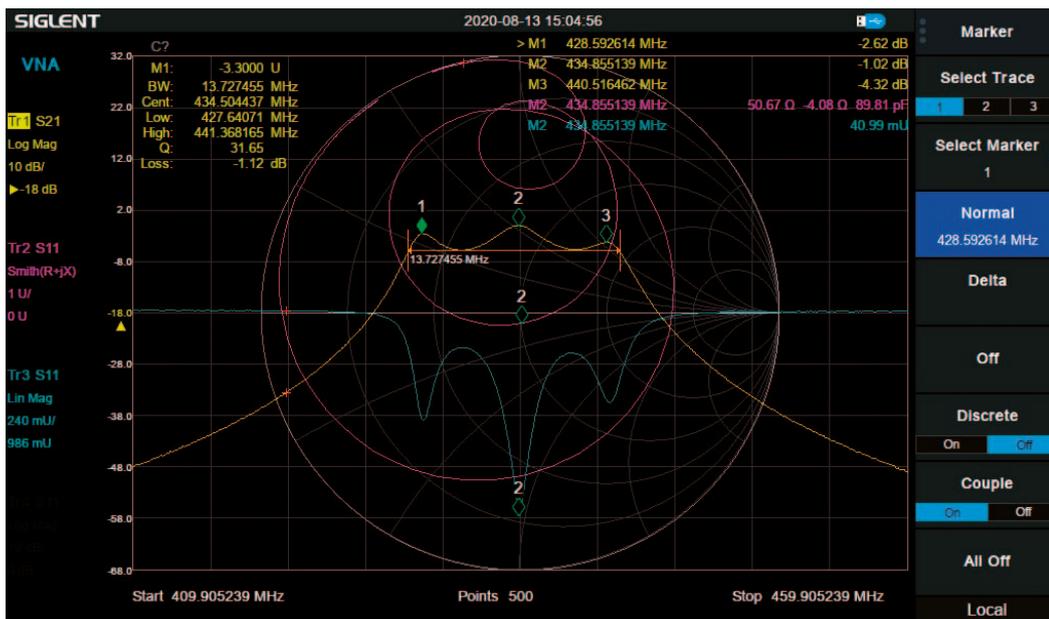


Bild 2: Auf 434 MHz (70-cm-Band) eingestelltes Dreikreisfilter

Es ist auch zu beachten, dass die Integration eines Funkmoduls Auswirkungen auf den EMV-Testplan und die zu vermessenden Frequenzbereiche haben kann.

Um spätere Schwierigkeiten zu vermeiden, muss also das Design messtechnisch verifiziert werden. Die klassischen Aufgaben, wie Optimierung und Zulassung, erfordern ebenfalls die passende Messtechnik. Diese ist ebenfalls ein wichtiges Puzzle-Stück, das bei der Lösung der Aufgabe benötigt wird.

Für den Bereich „HF-Entwicklung“ hat Siglent im laufenden Jahr eine Reihe von neuen Produkten vorgestellt. Zum einen handelt es sich um Erweiterungen von bestehenden Serien, zum anderen wurden auch komplett neue Serien auf den Markt gebracht. Damit steht nun ein durchgängiges Angebot an HF-Messtechnik zur Verfügung und es können eine Vielzahl von Anwendungen adressiert werden. Im Folgenden werden einige Anwendungen beispielhaft dargestellt.

Antennenanpassung und Filtertuning

Die Antenne kann als eine Art Transformer gesehen werden, denn sie wandelt leitungsgebun-

dene Signale in Freifeldwellen um. Für eine möglichst optimale Übertragung ist daher eine gute Anpassung an die Leitungsimpedanz (50 Ohm) im Send- und Empfangsbereich notwendig. Üblicherweise wird für diese Anpassungsarbeit ein Vektor-Netzwerkanalysator (VNA) eingesetzt. Typischerweise ist hier aber die Einstiegshürde (Preis) sehr hoch.

Die Analysator-Serie SVA1000X stellt eine gute Alternative dar.

Es handelt sich um ein Hybridgerät aus Spektrumanalysator und VNA und dieses deckt einen Frequenzbereich bis 7,5 GHz ab.

Die integrierte VNA-Funktionalität ermöglicht die zur Antennenanpassung notwendige Messung von S11 mit Darstellung im Smith Chart. Bild 1 zeigt eine auf 145,1 MHz (2-m-Band) getunte Antenne. Die Darstellung zeigt S11 im Smith Chart und in linearer Darstellung die reflektierte Leistung. Der Marker zeigt hier

die Stelle der besten Anpassung an 50 Ohm.

Nicht immer hat man aber die Möglichkeit, die Antenne selbst zu tunen und es ist oft notwendig, dass die Anpassung durch Einfügen eines entsprechenden Anpassungsnetzwerks erreicht werden muss. Das Smith-Diagramm bietet eine gute Möglichkeit, um Anpassungsnetzwerke graphisch zu entwickeln.

Das Ziel „Anpassung an 50 Ohm“ gilt auch für HF-Verstärker. Bei einem optimal angepassten Verstärker entstehen am Eingang keine Reflektionen und es wird die gesamte Eingangsleistung aufgenommen und verstärkt. Bei batteriebetriebenen Geräten ist es besonders wichtig, dass keine Leistung verloren geht und alles im optimalen Bereich läuft.

Der SVA1000X kann ebenfalls hervorragend zum Entwickeln und Tunen von Filtern eingesetzt werden. Neben S11 lässt sich auch S21 messen. Mit der Messung von S21 kann die Bandbreite, die Einfügedämpfung, die Welligkeit, die Sperrdämpfung oder auch das Phasenverhalten und die Gruppenlaufzeit bestimmt und in verschiedenen Formaten dargestellt werden. Bild 2 zeigt ein auf 434 MHz



Bild 3: Es ist möglich, dass der Verstärker im nichtlinearen Bereich betrieben wird. Das Bild zeigt diesen Effekt. Das eingespeiste Signal ist ein 64-QAM-modulierter Träger bei 2,4 GHz

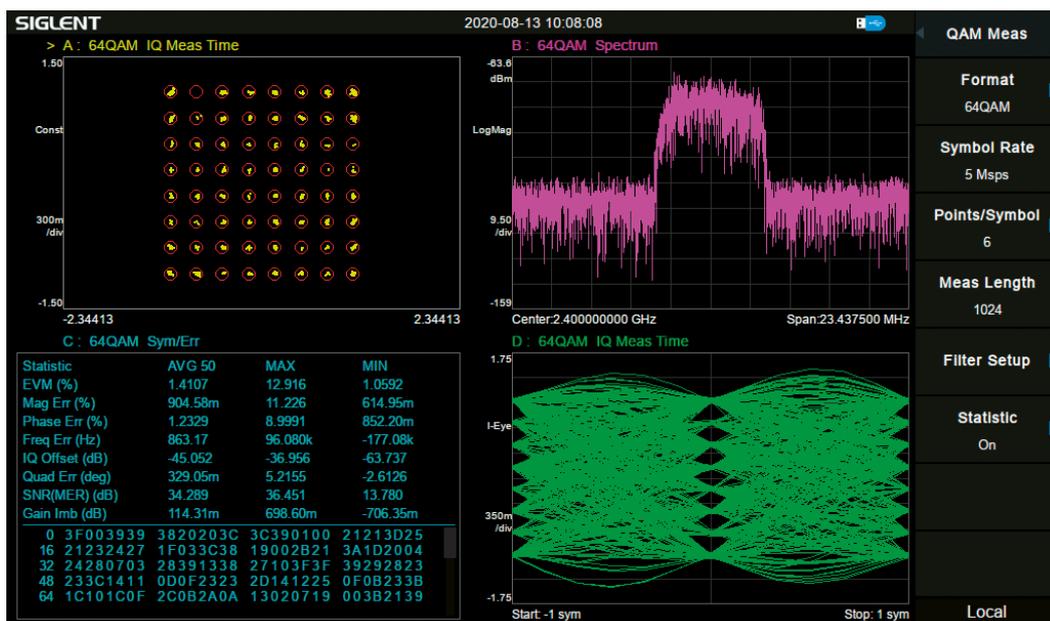


Bild 4: Darstellung der Vektorsignalanalyse (64-QAM-Signal)

(70-cm-Band) eingestelltes Dreiecksfilter.

Sender und Empfänger-messungen

Hinter bzw. vor der Antenne, der Bandfilterung und HF-Verstärkern findet man im Signalpfad die Empfänger bzw. Senderschaltung. Der Modulator oder Demodulator sind hier die zentralen Elemente. Die meisten heute verwendeten Übertragungsverfahren arbeiten mit komplexen Modulationen. Der Hauptgrund ist, dass damit mehr Daten pro belegtem Spektrum übertragen werden können. Die Graphik 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines komplexen IQ-Modulators.

Auch wenn kaum jemand mehr Modulatoren diskret aufbaut, bleibt immer noch die Notwendigkeit der Verifikation und Funktionsüberprüfung mittels Messtechnik. Hierzu wird mindestens ein HF-Generator mit IQ-Modulation, ein Basisband-Signalgenerator und ein Signalanalysator benötigt. Die neue HF-Generator-Serie SSG5000X-V liefert CW-Signale mit niedrigem Phasenrauschen, komplex modulierte Signale bis 6 GHz mit einer Modulationsbandbreite von bis zu 150 MHz als auch Basisbandsignale.

Damit kann der Generator während der Entwicklungsphase der Senderseite sowohl als Lokaloszillator als auch als Basisbandgenerator verwendet werden. Mit den externen I- und Q-Basisbandeingängen können IQ-Rohdaten direkt aus dem DSP des Entwicklungsprojektes in den SSG5000X-V eingespeist und auf die gewünschte Frequenz moduliert werden. Zusammen mit einem Signalanalysator lässt sich so unabhängig vom Stand des HF-Teilprojektes bereits frühzeitig die Richtigkeit der Digitalsignale verifizieren. Bei der Entwicklung des Empfängers kann der SSG5000X-V standardkonforme Signale liefern. Durch Auswertung der demodulierten Daten kann die richtige Funktionsweise verifiziert werden.

Verifikation und Optimierung des Designs

Bevor nun das Entwicklungsprojekt abgeschlossen werden kann, muss das System auf Einhaltung der standardisierten Vorgaben überprüft werden. Stimmt die Sendefrequenz und die Sendeleistung? Entspricht die Bandbreite des modulierten Signals der Standardisierung? Gibt es Störungen in den Nachbarkanälen? Wenn ja, wie hoch sind diese und entspricht das noch

dem Erlaubten? Und vor allem, wo kommen diese her?

Die Spektrumanalysator-Serie SSA3000X Plus bietet optional eine erweiterte Sammlung von Messungen. Darin integriert ist automatisierte Ermittlung der belegten Bandbreite (Occupied BW), der Kanalleistung (Channel Power) und die Messung der Nachbarkanalleistung (ACPR). Damit können viele der oben gestellten Fragen beantwortet werden.

Die Beantwortung der Frage, wo z.B. eine erhöhte Nachbarkanalleistung entsteht, erfordert Erfahrung und weitere Messungen u.a. auch im Zeitbereich mithilfe eines Oszilloskops. In der Einleitung bereits erwähnt, kann eine „schlechte“ DC-Spannungsversorgung ein Grund für ein schlechtes ACPR sein. Es ist aber auch möglich, dass der Verstärker im nichtlinearen Bereich betrieben wird. Bild 3 zeigt diesen Effekt. Das eingespeiste Signal ist ein 64-QAM-modulierter Träger bei 2,4 GHz. Die gelbe Kurve zeigt die ACPR-Messung bei Betrieb im linearen Bereich des Verstärkers. Durch den Betrieb im nichtlinearen Bereich entstehen Modulationsprodukte welche die Nachbarkanäle stören. Die lila Kurve zeigt diese Veränderung.

Die Optimierung und Fehlersuche sind neben den „Compliance-Messungen“ die Hauptaufgaben beim Lösen des Entwicklungspuzzles. Zusätzlich müssen hierzu noch Messungen zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit des Systems durchgeführt werden. Wird z.B., wie oben erwähnt, der Verstärker im nichtlinearen Bereich betrieben, wirkt sich das auch auf die Qualität der modulierte Signale aus und kann dazu führen, dass der Empfänger die Daten nicht mehr richtig decodieren kann.

Messtechnisch lässt sich die Modulationsqualität durch die Bestimmung der Fehlervektorbetrags (EVM) ermitteln. Mit den SSA3000X Plus, SVA1000X oder den Realtime-Spektrumanalysatoren SSA3000X-R (ausgestattet mit der Vektorsignalanalyse) können die Messungen des EVM sowie die Decodierung der empfangenen Daten erfolgen.

Bild 4 zeigt die Darstellung der Vektorsignalanalyse. Es wurde ein 64-QAM-Signal mit dem SSG5000X-V generiert, extern verstärkt und mittels Antennen zum SSA3000X plus Spektrumanalysator übertragen. Es ist gut zu sehen, dass das Signal stark und nicht verzerrt empfangen werden kann. Der EVM Wert liegt bei 1 %, die „Augen“ des Signals in der Zeitbereichsansicht sind geöffnet und die Konstellationspunkte liegen gut in der Mitte des Sollbereichs.

Weitere Schritte auf dem Weg zum leistungsstarken und funktionsfähigen Produkt sind die Bestimmung der Empfindlichkeit, d.h., bis zu welchem minimalen Signalpegel der Empfänger arbeitet oder die Intermodulations- bzw. Blockingtests. Dies sind wichtige leistungsbestimmende Messungen, welche zum einen die Expertise des Entwicklers und Messtechnikers und zum anderen eine flexibel einsetzbare Messtechnik benötigen.

EMV-Pre-Compliance

Als letztes, aber nicht minder wichtiges Puzzle-Teil sollen hier die vorbereitenden Messungen zur EMV-Zulassung



Bild 5: Messung im EMI-Modus des SSA3000X-R, s. Text

genannt sein. Dieser Teil kann ein gesamtes Projekt zum Scheitern bringen oder zumindest für größere Verzögerungen und höhere Kosten sorgen.

Grundsätzlich ist es wichtig, die EMV von Anfang an im Blick zu haben und schon während der ersten Planungsphase entsprechende Maßnahmen zu integrieren. Es ist auch ratsam, bereits während der Entwicklung immer wieder Messungen durchzuführen, um auch frühzeitig noch reagieren zu können.

Hierfür ist kein teurer EMV-Empfänger notwendig. Ein Spektrumanalysator wie der SSA3000X Plus und ein grundlegendes Verständnis von EMV Messungen sind hier schon genug. Bei Vormessungen ist es wichtig, darauf zu achten, dass bei jeder Messung immer die gleichen Voraussetzungen erfüllt sind. Nur dann ist es möglich Veränderungen festzustellen.

Oft werden Messungen mit Nahfeldsonden durchgeführt und es wird weder auf einen gleichbleibenden Abstand noch auf die Orientierung der Sonde geachtet. Hier hilft z.B. ein Oszilloskop-Tastkopfhalter.

TEM-Zellen sind ebenfalls eine sehr gute Möglichkeit, um reproduzierbare Voraussetzungen zu

gewährleisten. Der Schlüssel für aussagekräftigen Pre-Compliance-Messungen ist, dass der Messaufbau und die Differenz zur zertifizierten Zulassungsmessung bekannt sind.

Die Serien SSA3000X, SSA3000X Plus, SVA1000X sowie auch die Realtime-Spektrumanalysatoren verfügen optional über ein EMI-Optionspaket mit EMI-Filtern und Quasi-Peak-Detektor.

Im Bild 5 ist eine Messung im EMI-Modus des SSA3000X-R dargestellt. Es sind drei Kurven zu sehen. Jede Messkurve zeigt die Ergebnisse mit unterschiedlichen Detektoren (Peak/Quasi-Peak und EMI-Average) Im Gerät können frequenzabhängige Dämpfungswerte, welche von Kabeln, Netznachbildung oder Transientenlimitern kommen, hinterlegt und bei der Messung berücksichtigt werden. Zusätzlich sind viele Standardlimits (EN550...) hinterlegt, welche, wie im Bild zu sehen ist, eingeblendet und getestet werden können.

Der Einsatz von Realtime-Analysatoren für EMV-Vormessungen und zur Fehlersuche hat den entscheidenden Vorteil, dass auch selten auftretende Störungen ohne lange Messdauer entdeckt werden können. Dies

beschleunigt den Verifikationsprozess. Aus der Spektrogrammansicht kann zusätzlich die Information der Wiederholfrequenz entnommen werden. Diese hilft häufig beim Eingrenzen der Fehlerursache bzw. beim Auffinden der Quelle. Besonders beim Debuggen von Spannungsversorgungen unter verschiedenen Lastzuständen ist die Realtime-Analyse der EMV von Vorteil.

Mit 40 MHz Echtzeitmessbandbreite kann der komplette Messbereich der leitungsgebundenen EMV-Messungen (150 kHz bis 30 MHz) in einem „Rutsch“ gemessen dargestellt werden. Zusammen mit max. Hold geht kein Peak verloren und damit ist es möglich, den Worst-Case zu finden, siehe Bild 6.

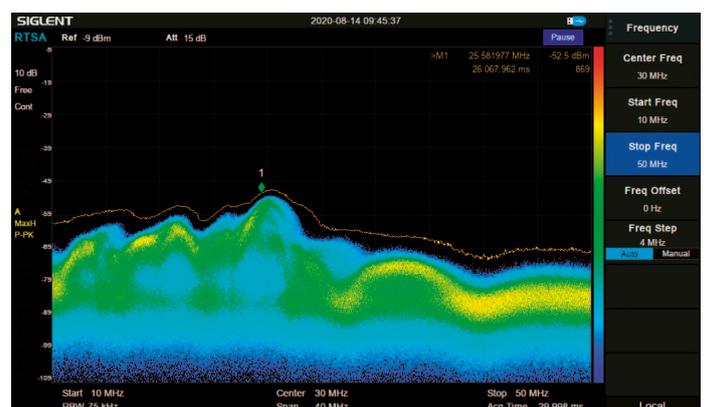


Bild 6: EMV-Messungen (150 kHz bis 30 MHz) in einem „Rutsch“, s. Text

Im Rahmen der EMV-Zulassung wird ebenfalls die Widerstandsfähigkeit des Testobjekts gegenüber Einstrahlung untersucht. Auch diese Messungen können mit einer TEM-Zelle in Kombination mit einer HF-Generator wie dem SSG5000X vorab durchgeführt werden. Die hohe Ausgangsleistung des Generators von bis zu 25 dBm und die kompakten Ausmaße der TEM-Zelle ermöglichen auch ohne Verstärker relevante Feldstärken.

Fazit

Die Integration von Konnektivität bringt viele zusätzliche Aufgaben und Herausforderungen mit sich. Den erfahrenen HF-Entwickler beeindruckt das wenig, doch für viele Entwickler, die z.B. das Puzzle-Stück „WiFi-Kommunikation“ in ihr analoges oder digitales Design integrieren müssen, gibt es viel Neues zu bedenken und zu lernen. Ferner fehlen auch oft die Verfügbarkeit und die Erfahrung im Umgang mit HF-Messtechnik.

Egal ob Einsteiger oder Profi – für ein erfolgreiches Entwicklungsprojekt ist zuverlässiges und flexibles Mess-Equipment zur Lösung der Messaufgaben notwendig. Das kürzlich erweiterte Siglent-HF-Portfolio mit Spektrum-, Realtime- und Vektor-Netzwerkanalysatoren sowie den Vektor-Signalgeneratoren bietet die passende Puzzle-Teile zur Unterstützung beim Lösen des Entwicklungs-Puzzles. ◀

Netzwerkanalysatoren mit leistungsstarken Signalgeneratoren



Keysight Technologies hat seine leistungsstarken Netzwerkanalysatoren (PNA und PNA-X) verbessert, um eine größere Flexibilität und Genauigkeit zu bieten und gleichzeitig die erforderlichen Messungen zu beschleunigen und zu vereinfachen.

Netzwerkanalysatoren sind unverzichtbare Messgeräte in der Hochfrequenz- und Mikrowellenindustrie. Sie bieten Mess-

möglichkeiten zur Charakterisierung einer breiten Auswahl von Bauteilen, Komponenten und Systemen. Messungen für aktive Bauteile, einschließlich Rauschzahl, Verstärkungskompression und IMD, können jedoch komplex sein, insbesondere bei modernen Hochfrequenz-Bauteilen.

Die verbesserten PNA- und PNA-X-Netzwerkanalysatoren

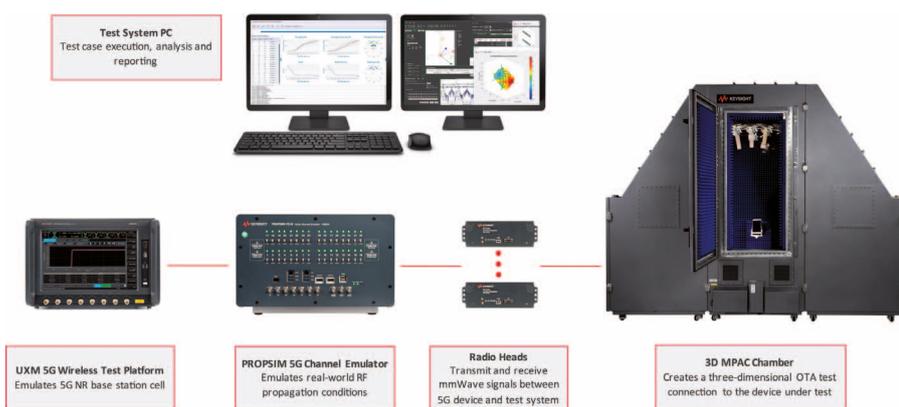
von Keysight enthalten eine proprietäre, störungsarme DDS-Quelle (Direct Digital Synthesis), die es den Kunden ermöglicht, genaue Messungen mit weniger Störungen durch Phasenrauschen durchzuführen. Mit den saubereren Quellsignalen können Anwender Zweiton-IMD-Messungen mit engen Tonabständen durchführen, die bisher nur mit leistungsstarken analogen Signalgeneratoren möglich waren. Die neuen DDS-Quellen verbessern auch die Leistung einer Vielzahl von Software-Anwendungen, einschließlich Modulationsverzerrung, SMC mit Phase und I/Q-Konverter-Messungen, um eine außergewöhnliche Geschwindigkeit bei der Charakterisierung von Mischern/Frequenzkonvertern zu erreichen. Durch die Bereitstellung einer dritten HF-Quelle bis 13,5 GHz beim PNA-X wird der Messaufbau vereinfacht, da ein externer Signalgenerator zur

Ansteuerung lokaler Oszillatoren eingespart wird. Keysights PNA (hochleistungsfähiger, kostengünstiger Netzwerkanalysator) und PNA-X (integrierte und flexible Mikrowellen-Test-Engine mit Anschluss zur Messung aktiver Bauteile) bieten die folgenden Vorteile:

- vereinfachte Prüfstände durch das Ersetzen von Racks und mehreren Geräten
- verkürzte Testzeit bei einer Vielzahl von Messanwendungen mit einzelnen Anschlüssen
- genaue lineare und nichtlineare Bauteilcharakterisierung mit fortschrittlicher Fehlerkorrektur
- beschleunigte Einblicke in das Komponentenverhalten mithilfe eines Multi-Touch-Displays und einer intuitiven Benutzeroberfläche

■ *Keysight Technologies*
www.keysight.com

Testlösung optimiert Leistung von 5G-Geräten mit MIMO-Technologie



Keysight Technologies hat eine neue Testlösung auf den Markt gebracht, die die Leistung von 5G-Geräten optimiert, die MIMO und Massive-MIMO-Technologie verwenden. Das Advanced Performance Test Toolset S8708A von Keysight ermöglicht es einem Ökosystem aus vierundachtzig Anbietern von 5G-Geräten, die Leistung der Geräte unter genauen und realistischen Bedingungen mit 3D-Fading- und Mobi-

litäts-Szenarien zu validieren. Das neue Toolset von Keysight umfasst den PROPSIM FS16- oder F64-Kanal-Emulator des Unternehmens, die UXM 5G Wireless Testplattform sowie 3D OTA-Multisonden-Absorberkammern und unterstützt die von 3GPP spezifizierten Testfälle für MIMO-Over-the-Air- (OTA-) Tests im Studienobjekt (TR38.827), zu denen auch Beiträge von Keysight gehören. Keysights Advanced

Performance Test Toolset, Teil der Testlösungen des Unternehmens für 5G-Geräte, verwendet gängige Protokollierungs-, Analyse- und Kanalmodellierungstools, um das Testen über den gesamten Workflow in MIMO-OTA-Testumgebungen zu beschleunigen, ermöglicht es Chipsatz- und Geräteherstellern sowie Testhäusern und Mobilfunkbetreibern, das Beam-Management, die MIMO-Antennenleistung und den maximalen Datendurchsatz eines 5G-Geräts über verschiedene Massive-MIMO-Konfigurationen und 3D-Spezial-Fading-Bedingungen hinweg zu validieren. Es ermöglicht Nutzern den Zugriff auf geometrische Kanalmodelle mit hochleistungsfähigen Fading-Optionen sowie auf von 3GPP spezifizierte Testfälle für FR1 und FR2 und die Leistung eines Geräts zu verifizieren, indem das Design in einer 3D-OTA-Testumgebung mit Multi-beam-Technologie und mehreren Ankunfts-winkeln (AoA) geprüft wird, um genaue und realistische Bedingungen zu schaffen.

■ *Keysight Technologies*
www.keysight.com

Latenzmessungen im Nanosekundenbereich für Automotive-Ethernet



Durch die Radar-, Lidar- und Kamerasensoren, die heute in Fahrzeugen verbaut werden, gewinnt die Zeitsensitivität der Netzwerke enorm an Bedeutung, da riesige Mengen an Sensordaten innerhalb weniger Millisekunden übertragen und verarbeitet werden müssen. Der Messtechnikexperte Rohde & Schwarz und TSN Systems, Experte für zeitsensitive Netzwerke, haben in erfolgreicher Zusammenarbeit präzise Zeitmessungen an Fahrzeugnetzwerken auf Basis von Automotive Ethernet 100BASE-T1 durchgeführt.

Fortgeschrittene Fahrerassistenzsysteme (ADAS) setzen Datenverbindungen mit hoher Bandbreite und geringer Latenz voraus. Automotive-Ethernet entwickelt sich zur De-facto-Kommunikationslösung, die diesen Anforderungen dank hoher Datenraten und Zeitsensitivität gerecht wird.

Rohde & Schwarz und TSN Systems bieten jetzt gemeinsam eine Testlösung für Prüfengeure an, die präzise Zeitmessungen an In-Vehicle-Netzwerken mit Nanosekunden-Genauigkeit für die Schichten 1 bis 3 durchführen müssen. Rohde & Schwarz liefert eine maßgeschneiderte Oszilloskoplösung auf Basis des R&S RTO,

während TSN Systems das Hardware-Interface zum Netzwerk, TSN Box, sowie eine Mess- und Analyse-Software, TSN Tools, beisteuert. Den Testaufbau überwacht eine Automotive-Ethernet-100BASE-T1-Kommunikationsverbindung, bei der die TSN Box 3.0 als Talker, Listener und TAP fungiert. Im TAP-Modus liefert die TSN Box 3.0 Informationen an einen PC mit TSN Tools auf Basis der Schichten 2 und 3. Der TAP führt eine 2x PHY-Verzögerung für 100BASE-T1 von etwa $1,5 \mu\text{s} \pm 10 \text{ ns}$ ein. Zusammen mit der Option R&S RTx-K35 (Bus Measurements Statistics) misst und verifiziert das R&S RTO diese Zeitgenauigkeit auf der Bitübertragungsschicht des Automotive-Ethernet-Signals (Schicht 1). Die ermittelte mittlere Zeitverzögerung beträgt dabei exakt $1,5 \mu\text{s}$ bei einer maximalen Abweichung von $\pm 10,2 \text{ ns}$. Der von der TSN Box 3.0 erzeugte Qvb-Traffic (IEEE802.1) hat eine Zykluszeit von $500 \mu\text{s}$, woraus sich ein Jitter zwischen 8 und 20 ns ergibt, der sowohl durch TSN Tools als auch das R&S RTO verifiziert wird.

Die Kombination aus TSN Tools and TSN Box bietet umfassende Funktionen zur Validierung und zum Testen von zeitsensitiven Automotive-Ethernet-Netzwer-

ken. Während es sich bei den TSN Tools um eine PC-basierte Analyse-Software für die Visualisierung und Analyse handelt, dient TSN Box als präzise Schnittstelle zur Kommunikationsverbindung. Je nach Konfiguration fungiert die Box als generischer TSN Talker/Listener mit Präzision im Nanosekundenbereich. Das TAP-Gerät synchronisiert sich transparent mit dem gPTP-Master im Netzwerk.

Die R&S RTx-K35 Softwareoption für das R&S RTO unterstützt Latenzmessungen mit hoher Präzision, beispielsweise die Überwachung der Kommunikation zwischen zwei Geräten über einen langen Zeitraum, und stellt Statistiken zu Fehlerraten sowie den Frame-Zeiten in den Paketen bereit. Die R&S RT-ZF7

Messobjektaufnahme dient als Bindeglied und ermöglicht ein umfassendes Monitoring der Hin- und Rücksignale zwischen Sender und Empfänger mit dem Oszilloskop. In Verbindung mit einer geeigneten Decoderoption lassen sich 100BASE-T1-Zeitdaten von Frame zu Frame messen, und Prüfengeure erhalten vollständige Busfehlerstatistiken z.B. über die Rahmenausfallrate und die Rate aufeinanderfolgender Fehler. Darüber hinaus sind auch präzise Zeitmessungen an allen seriellen Automotive-Busprotokollen wie z.B. Automotive-Ethernet, CAN, CAN-FD, LIN, I²C möglich.

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



e-MECA.com



MECA Electronics, Inc.
Microwave Equipment & Components of America

Bessere Kommunikations-Lösungen Millimeterwellen & 5G

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



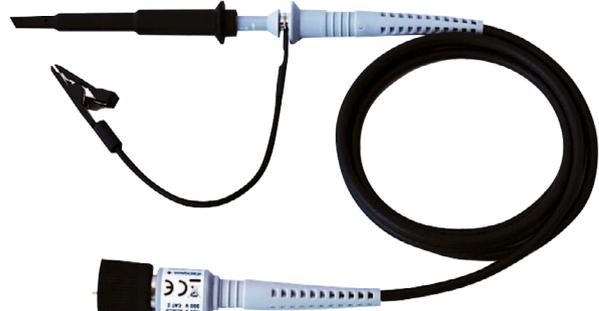
IE
Industrial Electronics GmbH
Tel. +49 6122 726 60 0



MELATRONIK
Melatronik Nachrichtentechnik GmbH
Tel. +49 8932 107 6

RFMW
RFMW Deutschland
Tel. +49 (0)8031 7969240

Speziell zugeschnittene passive Tastköpfe



Mit den Modellen 702907 und 701949 stellt Yokogawa neue passive 10:1-Tastköpfe vor, die speziell an die DLM3000-Oszilloskop-Serie angepasst wurden

Tastkopf 702907

Der Tastkopf 702907 ist für einen Temperaturbereich von -40 bis +85 °C ausgelegt und speziell für Test- und Validierungsverfahren mit zyklischen Temperaturänderungen vorgesehen. Er verfügt über ein Anschlusskabel von 2,5 m Länge, sodass das Messgerät aus dem hohen Temperaturbereich herausgenommen und mit Testobjekten in der Klimakammer verbunden werden kann. Um eine hohe Zuverlässigkeit selbst unter schwierigen Umgebungsbedingungen zu gewährleisten, wurde der Tastkopf mit einer Zugkraft von 60 N geprüft und über mehr als 500 Temperatur-

zyklen getestet. Für eine einfache Handhabung an verschiedenen Testobjekten und Applikationen stellt der Tastkopf 702907 verschiedene Adapter bereit. Hier stehen Mini-Sicherheits-Clips, Gabel-Kabelschuhe, kleine und große Krokodilklemmen sowie 4-mm-Adapter mit Klemmspitze oder Sicherheits-Bananenstecker zur Auswahl.

Zu den typischen Anwendungsbereichen gehören Alterungstests und die Validierung von Automobilbauteilen in einer Klimakammer. Auch bei der Umweltsprüfung von Spannungswandlern kommt der Tastkopf zum Einsatz. So z.B. bei Umrichtern

und Transformatoren, die für die Energieerzeugung mittels Solarzellen und Windturbinen eingesetzt werden.

Tastkopf 701949

Der Tastkopf 701949 dagegen ist ein Miniatur-Tastkopf für Messungen an SMT-Bauelementen und Leiterplatten mit kompakter Bauform, um eine bessere Zugänglichkeit und Sicht auf das zu prüfende Bauteil zu gewährleisten. Zusätzlich bringt der Miniatur-Tastkopf eine große Auswahl an Standard-Zubehör für eine individuelle und flexible Adaptierung mit. Speziell für HF Messungen am IC ist

eine möglichst kurze Masseverbindung nötig. Herkömmliche Adaptionen bringen durch lange Zuleitungen zusätzliche Induktivität und Resonanzen in den Messkreis und verfälschen so das Messsignal. Hier bietet das innovative IC-Kontaktiersystem mit dem „Ground-Blade“ und dem Kupfer-Masseplättchen „Copper-Pad“, zum Aufkleben auf den IC, die nahezu ideale Lösung für kurzschlussichere, reproduzierbare und unverfälschte Messungen.

■ Yokogawa Deutschland GmbH
www.yokogawa.com

Referenzstrahlungsquelle für 10 MHz bis 16 GHz

Die Universal Spherical Dipole Source (USDS) hilft Ingenieuren, ihre Testumgebung ständig zu überprüfen und auf „Gleichheit“ zu testen. Durch das zur Verfügung gestellte präzise Abstrahlprofil (mittels integriertem Kammgenerator und Antennenelement) können sie ihren Messplatz regelmäßig mit früheren Profilen vergleichen und eventuellen Fehlmessungen vorbeugen. Die USDS ermöglicht es, diese Messung schnell und – verglichen mit anderen, komplexeren Methoden – mit akzeptablem Aufwand durchzuführen.

Ebenso findet die USDS bei Messplatzvergleiche und Schirmdämpfungsmessungen

auch von kleinen Gehäusen (Kugeldurchmesser = 10 cm) ihren Einsatz.

Eigenschaften der Universal Spherical Dipole Source:

- batteriegespeiste EMI-Signalquelle für schnelle Messplatzcharakterisierungen und Messplatzvergleiche (nom. Betriebszeiten bis 15 h mittels LiIo-Akku)
- horizontale und vertikale Polarisiation
- zuschaltbarer Pulsmodus für den Test von Quasi-Peak-Detektoren
- große Bandbreite: 10 MHz bis 16 GHz
- vier einstellbare Grundfrequenzen bzw. Harmonischenabstände: 10, 64, 100 und 133 MHz
- nom. Ausgangspegel von 35 dB μ V/m



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

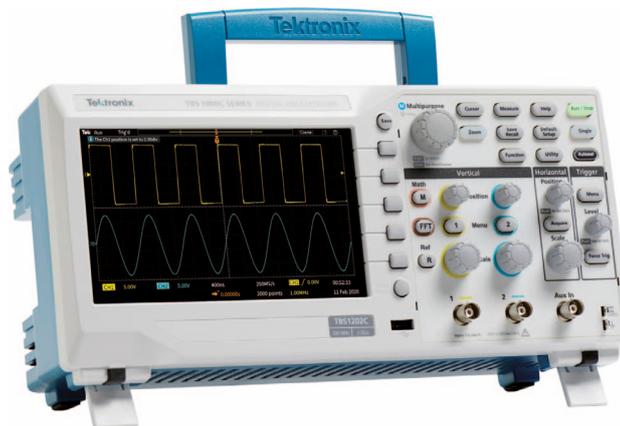
Digitalspeicher-Oszilloskop als Einstiegslösung

Tektronix, Inc. gab die Markteinführung des neuen digitalen Speicheroszilloskops TBS1000C bekannt, eine kostengünstige Ergänzung des Einstiegsportfolios des Test- und Messtechnikunternehmens und eine Erweiterung der TBS1000-Serie. Die TBS1000C-Serie verfügt über ein 7-Zoll-WVGA-Farbdisplay mit bis zu 1 GS/s Abtastrate und Bandbreiten von 50 bis 200 MHz. Zu dieser Serie gehört auch das HelpEverywhere-System von Tektronix, das nützliche Tipps und Hinweise über die gesamte Benutzeroberfläche liefert und so die Zugänglichkeit für neue Benutzer erhöht. Zusätzlich zur TBS1000C-Serie brachte Tektronix 2019 das Mixed-Domain-Oszilloskop der Serie 3 und Anfang 2020 die Digitalspeicher-Oszilloskop-Serie TBS2000B auf den Markt und erweiterte damit sein Portfolio an Benchtop-Lösungen.

„Es ist wichtig, dass Tektronix kontinuierlich neue und fortschrittlichere Lösungen anbietet, die zum Wachstum und zur Entwicklung der nächsten Generation von Ingenieuren beitragen“, sagt Chris Witt, Vice President und General Manager bei Tektronix. „Wir freuen uns, mit diesen neuen und verbesserten Geräten unser Engagement für die Neuausrichtung unserer Einstiegslösungen unter Beweis stellen zu können“.

Weiteres Engagement

Die Oszilloskope der Einstiegsklasse von Tektronix bieten gestaffelte Funktionalitäts- und Kostenmodelle. Das TBS1000C ist das Einstiegsgerät für schnelles praktisches Lernen und einfache Bedienung. Zusätzlich zu einem 7-Zoll-WVGA-Farbdisplay ermöglicht die Rasterstruktur mit 10 vertikalen und 15 horizontalen Unterteilungen dem Benutzer, mehr Signale auf einem Bildschirm zu beobachten. Diese Serie verfügt über dedizierte Bedienelemente an der Vorderseite, die einen einfachen Zugang zu



wichtigen Einstellungen ermöglichen, sowie über neue große Menüs mit klar beschrifteten Bildschirminformationen, die es dem Benutzer ermöglichen, die für ihn interessanten Daten leicht zu finden. Das Oszilloskop TBS1000C bietet auch ein innovatives Kursunterlagen-system, das Laborübungen mit Schritt-für-Schritt-Anweisungen für Studenten integriert.

Als nächstes ist das Anfang dieses Jahres auf den Markt gebrachte Digitalspeicher-Oszilloskop TBS2000B zu nennen, das mit einer Reihe erweiterter Schlüsselfunktionen eine neue Stufe der Raffinesse bietet. Dieses Instrument verfügt über ein großes 9-Zoll-WVGA-Display, 15 horizontale Unterteilungen, eine Aufzeichnungslänge von 5M Punkten, eine Bandbreite von 200 MHz und eine Abtastrate von 2GS/s, um wesentlich mehr Signale zu erfassen und anzuzeigen, damit Designs schneller debuggt und validiert werden können. Neue On-Waveform-Cursor-Anzeigen mit Such- und Markierungsfunktionen ermöglichen die einfache Identifizierung von Ereignissen, die in der erfassten Wellenform auftreten. Außerdem bietet das neue rauschärmere Frontend-Design des TBS2000B eine bessere Signalintegrität und genauere Messungen.

Abgerundet wird das Portfolio durch das Mixed-Domain-Oszilloskop der Serie 3, das eine

Brücke zwischen Einstiegs- und Hochleistungsoszilloskopen schlägt und die fortschrittlichste Technologie des Einstiegsportfolios bietet. Das MDO der Serie 3 ist als vielseitiges Testinstrument gedacht, das eine breite Palette von Debugging- und Validierungsaufgaben abdeckt. Mit einem 11,6 Zoll großen kapazitiven HD-Touchscreen-Display, dem größten seiner Klasse, verfügt diese neue Serie über bis zu 16 digitale Kanäle und die branchenweit einzige eingebaute Spektralanalysator-Option, die praktische Erfahrung mit HF-Messungen und die Möglichkeit bietet, etwas über Mixed-Signal-Designs zu lernen. Sie ist in Bandbreiten von 100 MHz bis zu 1 GHz mit Abtastaten von 2,5 oder 5 GS/s auf allen analogen Kanälen und bis zu 8,25 GS/s auf digitalen Kanälen mit einer Zeitauflösung von 121,2 ps erhältlich.

Fokus auf Bildungseinrichtungen

Das Digitalspeicher-Oszilloskop TBS1000C bietet mehrere Funktionen, die es dem Pädagogen ermöglichen, mehr Zeit auf die Vermittlung grundlegender Konzepte zu verwenden, da das Handbuch direkt in das Hilfesystem des TBS1000C eingebettet ist. Funktionen wie Autoset, Cursors und automatische Messungen können an den Instrumenten deaktiviert werden. Dies ermöglicht es den Studenten, grundlegende Konzepte zu erler-

nen und zu verstehen, wie man die horizontalen und vertikalen Bedienelemente verwendet, um die Wellenform zu erhalten und wie man die Messraster zur Zeit- und Spannungsmessung und zur manuellen Darstellung/Berechnung der Signalcharakteristiken verwendet.

Die integrierte Courseware-Funktion ermöglicht es Professoren, Laborübungen auf das Instrument zu laden, um Anleitung zu geben und bietet einen strukturierten Rahmen, in dem die Studenten Daten erfassen können, um sie in ihre Berichte einzuarbeiten. Dozenten finden dabei auch einige Beispiel-Laborübungen im Tektronix Courseware Resource Center zum Herunterladen.

■ Tektronix
www.uk.tek.com

Telemeter Messkammern



- Modularer Aufbau
- Schlüsselfertige Messkonzepte
- Umfangreiche Ausstattung und Zubehör
- Flexibel und mobil



Telemeter Electronic

info@telemeter.de · www.telemeter.info
Wir liefern Lösungen...

Neue regenerative Stromversorgungen



Keysight gab bekannt, dass das Unternehmen seine RP7900-Serie um zwei neue bidirektionale, regenerative DC-Netzteile mit integrierten Sicherheitsfunktionen erweitert hat, die sowohl Menschen als auch die Prüflinge (DUT) schützen. Das spezielle Design der neuen rückspeisefähigen Netzteile ermöglicht eine umweltschonende Rückführung von normalerweise verlorener Energie ins Netz, wodurch die Kosten für Strom und Kühlung verringert werden.

Immer größere Batterien

Die Autoindustrie nutzt immer größere Batterien, um die Reichweite von Elektrofahrzeugen (EV) zu erhöhen, sowie elektronische Bauteile mit höherer Spannung, um die Ladezeit zu verkürzen. MarketsandMarkets schätzt das jährliche Wachstum für Hochspannungsbatterien bis 2020 auf fast 39 Prozent, um Autos mit größerer Reichweite und größere Elektrofahrzeuge, wie Busse und Lastwagen, anzutreiben. Mit der wachsenden Nachfrage nach hoher Leistung wächst auch der Bedarf an Testgeräten mit einer hohen Leistung. Jedoch gibt es in den Hochleistungsanwendungen in Einrichtungen der Luft- und Raumfahrt und Verteidigung, in der Automobil-Industrie und Energiebranche besondere Herausforderungen, die sich von

der Vorbereitung der Testumgebung bis hin zu Sicherheitsanforderungen beim Übergang von niedrigen zu hohen Leistungen erstrecken.

Lösungen mit hoher Leistung

Die RP7900-Serie von Keysight ist Bestandteil der HEV/EV Power Converter Test Solutions, die es den Kunden ermöglichen, Lösungen mit hoher Leistung durch Hochspannung zu realisieren, die den schnell fortschreitenden und wachstumsstarken Anforderungen des Marktes für Hybrid-Elektrofahrzeuge (HEV/EV) gerecht werden.

Durch die Kombination einer nahtlosen Lade- und Entlade-Funktionalität in einem kompakten 3U-Gehäuse minimieren die regenerativen Stromversorgungen der RP7900-Serie von Keysight die Kosten für Hochleistungstests, indem sie den Platzbedarf und die Wärmeableitung bei gleichbleibenden Betriebszeiten verringern.

Die neuen Stromversorgungen, die in zwei Modellvarianten (20 kW und bis zu 2 kV) verfügbar sind, zeigen folgende Hauptmerkmale und Vorteile:

- Die bidirektionale 2-Quadranten-Fähigkeit bei Ladung und Entladung bietet nahtlose, nicht unterbrochene Übergänge zwischen Quellen- und Senkenstrom, ohne die Ausgangscharakteristik der Strom-

versorgung zu verändern oder irgendwelche sonstigen Störungen zu verursachen.

- Die Autorange-Ausgangskennlinie verbessert die Flexibilität bei Stromversorgungen mit rechteckigen oder herkömmlichen Ausgangskennlinien aufgrund einer höheren Leistungskurve, die mehr Spannungs- und Stromkombinationen innerhalb einer Stromversorgung ermöglicht.
- Die Serie bietet eine hohe Geschwindigkeit am Ausgang, eine Befehlsverarbeitungszeit im Sub-Millisekundenbereich und eine Ausgabeliste, die dazu beiträgt, einen erheblich höheren Durchsatz beim Testen zu erzielen.
- Sie bietet Funktionen für die simultane Spannungs- und Strommessung mit hoher Genauigkeit und Auflösung.
- Sie reduziert den Platzbedarf im Rack aufgrund einer hohen Leistungsdichte im Bereich bis 20 kW in 3U-Gehäuseabmessungen.

„Die zukünftige Leistungselektronik für Hybrid- und Elektrofahrzeuge, die von unseren Kunden entwickelt und hergestellt wird, erfordert eine höhere Spannung, eine höhere Bandbreite und außergewöhnliche Steuerungsfunktionen bei der Qualifizierung der Designs und bei Produktionstests“, sagt Christopher Cain, Vice President und General Manager von Keysights Electronic Industrial Products. „Die Funktionen der Stromversorgungen der RP7900-Serie von Keysight ermöglichen automatisierte Tests, um die Markteinführung zu beschleunigen und Betriebskosten zu senken. Zugleich sorgt die spezielle Funktion zur Rückspeisung für erhebliche Einsparungen beim Betrieb, da der Ladestrom umgewandelt und ins Wechselstromnetz eingespeist wird und nicht einfach als Wärmeleistung verloren geht, die dann in der Testumgebung zusätzlich berücksichtigt werden muss.“ ◀

USB/ETHERNET SWITCH MATRICES



NOW!
DC to 40GHz

- ▶ Extra-Long Switch Life Up to 100 Million Cycles*
- ▶ User-Friendly GUI and DLLs Included
- ▶ Compatible with Most Third Party Lab Software†
- ▶ Switch Cycle Counting Feature with Automatic Calibration Alerts
- ▶ Small Enough to Fit in Your Laptop Case

* With factory cleaning service. Varies by model. See individual datasheets for details. Switches protected by US patents 5,272,458; 6,650,210; 6,414,577; 7,843,289; and additional patents pending.
† See data sheet for a full list of compatible software.

 **Mini-Circuits®**

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



603 Rev A_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

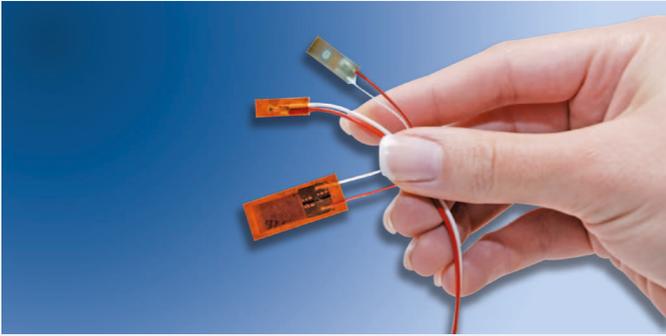
Mini-Circuits Europe

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

Folienthermometer zur Temperaturmessung auf glatten Oberflächen



Folienthermometer können überall dort verwendet werden, wo glatte bzw. flache Oberflächen thermisch erfasst werden sollen. Ihre dünne Bauform und

der hohe Temperaturbereich machen diese Thermometer zu einer nahezu idealen Lösung, wenn nur ein geringer Bauraum zur Verfügung steht. Die dünne

Wandung der Isolationsschicht und der ganzflächige Kontakt zur Oberfläche ermöglichen eine relativ kurze Ansprechzeit.

Alle Folienthermometer von Telemeter Electronic bestehen aus in Kapton einlamierten Sensorelementen. Je nach Bedarf können sie entweder rein aus Kapton bestehen oder aber einseitig mit einer Silikonabdeckung versehen sein.

Es gibt verschiedene Thermometer-Ausführungen und sie haben jeweils individuelle Vorteile. Der Kunde kann sich

zwischen Sensoren in Platin-Ausführung (PT100, PT1000) oder als Draht oder Chip entscheiden. Die Isolation ist wählbar zwischen Kapton (-50 bis +200 °C) und Silikon (-50 bis +150 °C). Außerdem kann die Anschlussleitung als 2-Draht-, 3-Draht- oder 4-Draht-Ausführung (zur Leitungskompensation) individuell definiert werden.

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

Echtzeit-Spektrumanalysatoren messen bis 7,5 GHz bzw. 40 MHz

Mit der SSA3000X-R-Serie hat Siglent leistungsstarke und flexible Geräte zur Analyse komplexer HF-Signale auf den Markt gebracht. Die Modelle SSA3050X-R und SSA3075X-R kombinieren allgemeine und Echtzeit-Spektrumanalyse in einem Gerät, und zwar bis 7,5 GHz GPSA bzw. 40 MHz RTSA.

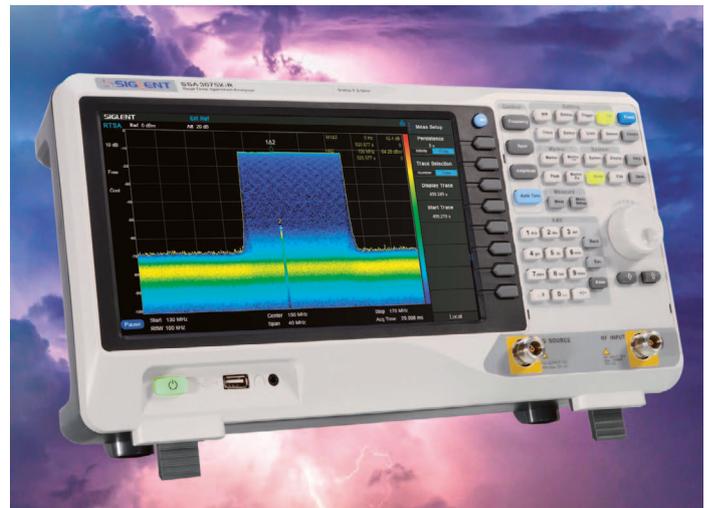
Neben der mehrdimensionalen Datenanzeige verfügen beide Geräte über Funktionen wie erweiterte Triggerung und HF-Datenerfassung. Damit lassen sich solche in der HF-Messtechnik bekannten Schwierigkeiten wie Sprungfrequenz, Konfliktkanal, Spektruminterferenz usw. lösen. Weiterhin gehören für beide Geräte ein Tracking-Generator für die Netzwerkanalyse sowie ein Vorverstärker (Pre-Amplifier) zur Standardausrüstung; eine digitale Breitband-Modulationsanalyse sowie EMI-Messungen sind optional verfügbar.

Zu den Anwendungen gehören Broadcast-Überwachung und -Auswertung, Mobilfunk-Standortbetreuung, IoT, WiFi, Bluetooth-Vermessung, Forschung und Entwicklung, Ausbildung, Produktion und Wartung.

Die Echtzeit-Spektrumanalysatoren der neuen Siglent-Serie SSA3000X-R kombinieren vier Analyse-Typen in einem Gerät. Sie sind damit flexibel als Echtzeit-Spektrumanalysator (Real Time Spectrum Analysis, RTSA), als Allzweck-Spektrumanalysator (General Purpose Spectrum Analysis, GPSA) im EMI-Messmodus (Option) oder als Vektor-Signalanalysator (Option) einsetzbar.

In der Echtzeit-Spektrumanalyse lassen sich mithilfe von Impulsmessungen Informationen bezüglich Trägerfrequenz, Anstiegs- und Abfallzeiten, belegtes Pulsspektrum sowie Pulsbreite einholen. Die RTSA FMT ermöglicht die Erfassung von Radarsignalen in einer komplexen EW-Spektrumsumgebung.

Die Echtzeitanalyse-Bandbreite der Modelle SSA3050X-R und SSA3075X-R beträgt serienmäßig 25 MHz und ist optional auf 40 MHz aufrüstbar. In der Allzweck-Spektrum-Analyse (General Purpose Spectrum Analysis) lassen sich AM/FM-Modulationen durchführen, Interferenzen können aufgespürt und Signale überwacht



werden. Außerdem lassen sich Reflexionen und Einfügeverluste messen.

Der Frequenzbereich geht für das Modell SSA3050X-R von 9 kHz bis 5 GHz und für das Modell SSA3075X-R von 9 kHz bis 7,5 GHz. Zusätzlich ist eine Option für EMI-Messungen verfügbar, die EMI-Filter und einen Quasi-Spitzenwertdetektor sowie eine Log-Skala und Grenzwertlinie bereithält. Die EMI-Filterbandbreiten sind 200 Hz, 9 kHz, 120 kHz und 1 MHz (nach CISPR16). Eine weitere Option (SSA3000XR-WDMA)

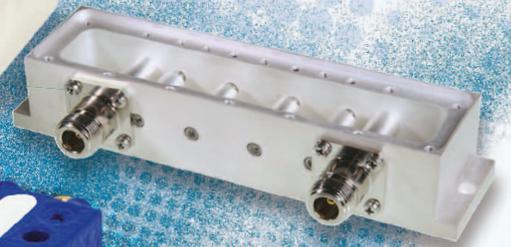
ist die Vektorsignalanalyse für komplexe modulierte Signale, beispielsweise die Messung der Fehlervektorgroße (EVM) von PSK-, MSK- oder QAM-modulierten Signalen. Der Betrieb ist für Signale mit einer Modulationsbandbreite von bis zu 40 MHz vorgesehen. Die Echtzeit-Spektrumanalysatoren der SSA3000X-R-Serie sind mit den folgenden Schnittstellen ausgestattet: Ethernet/LAN, USB Host und Device sowie optional mit USB-GPIB.

■ *Meilhaus Electronic GmbH*
www.meilhaus.com

Industry-Leading Design Capability
CUSTOM FILTERS



Cavity Filters



Slab Line



Suspended Substrate



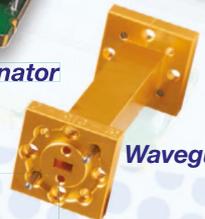
Microstrip



Ceramic Resonator



Lumped-Element



Waveguide



MMIC Reflectionless Filters



LTCC Low Temperature Cofired Ceramic

Technologies to Fit Almost Any Need!

- ▶ Fast turnaround
- ▶ Support through the life of your system

Send Us Your Specs for a Fast Response
 "apps@minicircuits.com"



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



609 Rev A_P

DISTRIBUTORS



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



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



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



Neue Signalgeneratoren-Serie

Bei Telemeter Electronic ist ab sofort die neue Signalgeneratoren-Reihe TGR2050 von TTI verfügbar. Die nächste Generation von HF-Signalgeneratoren bietet sowohl eine außergewöhnliche Leistung als auch neue, verbesserte Funktionen. Sie sind jetzt mit großen, farbigen Touchdisplays ausgestattet, um die Bedienung zu vereinfachen.

Die neuen Signalgeneratoren eignen sich nahezu ideal für Entwicklungs-, Test- und Servicearbeiten. Sie besitzen eine Bandbreite von 150 kHz bis 3 GHz und haben eine sehr hohe Signalreinheit. Es ist eine Amplitude von -127 bis +13

dBm möglich. Der Anwender kann zwischen einer analogen und digitalen Modulation wählen. Die Genauigkeit ist besser als 1 ppm und die Einschwingzeit beträgt nur 5 ms. Die Signalgeneratoren sind vollständig fernsteuerbar über RS232, USB, LAN und GPIB.

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

Individuelle Durchführungspaneile für alle Fälle

Für Messungen und Tests in Schirmkammern müssen verschiedene Signale in die Kammer oder aus der Kammer heraus übertragen werden. An dieser

Stelle ist die Gefahr groß, dass Signale von Außen die Messung beeinflussen. Auch vom Inneren der Kammer können Signale nach außen gelangen und ebenso Störungen verursachen.

Für die mobilen Messkammern von Telemeter Electronic werden schon seit langem kundenspezifische Durchführungspaneile gebaut. Jetzt können diese jedoch auch für fast alle anderen handelsüblichen Schirmkammern angeboten werden.

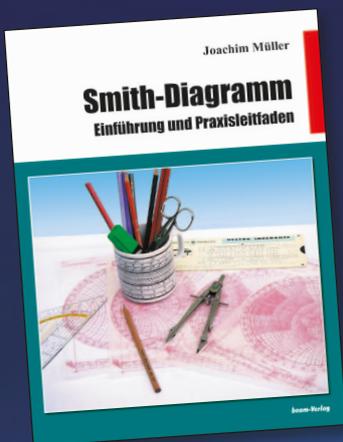
Telemeter Electronic bietet eine Vielzahl an verschiedenen Filtern und Durchführungen an: HF-Stecker (N, SMA, BNC

u.v.m.), serielle Schnittstellen (unter anderem RS232), Busse (z.B. GPIB, LIN oder CAN(-FD)), USB-2.0- und -3.0-Schnittstelle, LAN-Schnittstelle, Lichtwellenleiter, Waveguide, 230 V AC (auch abschaltbar), 110 V DC. Diese Filter werden in der Regel in vernickelte Aluminiumplatten eingebaut, welche genau nach den Anforderungen der Kunden gefertigt werden. Dadurch kann Telemeter Electronic auf jeden Kundenwunsch individuell eingehen.

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



Fachbücher für die Praxis



Smith-Diagramm Einführung und Praxisleitfaden

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

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

Aus dem Inhalt:

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

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

PASSIVE PRODUCTS



NOW
up to

65 GHz

**Adapters • Attenuators • Couplers
DC Blocks • Splitters • Terminations**

 **Mini-Circuits®**



www.minicircuits.com P.O. Box 350166, Brooklyn, NY 11235-0003 (718) 934-4500 sales@minicircuits.com 593 RevOrig__P

DISTRIBUTORS

IE INDUSTRIAL GMBH
ELECTRONICS

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

High-Performance/GaN-Ultra-Wideband-Verstärker: 60 W an 28 V

Der APCT-0.70-3.00-60-28V ist, wie der Hersteller meint, ein klassenbester Ultra-Wideband-Galliumnitrid-HF-Verstärker für den Frequenzbereich 700 bis 3000 MHz. Dieser Leistungsverstärker ist fast ideal für kommerzielle Breitband-Plattformen sowie für militärische Anwendungen geeignet, da er robust ist und eine hohe Leistung über einen sehr breiten Frequenzbereich bietet. Die Betriebstemperaturbereich dieses Verstärkers geht von -20 bis +80 °C. Seine Abmessungen betragen 150 (B) x 75 (L) x 21,5 (H) mm



mit SMA-Buchse am HF-Eingang und N-Steckern am HF-Ausgang. Dieser Verstärker hat eine Sättigungsleistung (Ausgangsleistung bei 1dB Kompression) von mindestens 47 dBm und von typisch 48

dBm. Er liefert eine minimale Leistungsverstärkung von 54 dB und eine typische Leistungsverstärkung von 37 dB bei einer Eingangsleistung von -7 dBm. Der Verstärker bietet eine minimale Leistungsverstärkung von 54 dB und eine typische Leistungsverstärkung von 55 dB bei einem Verlauf der Verstärkung von ± 1 dB. Der Ruhestrom in AB-Betrieb beträgt typisch 2 A bei Versorgung mit 28 V.

■ *Globes Elektronik GmbH & Co KG*
www.globes.de

LNA für S-Band-Radar- und C-Band-Satcom-Anwendungen



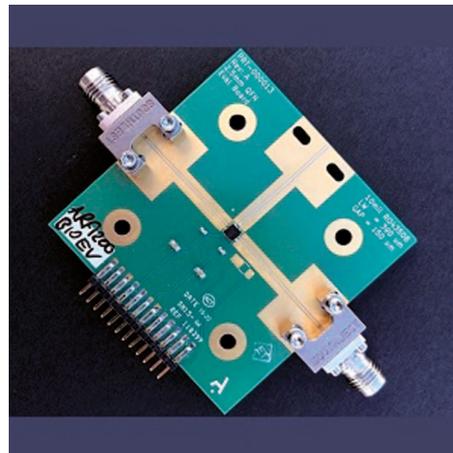
Der ZX60-63GLN+ von Mini-Circuits ist ein rauscharmer Verstärker, der von 1,8 bis 6 GHz besonders gut arbeitet. Es bietet eine lineare Verstärkung von 29,6 dB bei einem Rauschwert von weniger als 0,9 dB und einen P1dB von 12 dBm. Dieser Verstärker benötigt eine Gleichstromversorgung von 5 V und zieht bis zu 80 mA Strom. Es ist in einem robusten, kompakten Modul mit einer Größe von 0,74 x 0,75 x 0,46 Zoll und SMA-Anschlüssen erhältlich und eignet sich nahezu ideal für 5G-, WiFi-, WLAN-, UMTS-, LTE-, WiMAX-, S-Band-Radar- und C-Band-Satcom-Anwendungen.

Weitere Produktspezifikationen:

- Modul mit Stecker
- Verstärkung 21,5 bis 31,5 dB
- Rauschzahl 0,9 bis 1,5 dB
- P1dB 15 dBm
- IP3 27,8 dBm
- max. Eingangsleistung 29 dBm
- Verlustleistung 0,56 W
- Impedanz 50 Ohm
- Input Return Loss 6 bis 12,5 dB
- Ausgangsrückflussverlust 10 bis 21 dB
- Versorgungsspannung 4,9 bis 7 V
- Betriebstemperatur -40 bis 85 °C

■ *Mini-Circuits*
www.minicircuits.com

Rauscharmer Verstärker für 5G- und VSAT-Anwendungen



Der ARF1200Q2 von Altum RF ist ein rauscharmer Verstärker, der von 20 bis 31,5 GHz arbeitet. Es bietet eine lineare Verstärkung von 20 dB bei einer Rauschzahl von 3,5 dB. Dieser LNA eignet sich gut für anspruchsvolle Modulationsschemata höherer Ordnung wie Millimeterwellen-5G. Der Verstärker ist intern auf 50 Ohm abgestimmt und verfügt über einen ESD-Schutz. Er zieht 15 mA Strom aus einer 3,3-V-Gleichstromversorgung. Dieses Produkt ist mit einem 2,5 x 2,5 mm messenden QFN-Gehäuse erhältlich und eignet sich fast ideal für 5G-Netzwerke, VSAT-, ISM- und Punkt-zu-Punkt-Funkgeräte.

Weitere Produktspezifikationen:

- P1dB 2 dBm
- Verlustleistung 50 mW
- Impedanz 50 Ohm
- Input Return Loss 12 dB
- Ausgangsrückflussverlust 12 dB

■ *Altum RF*
www.altumrf.com

High-Performance GaN-Ultra-Wideband-Verstärker liefert 200 W an 34 V

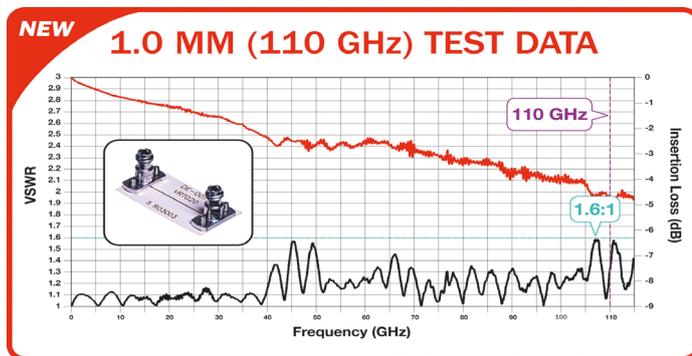


Der APCT-0.60-2.70-200-34V ist gemäß Hersteller ein klassenbester Ultra-Wideband-Galliumnitrid-HF-Verstärker für den Frequenzbereich 600 bis 2700 MHz. Dieser Leistungsverstärker ist fast ideal für kommerzielle Breitband-Plattformen sowie für militärische Anwendungen, da er robust ist und eine hohe Leistung über einen sehr breiten Frequenzbereich bietet. Der Betriebstemperaturbereich reicht von -20 bis +80 °C. Die Abmessungen betragen 195 (B) x 131 (L) x 30 (H) mm mit SMA-Buchse am HF-Eingang und N-Steckern am HF-Ausgang.

Dieser Verstärker hat eine Sättigungsleistung von mindestens 47 dBm und von typisch 48 dBm. Er bietet eine minimale Leistungsverstärkung von 51 dB und eine typische Leistungsverstärkung von 53 dB bei einem flachen Verlauf der Verstärkung von ± 1 dB. Der Ruhestrom in AB-Betrieb beträgt typisch 3,6 A bei Versorgung mit 34 V.

■ *Globes Elektronik GmbH & Co KG*
www.globes.de

Vertikaler koaxialer 1-mm-Steckverbinder



Southwest Microwave hat den branchenweit ersten leiterplattenmontierbaren 1-mm-(W)-Vertikalanschluss-Steckverbinder in den Markt eingeführt.

Design- und Montage-Komfort bieten und gleichzeitig den Platzbedarf auf der Leiterplatte ohne Leistungseinbußen reduzieren“,

sagte Holger Stührmann, Director of Sales, Microwave Products Division. „Ein rechteckiger Hochfrequenz-Anschluss auf eine Leiterplatte kann eine Herausforderung für den Entwickler sein. Unser Team kann Kunden bezüglich der geeigneten Geometrie beraten, um die

Qualität des Übergangs zu optimieren“. Im Kasten die Übersicht über die neusten lötfreien, platinenmontierten Vertikalanschluss-Steckverbinder.

■ **Globes Elektronik GmbH & Co. KG**
www.globes.de

- 1 mm (W) DC- bis 110 GHz-Vertikalsteckverbinder: Produkt Nr. 24359-001J
- 1,85 mm (V) DC bis 67 GHz-Vertikalsteckverbinder: Produkt Nr. 18359-001J
- 2,92 mm (K) DC bis 40 GHz Vertikalsteckverbinder: Produkt Nr. 10359-002J

Optimale Signalintegrität

Für Mikrostreifen- oder koplare Wellenleiter-Designs bieten Southwest Microwave Vertikalsteckverbinder optimale Signalintegrität, diese sind wiederverwendbar und können ohne Löten installiert werden. Der neue 1-mm-Vertikal-Steckverbinder bietet eine niedrige Einfügungsdämpfung und ein SWR von max. 1,35 über 70 bis 105 GHz und ein SWR von max. 1,6 über die gesamte Bandbreite bis 110 GHz.

Varianten

Southwest Microwave bietet diese Vertikalanschluss-Steckverbinder auch als Varianten: 1,85 mm (V) Modelle für DC bis 67 GHz (SWR 1,25 max.) und 2,92 mm (K) Typen für DC bis 40 GHz (SWR 1,15 max.) an. Sie weisen eine normale Zweifloch-Flanschmontagefläche auf. Dabei sind die Flanschbefestigungslöcher sind mit Gewindebohrungen für Schrauben versehen, die von der Unterseite der Leiterplatte aus eingeführt werden können. Die Steckverbinder können mit oder ohne Schrauben geliefert werden, eignen sich so für verschiedene Leiterplattenstärken.

„Wir freuen uns, Vertikalanschluss-Steckverbinder liefern zu können, die einen hohen



Filter für alle Aufgaben









MIWEKO für die saubere Lösung
Wir arbeiten seit vielen Jahren mit Premium-Lieferanten auf allen Gebieten der HF Filtertechnologie zusammen.

- Für den High Power-Sendebereich oder Low Noise- Empfangsbereich (z.B. Radar und Satcom) steht uns mit Phase2 ein Partner zur Seite, mit einer breiten Palette an vorhandenen Hohlleiter- und Koaxial- Filterlösungen bereit.
- Für den Medium und Low Power Bereich ist MtronPTI unser vertraglicher Partner, mit einer Lieferbandbreite vom unteren kHz- bis in den mm-Wellenbereich. Der Schwerpunkt liegt auf Qualitätsprodukten für Verteidigung, Luft- und Raumfahrt sowie Automotive, aber auch für kommerzielle Wireless Produkte.



... erste Wahl, wenn es um kundenspezifische Lösungen bis 40 GHz geht.

- SMT, Koaxial und Hohlleiterlösungen bis 40 GHz
- Power Handling bis an die theoretischen Leistungsgrenzen z.B. durch Einsatz von Inert-Gas Lösungen in Hohlleiter Filtern.
- Hoch- Tief- Bandpass- Bandsperre- Filter
- Diplexer/Duplexer
- Cavity-, Combine-, Waffel- Filter (Hohlleiter)
- Cavity, Lumped-Element, Stripline- Filter (SMT, Koax)
- Low PIM, Hi-Rel
- Durchstimmbare Filterlösungen
- Einzelstücke, Kleinserien oder Massenproduktion

Profitieren Sie von der extremen Bandbreite an existierenden Designvarianten und langjähriger Engineering Erfahrung. In Kombination mit den umfangreichen Designtools wird jede lösbare Filteraufgabe bewältigt. „Geht nicht - Gibt's nicht !“



SMT-Filterlösungen für extreme Herausforderungen (militärisch, Luft- & Raumfahrt, Oil & Gas etc.) ebenso wie für die Internetkommunikation / Wireless, Automotive und Consumer Produkte.

- SMT, Koaxial- und Hohlleiter (bis mm-Welle)
- Hoch- Tief- Bandpass- Bandstop- Filter bis 20 GHz
- Festfrequenz oder durchstimmbar
- Diplexer/Duplexer bis 90 GHz
- Crystal, Ceramic, Cavity, Lumped-Element, Stripline-Filter (SMT, Koax)
- SMD, Drop-In, Through-Hole, Koaxial, bis Hohlleiter
- Kleinserien, oder Tape&Reel

Profitieren Sie von der extremen Bandbreite an existierenden Designvarianten, welche jederzeit adaptierbar sind und ggf. durch hausinterne Testeinrichtungen für ihre Anwendung qualifiziert werden können.

... nehmen Sie jederzeit Kontakt auf. Das MIWEKO Team steht Ihnen mit Rat und Tat zur Seite, um die effizienteste Lösung zu attraktiven Preiskonditionen zu finden.

MIWEKO Mikrowellen- und Hochfrequenz Vertriebs GmbH, Münchener Strasse 21, 86949 Windach
Telefon +49 (8193) 93 92 90 - eMail info@miweko.de - homepage www.miweko.de

Diodenarrays zur Unterdrückung von Transientenspannungen



Um einen missionskritischen Betrieb zu gewährleisten, sind Luft- und Raumfahrtsysteme auf digitale und Logikfunktionen sowie Schaltkreise in Triebwerks-, Umgebungssteuerungen, Instrumenten und Aktuatoren angewiesen.

Auch Rechenzentren, 5G-Infrastruktur und Kommunikationssysteme erfordern komplexe Schaltkreise, die geschützt werden müssen. Jedes System muss trotz Spannungsstößen und Strom-/Spannungsspitzen durch Blitzschlag, Sonneneruptionen und elektromagnetischen Störungen kontinuierlich und zuverlässig arbeiten.

25 Varianten

Microchip Technology erweiterte dafür sein Angebot vertikaler TVS-Diodenarrays (Transient Voltage Suppressor) zur Spannungsunterdrückung. Mit der Serie MDA3KP TVS stehen nun 3kV-Dioden in mehr als 25 Varianten mit unterschiedlichen Abschirmpegeln, Polaritäten und Qualifizierungsstandards zur Verfügung.

Die TVS-Diodenarrays MDA3KP von Microchip – die branchenweit einzigen mit umfassendem Spannungsbereich, die nach hoher Zuverlässigkeit getestet und auf der Grundlage des JANTX-Äquiva-

lenzstandards MIL-PRF-19500 qualifiziert sind – bieten eine integrierte Lösung mit mehreren Dioden. Die Spannungsklemmen bieten eine schnelle ABD-Funktion (Avalanche Breakdown Diode), die Überstrom um empfindliche Bauelemente herumleiten, um sie vor elektrischer Überlastung zu schützen.

Kritischer Aspekte

MDA3KP-TVS-Diodenarrays sind in den folgenden Industriestandards in abgeschirmter Version erhältlich: M, MA, MXL und MX. Die Bauelemente wurden verschiedenen Teststufen unterzogen, um sicherzustellen, dass sie die Anforderungen an den Blitzschutz von Flugzeugen erfüllen, wie sie in der Avionik-Norm RTCA DO-160E (Lightning Induced Transient Susceptibility) festgelegt sind. Die RTCA (die US-amerikanische Radio Technical Commission for Aeronautics) ist das Industriekonsortium, das eine Konsensbildung hinsichtlich kritischer Aspekte bei der Modernisierung der Luftfahrt vorantreibt. Das

TVS-Diodenarray MDA3KP, ein vertikal aufgebautes 16-poliges SMD-Gehäuse mit acht Dioden, ermöglicht ein effizientes Layout und ein einfaches Design, da weniger Platz auf der Leiterplatte benötigt und gleichzeitig eine höhere Leistungsdichte erzielt wird. Bei diesen Diodenarrays liefert der vertikale Aufbau die Leistung von acht kleineren Bauelementen auf einer Leiterplatte, sodass sich mehrere Komponenten auf dem Board erübrigen, selbst wenn die Leistung höher ist.

Uni- und bidirektional

Die Diodenarrays sind in unidirektionaler und bidirektionaler Ausführung mit Standoff-Spannungen von 6 bis 40 V erhältlich und bieten Schutz vor elektrostatischer Entladung (ESD) und schnellen elektrischen Transienten (EFT) gemäß IEC-Standards sowie eine maximale Impulsleistung von 3000 W bei 10/1000 μ s. Mit einem erweiterten Temperaturbereich von -55 bis +150 °C sind die Bausteine chargenweise rückverfolgbar, überspannungsgetestet und haben den Feuchtigkeitsempfindlichkeitsgrad (MSL; Moisture Sensitivity Level) der Stufe 1 – ein Beweis dafür, dass die Bausteine für den Einsatz in rauen Umgebungen ausgelegt sind. MSL zeigt an, dass vor dem Einsatz kein Dry Pack oder Erwärmen erforderlich ist. Die Serie MDA3KP umfasst die branchenweit einzigen TVS-Diodenarrays mit diesem Abschirmgrad in diesem Gehäuse.

Die 3-kV-MDA-Dioden von Microchip bieten Schutz für militärtaugliche Schaltkreise in robusten Handfunkgeräten, das GPS- (Global Positioning System) und Kommunikationstestgeräten. Andere Anwendungen umfassen Automotive, Datenerfassung in der Industrie, Stromversorgungen und Schiffssysteme. ◀

Microchip Technology, Inc.
www.microchip.com

Integrierte, isolierte RS485-Transceiver mit galvanisch getrenntem DC-Wandler

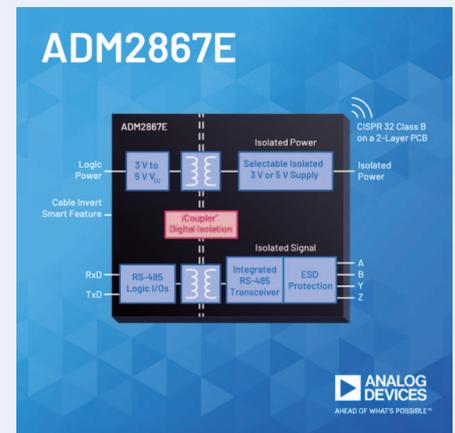
Analog Devices, Inc. präsentierte mit seiner neuen Produktlinie ADM2867E zwei RS485-Transceiver-ICs mit verstärkter iCoupler-Isolation und integrierten, galvanisch getrennten Gleichspannungswandlern. Die neuen Bausteine zeichnen sich durch geringe Störstrahlung aus und ermöglichen es, mit weniger Iterationsschritten und ohne Budgetüberschreitung Lösungen zu entwickeln, die alle einschlägigen EMV-Standards erfüllen. Dank des vereinfachten Leiterplattenlayouts und des kompakten SOIC-Gehäuses der neuen Transceiver können in platzbeschränkten Anwendungen mehr Funktionen implementiert werden, als bisher möglich war oder mit aktuellen Wettbewerbsprodukten möglich ist.

Diese Produkte bieten intelligente Funktionen, die den Zeitaufwand für Installation und Debugging von Endsystemen verringern und es gleichzeitig ermöglichen, etwaige Falschverdrahtungen, wie sie bei der Installation vorkommen können, schnell zu korrigieren. Die Bausteine

kombinieren die bewährte Sicherheit der iCoupler-Digital-Isolationstechnologie mit ESD-Festigkeit nach IEC 61000-4-2 und gewährleisten auch unter den widrigsten Einsatzbedingungen höchste Signalintegrität.

Die wichtigsten Spezifikationen der Serie ADM2867E:

- isolierte Vollduplex- bzw. Halbduplex-RS-485/RS-422-Transceiver mit 5,7 kV Isolationsspannung und 8 mm Kriechstrecke
- Bei Implementierung auf einer doppelseitigen Leiterplatte ohne Stitching-Kapazität liegen die Störemissionen unterhalb der CISPR32-Class-B-Grenzwerte.
- Smarte Kabelvertauschungsfunktion korrigiert vertauschte angeschlossene Kabel unter Beibehaltung der vollen Betriebssicherheit des Empfängers.
- Unterstützung für unterschiedliche Betriebsspannungen – niedrige Betriebsspannungen für die Kombination mit

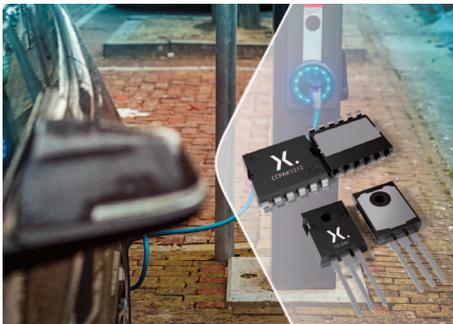


FPGAs und isolierte 5-V-Betriebsspannung für Profibus-Systeme

Der ADM2867E für Vollduplex besitzt ein 28-poliges Fine-Pitch SOIC 10,15 × 10,05 mm. Der ADM2561E für Halbduplex ist mit dem gleichen Gehäuse ausgestattet.

■ Analog Devices, Inc.
www.analog.com

Neue Bauelemente-Generation in 650-V-GaN-Technik



Die kommende Galliumnitrid-Technologie zielt besonders auf Applikationen im Bereich Automotive, 5G und Datenzentren; Bauelemente von Nexperia sind erhältlich im Package TO-247 und als innovative Kupferclip-SMD-Ausführung.

Nexperia bringt ein neues Portfolio von GaN-FET-Bauteilen in der neuen GaN-Hochvolttechnik HEMT H2 auf den Markt, das sowohl im TO-247 als auch im eigenen CCPAK-Package in SMD-Technik erhältlich ist. Die Bauelemente weisen einen überlegenen Figure-of-Merit (Gütefaktor $R_{DSon} \times Q_{GD}$) auf und kombinieren hervorragende Schalt- und Leiteigenschaften bei mehr Stabilität. Dank der Kaskodenkonfiguration vereinfachen sie die Auslegung der Applikation, da keine Notwendigkeit eines

komplizierten Treibers oder einer komplexen Ansteuerung besteht. Die Bauelemente können einfach über normale Si-MOSFET-Treiber angesteuert werden

Bei der neuen GaN-Technologie wird eine neue Kontaktierungstechnik durch die Epitaxieschicht (through-epi vias) hindurch verwendet, welche die Fehlerrate reduziert und zu einer Reduktion der Die-Fläche um ca. 24 % führt. Hierdurch wird in der Erstausrüstung im herkömmlichen TO-247 ein R_{DSon} von lediglich 41 mOhm (typ. bei 25 °C) bei gleichzeitiger hoher Schwellenspannung und niedriger Dioden-Durchlassspannung erreicht. Durch die Nutzung des eigenen SMD-fähigen CCPAK-Packages kann der R_{DSon} sogar auf 39 mOhm (typ. bei 25 °C) verringert werden. Beide Ausführungen erfüllen die Anforderungen gemäß AEC-Q101 für den Automobilbau.

Dilder Chowdhury, GaN Strategic Marketing Director bei Nexperia, dazu: „Die Kunden brauchen eine hocheffiziente und kosteneffektive Lösung im R_{DSon} -Bereich von 30 bis 40 mOhm für die Energiewandlung bei 650 V. Relevante Applikationen sind hier zum Beispiel Bordladegeräte, DC/DC-Konverter und Fahrmotorwechselrichter in E-Fahrzeugen sowie industrielle Stromversorgungen im Bereich von 1,5 bis 5 kW für

5G-, Datacenter- und Telekommunikations-Technik im Rack mit dem höchsten Wirkungsgrad ‚Titanium‘. Nexperia investiert weiter in die Entwicklung und Erweiterung seiner Produkte, die die neuesten GaN-Prozesse nutzen. Zuerst sind die konventionellen TO-247-Ausführungen und Bare-die-Formate für Hersteller von Leistungsmodulen erhältlich, gefolgt von unseren SMT-fähigen Hochleistungs-Packages CCPAK.“

Das CCPAK verwendet Nexperia’s bewährte und innovative Kupferclip-Package-Technik und ersetzt interne Bonddrähte. Hierdurch werden parasitäre Verluste reduziert, die elektrischen und thermischen Eigenschaften optimiert und die Zuverlässigkeit erhöht. GaN-FETs im CCPAK sind als oben- oder untenseitengekühlte Konfigurationen (Top- & Bottom-Side Cooling) erhältlich, wodurch sie sehr vielfältig sind und zur weiteren Verbesserung der Wärmeabführung beitragen.

Die 650-V-Bauelemente GAN041-650WSB im TO-247 und GAN039-650NBB im CCPAK sind als Muster erhältlich. Weiterführende Informationen sowie Produktspezifikationen und Datenblätter sind auf www.nexperia.com/gan-fets zu finden.

■ Nexperia
www.nexperia.com

Dünnschichtwiderstände in verschiedensten Ausführungen



ATS-Serie: Chip-Dämpfungselemente

Im riesigen elektromagnetischen Spektrum wird nur ein Bruchteil für die drahtlose Kommunikation genutzt: der Bereich von 1 MHz bis 30 GHz. Und der ist dicht belegt – von drahtlosen Kommunikationssystemen einschließlich Kurzwellen-, AM-, FM-, TV-Rundfunk, Mobilfunk, sowie von verschiedenen Anwendungen wie WiFi, Bluetooth, ZigBee oder industriellen und medizinischen Systemen. Da hier kaum noch ungenutzte Frequenzen übrig sind, soll der Fre-

den genommen werden, da die Signaldämpfung durch die Luft, die Kommunikationsdistanz und die Fähigkeit, feste Objekte zu durchdringen mit zunehmender Frequenz abnehmen. Um eine ausreichende Signalstärke für viele Nutzer bereitzustellen, sind Hochverstärkungsantennen sowie Strahlformungstechniken und Diversitätsverfahren erforderlich. Module, die breite Frequenzbereiche abdecken, werden immer wichtiger, um viele Kommunikationsbänder in nur einem Gerät abzudecken.

Dementsprechend müssen auch die Dämpfungsglieder angepasst werden. Diese spielen eine wichtige Rolle beim Begrenzen von Sende- oder Empfangssignalen auf die gewünschte Signalstärke. Dies ist immer dann notwendig, wenn ein zu starkes Antennensignal Gerätestörungen verursachen könnte oder empfindliche Empfänger vor Überlastung geschützt werden müssen.

Wie alle Komponenten werden Dämpfungsglieder anhand verschiedener Spezifikationen definiert. Die primären sind der Dämpfungswert sowie der Frequenzbereich. Letzterer wurde bei den Attenuatoren der ATS-Serie auf 30 GHz erweitert.

ATS-Serie

Seit 1964 bietet Susumu (SSM) innovative und hochqualitative Dünnschichtwiderstände für alle Bereiche der Elektronikindustrie an. Als Spezialist in der Dünnschichttechnologie und einer der weltweit größten Hersteller bietet das Unternehmen eine große Bandbreite hochwertiger Bauteile, darunter Chip-Widerstände, Chip-Widerstandsnetzwerke bis 1,5 kV, Präzisions-Widerstandsnetzwerke, HF-Dämpfungsglieder, HF-Abschlusswiderstände oder Stromsensoren.



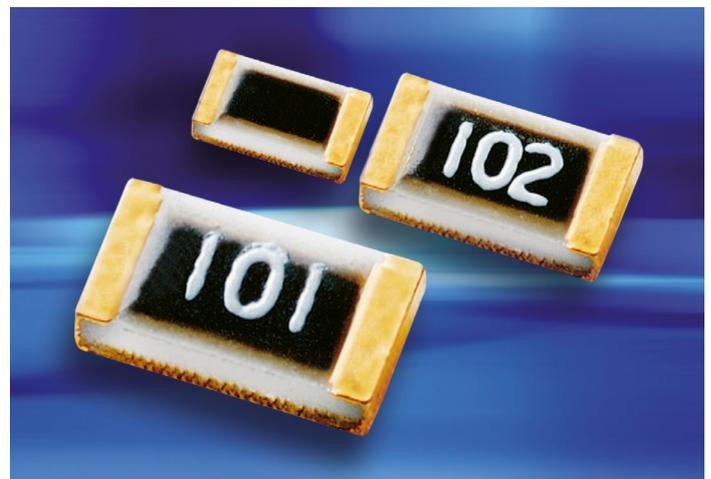
Verbesserte RG-Dünnschichtwiderstände

Susumu Deutschland stellt mit der RoHS-konformen Serie PRG eine zweite verbesserte Ausführung der RG-Serie vor, die bei vierfacher Nennleistung dieselbe Präzision und Zuverlässigkeit beibehält.

Durch ein neues Design der Anschlüsse konnte die Wärmeableitung verbessert werden; die Anschlüsse befinden sich auf der Längsseite. Diese Anschlussart ist nicht für alle Anwendungen geeignet, daher wurde die Bodenklemme an den Schmalseiten vergrößert. Damit können auch solche Applikationen bedient werden, bei denen die unkonventionelle lange Bodenklemme nicht möglich ist. Durch

PRG-Serie

ihre Stabilität auch unter rauen Bedingungen ist die neue Serie insbesondere für Anwendungen in der Robotik sowie in der Ansteuerung von Gleichstrommotoren und Wechselrichtern geeignet. Die in der Baugröße 1206 im Bereich von 10 bis 100 kOhm lieferbaren Widerstände bestehen aus NiCr und sind daher sehr rauscharm. Der Betriebstemperaturbereich erstreckt sich von -55 bis +155 °C bei einem TK von ± 25 ppm/K und einer Drift von 0,1 bis 0,5 %. Die Nennleistung beträgt 1 W. Aufgrund der kleinen Bauformen sind die Widerstände bis 1 GHz einsetzbar. Die hohe Langzeitstabilität wird durch eine anorganische Passivierung erreicht.



RGA-Serie

quenzbereich für die drahtlose Kommunikation erweitert werden. Hierfür müssen einige Hür-

Diese decken somit im Vergleich zu der Vorgängerserie PAT (10 GHz) eine größere Bandbreite

Bauelemente

ab. Die Dämpfungsglieder der ATS-Serie sind im T-, Pi- oder Dualp-Design erhältlich und besitzen eine Dämpfung von 1...2, 3...7 bzw. 8...10 dB (je nach Design) und können in 1-dB-Schritten eingestellt werden.

Goldkontakte: die RGA-Serie

Susumu hat bei der bekannten Serie RGA durch den Einsatz von Goldkontakten anstelle der üblichen Zinnkontakte den zulässigen Betriebstemperaturbereich auf 230 °C erweitern können. Allerdings ist hierbei ein Derating zu beachten, die volle Nennleistung kann im Bereich von -55 bis +125 °C genutzt werden. Gleichzeitig gestatten die Goldkontakte die Verwendung leitfähiger Kunstharze, wodurch Kleben möglich wird.

Der erweiterte Temperaturbereich erleichtert den Einsatz der Bauteile in der Automobilindustrie, in Bohrgeräten und allgemein in Geräten, die im Betrieb hohen Temperaturen ausgesetzt sind. Ferner sind diese Bauteile RoHS-konform und 100 % blei- und halogenfrei. Hervorzuheben sind die kleine Drift von $\leq \pm 0,1\%$ und ein TK von ± 10 ppm/K. Die Widerstände sind in den Bauformen 0402, 0603 und 0805 erhältlich. Die Nennleistung beträgt 1/32 bis 1/10 W, der Widerstandsbereich erstreckt sich von 47 Ohm bis 1 MOhm.

■ *Susumu Deutschland GmbH*
www.susumu.de

Oberflächenmontierbares BAW-Filter für 2447 bis 2472 MHz

Das QPQ1906 von Qorvo ist ein Bulk Acoustic Wave (BAW) Bandpassfilter mit einem Durchlassbereich von 2447 bis 2472 MHz. Es hat eine Einfügungsdämpfung von 1,1 dB im Durchlassbereich und bietet eine Dämpfung von bis zu 57 dB über und unter dem Durchlassbereich. Der Filter hat ein SWR von 1,5 und kann eine durchschnittliche Eingangsleistung von bis zu 28 dBm verarbeiten.

Das QPQ1906 hat extrem steile Flanken und zeigt gleichzeitig einen geringen Verlust im WiFi-Band (Kanäle 10/11) und eine hohe Near-In-Unterdrückung in den 2,4-GHz-Hochfrequenzkanälen. Das Filtermodul wurde speziell entwickelt, um einzigartige Anwendungsfälle zu ermöglichen, bei denen die Unterteilung verwendbarer Kanäle innerhalb des verfügbaren WiFi-Spektrums von Vorteil ist. Endbenutzer haben die Möglichkeit, WiFi in den Kanälen 10 oder 11 bereitzustellen, während sie bei höheren Frequenzen abgelehnt werden, um die gleichzeitige Nutzung von WiFi-, ZigBee-, Thread- oder BLE-Kanälen zu ermöglichen. Dieses



Filter ist in einem 2-Pad-Gehäuse für die Oberflächenmontage mit einer Größe von 1,6 x 2 mm erhältlich und eignet sich für Anwendungen wie Zugriffspunkte, WLAN-Router, Gateways für Privathaushalte, Geräte für Kunden und IoT.

Weitere Eigenschaften:

- Einfügungsverlust 1,1 bis 2,6 dB
- Ablehnung 48 bis 58 dB
- Leistung 0,631 VA
- Impedanz 50 Ohm
- Betriebstemperatur -40 bis +105 °C

■ *Qorvo*
www.qorvo.com

Signalabgriff für Tetra-, Mobilfunk-, WiFi-, CBRS- und LTE-LAA-Netzwerke

Der T-Koppler (Tapper) DN-14MFE von MicroLab teilt die hohe Leistung von Mobilfunksignalen in einem festen Verhältnis von 1000:1 auf und erlaubt somit eine Überwachung der Signale, ohne dass das Netzwerk aufgetrennt werden muss. Zudem werden minimale Reflexionen oder Verluste im wichtigen Frequenzband von 350 bis 5.925 MHz gewährleistet (es erfolgt keine Kopplung im Bereich von 1550 bis 1650 MHz). Der T-Koppler zeichnet sich durch eine hohe Kopplungslinearität aus und ist durch integrierte 4.3-10-Steckverbindungen einfach zu montieren.

Weitere Merkmale:

- max. 500 W mittlere Leistung, 3 kW Spitzenleistung
- extrem niedrige PIM von -161 dBc
- minimale Einfügedämpfung
- IP67

■ *Municom GmbH*
www.municom.de

EMV, WÄRME-ABLEITUNG UND ABSORPTION SETZEN SIE AUF QUALITÄT**esorb****Elastomer- und Schaumstoffabsorber**

- Europäische Produktion
- Kurzfristige Verfügbarkeit
- Kundenspezifisches Design oder Plattenware

**esorb-EA1 & esorb-EA4**

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

**esorb MLA**

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

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

Achtwege-Splitter/ Combiner für 0,5 bis 18 GHz



Eine geringe Einfügungsdämpfung (2,5 dB typ.), eine hohe Isolation (23 dB typ. bei 11 GHz), 20 VA Belastbarkeit sowie eine Unsymmetrie in der Amplitude von typisch nur 0,3 dB zeichnen den ZN8PD-183W-S+ von Mini-Circuits aus. Dies ist ein Breitband-Achtwege-0°-Splitter/Kombinierer mit einer Frequenzabdeckung von 0,5 bis 18 GHz. Er unterstützt damit eine breite Palette von Anwendungen einschließlich L-Band, S-Band, C-Band, X-Band, Ku-Band und viele mehr. Dieses Modell minimiert die Verlustleistung bei der Signalaufteilung bzw. -zusammenführung und liefert eine hervorragende Signalleistungsübertragung von Eingang zu Ausgang. Der ZN8PD-183W-S+ wird mit einem 5,80 x 5,8 x 0,5 Zoll großen Gehäuse mit SMA-Anschlüssen geliefert. Der ZC8PD-183W-S+ eignet sich für Systeme mit unterschiedlichsten Leistungsanforderungen. Er erzeugt nahezu gleiche Ausgangssignale und ist fast ideal für Parallelpfad- und Mehrkanalsysteme. Hinzu kommt ein SWR von nur 1,1 (typ.). Der DC-Pass für bis zu 630 mA vom Summenport zum Ausgangsport erweitert den Anwendungsbereich, in dem sich Testinstrumentierung, Laboreinsatz oder Verteidigungszwecke finden. Die Impedanz beträgt 50 Ohm.

Ultra-Breitband-Richt- koppler



Eine Belastbarkeit bis zu 11 VA ermöglicht der von Mini-Circuits angebotene ZCDC13-E1653+, ein Ultra-Breitband-Richtkoppler

für 1 bis 65 GHz. Dieser Koppler hat eine ausgezeichnete Kopplungsfaktor-Ebenheit, eine gute Richtwirkung und ein gutes Handling. Es ist unter anderem nahezu ideal für Labortestanwendungen sowie für die Leistungsüberwachung über breite Bänder geeignet. Die Richtschärfe wird mit 17 dB (typ.) bis zu 65 GHz angegeben. Eine hohe Richtschärfe ermöglicht die Überwachung von Eingangsleistungen mit minimalen nachteiligen Auswirkungen aufgrund von Ausgangsfehlanspassungen. Die Kopplungsebenheit beträgt $\pm 0,9$ dB (typ.) Eine hervorragende Kopplungsebenheit über den gesamten Frequenzbereich minimiert in den meisten Fällen den Bedarf an Kompensationschaltungen. Die Rückflussdämpfung (In & Out) wird mit typisch 16 dB bis zu 65 GHz angegeben. Eine gute Rückflussdämpfung über 1 bis 65 GHz minimiert unerwünschte Reflexionen und eine daraus resultierende Welligkeit (SWR). Der Richtkoppler ist für 50 Ohm ausgelegt. Er besitzt Koaxialanschlüsse. Die Betriebstemperatur ist -55 bis +100 °C, die Lagertemperatur ebenfalls -55 bis 100 °C. Es ist ein Gleichstrom bis 460 mA möglich.

Verstärkung, Leistung und Linearität optimal kombiniert



Der ZX60-022 03LPN+ von Mini-Circuits ist ein Breitbandverstärker, der eine Kombination aus hoher Verstärkung, mittlerer Leistung und hohem IP3 über einen sehr weiten Frequenzbereich bietet und eine Vielzahl von Anwendungen unterstützt. Die mittlere Leistung wird mit 15 dBm bei 1 dB Kompression angegeben. Die Verstärkung beträgt nominell 16 dB bei ausgezeichneter Verstärkungseben-

heit von <1 dB typisch. Der Verstärker ist intern geregelt und spannungsgeschützt und besonders gut geeignet für Anwendungen mit geringem Phasenrauschen. Dieses Design wird mit einer einzigen 5-V-Versorgung betrieben und wird in einem robusten, kompakten Unibody-Gehäuse (0,74 x 0,75 x 0,46 Zoll) mit SMA-Anschlüssen geliefert. Dies macht es zu einem hervorragenden Kandidaten für enge Systemlayouts.

Kompakter koaxialer Richtkoppler für 20 bis 2000 MHz



Das koaxiale 6-dB-Richtkoppler-Modell ZFDC-6-23-S+ von Mini-Circuits bietet eine konsistente Kopplung mit hoher Richtwirkung von 20 bis 2000 MHz. Es ist nützlich für das optimale Weiterleiten von Signalen durch Kommunikations- und Testsysteme und weist einen geringen Hauptleitungsverlust von typischerweise 2 dB von 20 bis 1300 MHz und typischerweise 2,7 dB von 1,3 bis 2 GHz auf. Der Kopplungsverlust (Eingang zu gekoppeltem Port) beträgt typischerweise $6,4 \pm 0,5$ dB über den gesamten Frequenzbereich. Der 50-Ohm-Koppler verarbeitet eine Eingangsleistung von bis zu 0,5 W. Es wird mit einem robusten, abschirmenden Gehäuse mit einer Größe von $31,75 \times 31,75 \times 19,05$ mm ($1,25 \times 1,25 \times 0,75$ Zoll) mit SMA-Steckverbindern geliefert und ist für Betriebstemperaturen von -55 bis +100 °C ausgelegt.

Frequenzvervielfacher setzt auf 12 bis 20 GHz um

Das Modell ZXF90-2-24-K+ von Mini-Circuits ist ein Frequenzmultiplikator „mal zwei“, der Eingangssignale von 6 bis 10



GHz in saubere Ausgangssignale von 12 bis 20 GHz umwandelt. Er akzeptiert Eingangssignale mit Leistungspegeln von 16 bis 22 dBm und liefert aufgrund des typischen Umwandlungsverlusts von 17 dB multiplizierte Ausgangssignale mit ungefähr -1 bis +5 dBm. Der Frequenzvervielfacher ist eine kostengünstige Quelle für eine Vielzahl von Systemen einschließlich terrestrischer und Satelliten-Kommunikation sowie Radarsysteme. Der 50-Zoll-RoHS-kompatible Frequenzvervielfacher bietet eine starke Störunterdrückung mit einer typischen Grundsignalunterdrückung von -35 dBc und einer Unterdrückung der dritten Harmonischen von -38 dBc. Er misst $17,27 \times 18,54 \times 9,27$ mm ($0,68 \times 0,73 \times 0,36$ Zoll) mit 2,92-mm-Koaxialbuchsen und hat einen Temperaturbereich von -55 bis +100 °C.

Flexible Kabel übertragen bis nominell 50 GHz



Das Modell FL86-12VM+ von Mini-Circuits ist eine 12 Zoll lange flexible Kabelbaugruppe für einen Frequenzbereich von DC bis 50 GHz und gehört zur FL86-Serie flexibler Koaxialkabel. Dieses Kabel weist einen geringen Verlust über den weiten Frequenzbereich auf und ist mit einem versilberten kup-

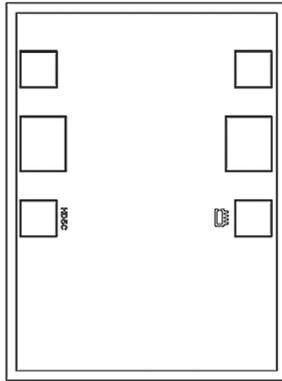
ferkaschierten Stahlmittelleiter ausgestattet. Die 50-Ohm-Koaxialkabelbaugruppe erfüllt die Anforderungen von MIL-STD-348 und wird mit 2,4-mm-Steckern geliefert. Sie ist RoHS-konform und erreicht einen minimalen statischen Biegeradius von 6 mm und einen minimalen dynamischen Biegeradius von 20 mm, um auch an engen Stellen zu passen. Der typische Einfügungsverlust beträgt 0,36 dB bis 6 GHz, 1,1 dB bis 26,5 GHz und 1,74 dB bis 50 GHz. Die typische Rückflussdämpfung beträgt 29,1 dB bis 26,5 GHz und 25,6 dB bis 50 GHz. Die 12-Inch-Kabelbaugruppe verarbeitet Leistungen (bei Raumtemperatur) bis 198 W bei 500 MHz, 99 W bei 2 GHz, 33 W bei 18 GHz und 9 W bei 50 GHz und hat einen Betriebstemperaturbereich von -55 bis +100 °C.

Richtkoppler für 1 bis 20 GHz mit DC-Pass



Das Modell ZCDC10-01203-S+ von Mini-Circuits ist ein koaxialer Richtkoppler mit einem weiten Frequenzbereich von 1 bis 20 GHz und der Fähigkeit, bis zu 0,63 A Gleichstrom vom Eingangs- zum Ausgangsanschluss zu leiten. Dieser Richtkoppler behält einen Koppelgrad von $10 \pm 1,2$ dB über die gesamte Bandbreite bei einem typischen Einfügungsverlust der Hauptleitung von 1 dB bei. Der für 50 Ohm ausgelegte RoHS-kompatible Koppler liefert eine typische Richtwirkung von 23 dB und verarbeitet typische Breitbandleistungspegel bis 20 W. Der Koppler ist nahezu ideal für die Leistungsüberwachung und -messung geeignet und weist eine Rückflussdämpfung von 21 dB oder weniger bis 20 GHz auf. Es ist für Betriebstemperaturen von -55 bis +100 °C ausgelegt und wird mit SMA-Koaxialbuchsen an den Eingangs-, Ausgangs- und gekoppelten Anschlüssen geliefert.

Chip Equalizer gleicht Verstärkerkennlinien bis 20 GHz aus



Die Verstärkerentzerrer der EQY-XX-24-D+ Serie von Mini-Circuits bieten Frequenzgänge, mit denen die positiven Verstärkungssteigungen von Verstärkern, Empfängern und Sendern von Gleichstrom bis auf 20 GHz abgeflacht werden können. Die Equalizer werden mit einem absorbierenden GaAs-Halbleiterprozess hergestellt und in Chip-Form geliefert. Sie sind mit nominalen Dämpfungssteigungen von 0, 2, 3, 5, 6, 8, 10 und 12 dB erhältlich. Beispielsweise hat das Modell EQY-6-24-D+ eine nominelle Dämpfungssteigung von 6,1 dB von Gleichstrom auf 20 GHz, wobei der Verlust mit zunehmender Frequenz abnimmt. Der typische Verlust beträgt 6,8 dB bei 10 MHz, 5,8 dB bei 5 GHz, 3,9 dB bei 10 GHz, 1,1 dB bei 18 GHz und 0,7 dB bei 20 GHz. Das SWR beträgt 1,111 bis 5 GHz, 1,21 bis 10 GHz, 1,3 bis 18 GHz und 1,4 bis 20 GHz. Der 50-Ohm-Entzerrer ist RoHS-kompatibel und kann Eingangleistungspegel von 31 dBm bis 20 GHz verarbeiten. Er hat einen Betriebstemperaturbereich von -55 bis +105 °C.

Flexible Breitbandkabel für enge Biegungen

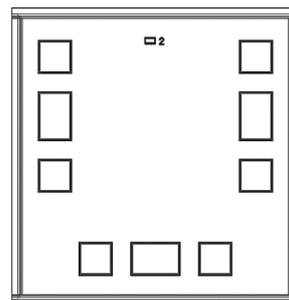
Hand-Flex-Koaxialkabel der Serie 047 von Mini-Circuits sind in verschiedenen Standardlängen erhältlich, um verschiedene Anforderungen zu erfüllen, z.B. die Verbindung von 50-Ohm-Komponenten und Prüfgeräte



bei Signalen im Frequenzbereich von DC bis 18 GHz. Die Kabel können ohne Spezialwerkzeug von Hand in einen Radius von nur 3,2 mm geformt werden, um eine extrem dichte Schaltung und Systemverpackung zu gewährleisten. Das Modell 047-6SMP+ ist beispielsweise eine 6 Zoll lange Hand-Flex-Baugruppe mit SMP-Schnellverbindungs-/Trennbuchsen.

Die Kabelbaugruppe verfügt über eine mit Zinn getränkte, verzinnete äußere Abschirmung aus Kupfergeflecht, die eine gute Flexibilität bei minimalem Signalverlust bietet. Der typische Einfügungsverlust beträgt 0,21 dB von DC bis 2 GHz und nur 0,72 dB bis 18 GHz. Die Rückflussdämpfung ist 28 dB oder besser von DC bis 10 GHz und 27 dB oder besser über die gesamte Bandbreite. Die 6-Inch-Kabelbaugruppe verarbeitet eine Leistung von 11 W über 2 GHz und von 4,5 W bis 18 GHz. Sie erfüllt die Anforderungen von MIL-STD-348 und ist für Betriebstemperaturen von -45 bis +85 °C ausgelegt.

MMIC-Die-Taps mit Breitbandleistung von DC bis 50 GHz



Das Modell HK-PT54-0G+ von Mini-Circuits ist ein MMIC-Nackt-Chip (Die) mit Leistungsabgriff, der eine flache Kopplung

über einen weiten Frequenzbereich von DC bis 50 GHz für Leistungsüberwachungs- und Messanwendungen aufrechterhält. Die Kopplung am Testport ist innerhalb von $\pm 1,4$ dB von 26,5 bis 50 GHz flach. Das SWR am gekoppelten Port beträgt typischerweise 1,39 bis 50 GHz. Der Hauptleitungsverlust beträgt typischerweise 0,7 dB bis 20 GHz, 0,8 dB bis 30 GHz und 1,1 dB bis 50 GHz. Das SWR der Hauptleitung beträgt 1,27 oder besser von DC bis 50 GHz. Der Power Tap kann kontinuierliche Eingangsleistungspegel von 28 dBm und bis zu 31 dBm für bis zu 5 min verarbeiten. Der MMIC-Chip hat einen Betriebstemperaturbereich von -55 bis +105 °C.

LTCC-Balun-Transformator arbeitet im Bereich 4,7 bis 12 GHz



Das Modell NCR2-123-3+ von Mini-Circuits ist ein 1:2-Balun-Transformator aus Niedertemperatur-Cofired-Ceramic (LTCC) mit einem Frequenzbereich von 4,7 bis 12 GHz. Geeignet ist dieses Produkt besonders für Punkt-zu-Punkt- und Satellitenkommunikations-Funkgeräte (Satcom). Der für 50 Ohm ausgelegte RoHS-konforme Balun hat ein Sekundär/Primär-Impedanzverhältnis von 2, einen typischen Einfügungsverlust von 0,5 dB, eine typische Amplituden-Unsymmetrie von 1 dB und eine typische Phasen-Unsymmetrie von 8° über den weiten Frequenzbereich. Der kompakte Balun-Transformator misst nur $2,01 \times 2,49 \times 0,89$ mm (0,079 \times 0,098 \times 0,035 Zoll) und verarbeitet Eingangleistungspegel von bis zu 3 W. Er ist für einen Betriebstemperaturbereich von -40 bis +85 °C ausgelegt.

■ Mini-Circuits
sales@minicircuits.com
www.minicircuits.com

NB-IoT-Portfolio an Funkmodulen erweitert



Quectels Multi-Mode-Modul BG95 zeichnet sich durch seine hervorragenden Leistungen aus. Mit dem neuen BG95-M4 und dem streng limitierten Mini-PCIe von Quectel erweitern Anwender jetzt zusätzlich ihre Applikationsmöglichkeiten.

BG95-M4

Neben LTE Cat. M1/Cat NB2/EGPRS bietet das BG95-M4 integriertes GNSS – genauso wie sein Modul-Kollege BG95-M3. Des Weiteren leistet es unter LTE Cat. M1 maximale Datenraten von 588 kbps im Downlink und 1119 kbps im Uplink. Außerdem zeichnet sich das BG95-M4 durch seinen extrem niedrigen

Stromverbrauch aus, indem es den integrierten RAM/Flash sowie den verbauten ARM-Cortex-A7-Prozessor (ThreadX-Unterstützung) wirksam einsetzt.

Darüber hinaus ermöglicht das BG95-M4 Pin-to-Pin-Kompatibilität mit den hauseigenen Modulen LTE Cat. 4 EG91/EG95, LTE Cat. M1/Cat NB1/EGPRS BG96, NB-IoT BC95, den UMTS/HSPA-Modulen UG95/UG96 sowie dem GSM/GPRS-Modul M95. Durch den kosteneffizienten SMT-Formfaktor $23,6 \times 19,9 \times 2,2$ mm und den hohe Integrations-Level des BG95-M4 können Nutzer ihre eigene Applikation sehr einfach designen und das Modul in

Anwendungen mit hohen Stückzahlen einsetzen.

Die zahlreich vorhandenen Internet-Protokolle, Interfaces und Funktionen erweitern die Einsatzmöglichkeiten des Moduls enorm. Zu letzteren zählen beispielsweise Smart Metering, Tracking-Anwendungen oder Wearable Devices.

BG95-M4 Mini PCIe

Das BG95-M4 Mini PCIe ist ein Multi-Band LTE Cat M1/Cat NB2/EGPRS Modul im Standard PCI Express Mini Card Formfaktor (Mini PCIe). Es ermöglicht maximale Datenraten von 588 kbps im Downlink und 1119

kbps im Uplink. Es kommt im kosteneffizienten Formfaktor $51 \times 30 \times 4,9$ mm und ebenso zahlreichen Protokollen, Schnittstellen sowie Funktionalitäten wie das BG95-M4 (USB-Treiber für Windows 7/8/8.1/10, Linux etc.). Dadurch erreichen Anwender ähnlich hohe Einsatzmöglichkeiten in M2M-Applikationen wie mit seinem kompakteren Pendant.

Die besonderen Fähigkeiten des BG95-M4 und des BG95-M4 Mini PCIe liegen in den erweiterten Funktionalitäten. So können Nutzer diese beiden Module auch im 450-MHz-Bereich respektive im Band 72 für Europa einsetzen und erhöhen dadurch zusätzlich deren Anwendbarkeit.

Das BG95-M4-Modul ist bei tekmodul derzeit als sehr limitiertes Engineering Sample verfügbar und das BG95-M4 Mini PCIe sogar nur in extrem begrenzter Stückzahl lieferbar (ebenfalls Engineering Sample).

■ *tekmodul GmbH*
info@tekmodul.de
www.tekmodul.de

WiFi-SiP „en miniature“

Das System-in-Package-Modul WFM200 ist laut Silicon Labs das weltweit kleinste vorzertifizierte SiP mit integrierter Antenne – und das bei einer „Größe“ von nur $6,5 \times 6,5$ mm. Es unterstützt 2.4 GHz 802.11 b/g/n WiFi und ist besonders optimiert in Bezug auf Energieeffizienz, um auch bei steigender Geräteanzahl in einem Verbund, eine zuverlässige Konnektivität zu gewährleisten. Wichtig, wenn es um angeschlossene Geräte in privaten und kommerziellen Netzwerken geht.

Weniger ist mehr

Der Strombedarf des Modules liegt bei (TX/RX) 145/42,3 mA. In punkto Stromverbrauch bei der Delivery Traffic Indication Message (DTIM) liegt dieser bei einer Dreier-Beacon-Periode bei nur 298 µA. Damit werden Herausforderungen

gerade bei stromkritischen, batteriebetriebenen WiFi-Produkten bestens bewältigt.

Das Design lässt sich durch die FCC-, CE- und IC-Vorzertifizierung vereinfachen und



die minimale Größe trägt zur Miniaturisierung bei. Eine beschleunigte Markteinführung neuer Produkte ist das Resultat. Für batteriebetriebene Geräte wie beispielsweise IP-Sicherheitskameras, Point-of-Sale-Terminals und Consumer-Geräte und andere WiFi-fähigen IoT-Anwendungen entsteht hier ein deutlicher Vorteil.

Das WFM200 bietet darüber hinaus umfangreiche Entwicklungs-Tools und ein Starter-Kit an. Das Modul unterstützt sowohl Linux-basierte Hosts als auch RTOS-basierte Hosts, um eine vollständige WLAN-Lösung bereitzustellen. Hochgeschwindigkeits-SPI- und SDIO-Host-Schnittstellen sorgen für Flexibilität und Durchsatz.

■ *m2m Germany GmbH*
www.m2mgermany.de

HF-Transceiver für Industrieanwendungen in Nordamerika



Die Firma Circuit Design, Inc. brachte das HF-Transceivermodul LMD-401 für Industrieanwendungen auf den Markt. Das Modul ist in USA (FCC Part 90) und Kanada (ISED RSS-119) zugelassen.

LMD-401 wurde entwickelt als Nachfolger des hoch-performanten LMD-

400-R, einem kompakten, integrierten Modul mit großer Reichweite, Batteriebetrieb und die für den Einsatz in Funksystemen geforderte hervorragende Störfestigkeit. LMD-401 ist pin-kompatibel mit LMD-400-R, bietet die gleiche Leistung, einen geringeren Stromverbrauch und einen breiteren Temperaturbereich. Anwender können beliebige Frequenzen innerhalb des 458...462,5-MHz-Bandes einstellen (12,5 kHz Schritte) und die HF-Ausgangsleistung innerhalb dieses Bandes weist eine verbesserte Gleichmäßigkeit auf. Die Empfangseigenschaften zeichnen sich durch eine erstklassige Störfestigkeit aus und erfüllen die Kategorie

1 der höchsten Empfängernorm der EN 300 220.

Mit LMD-401 deckt Circuit Design die Lizenzbänder in Nordamerika ab, mit dem HF-Transceivermodul STD-302Z die ISM-Bänder in Europa und Asien. Die beiden Module sind schnittstellenkompatibel. Circuit Design bietet damit eine ganze Palette von integrierten Funkmodulen für den industriellen Einsatz im 400-MHz-Band an. Dieses eignet sich für Funksteuerungsanwendungen an Orten, an denen die Sichtverbindung eingeschränkt ist und zahlreiche Hindernisse vorhanden sind, z.B. auf Baustellen.

Die Module sind darauf ausgelegt, dass sie geringe Störemissionen sowie eine hervorragende Störfestigkeit aufweisen. Auch wo mehrere Funksysteme gleichzeitig betrieben werden, können sich Anwender auf einen stabilen Betrieb verlassen.

Bei der Entwicklung des LMD-401 hat Circuit Design die Schnittstelle des Vorgängermoduls beibehalten und gleichzeitig die internen Schaltungen aktualisiert, wodurch die für industrielle Systeme geforderte Langzeitlieferbarkeit gewährleistet wird.

■ *Circuit Design GmbH*
info@circuitedesign.de
www.circuitedesign.de

WiFi6-Module für Industrie + Automotive

Mit den neuen Quectel-Serien AF50T und FG50X für WiFi6-Applikationen erweitern die Modulspezialisten aus Shanghai ihr eigenes Portfolio um zwei vielversprechende Produktreihen. Die beiden Devices wurden insbesondere mit dem Fokus auf höhere Datenraten, geringere Latenzen, niedrigerer Energieverbrauch und höhere Netzabdeckung entwickelt.

FG50X

Die FG50X-Reihe basiert auf dem Qualcomm FastConnect 6800 mobile connectivity Subsystem, das für noch schnellere, sichere und stabilere WiFi-Leistungen sorgen soll. In mehreren Ausführungen erhältlich, soll damit gewährleistet werden, dass Anwender genau das WiFi6-Modul erhalten, das sie für ihre Anwendung benötigen.

Außerdem verfügt die FG50x-Serie über neue Bluetooth-Audio-Fähigkeiten und liefert in Kombination mit dem RG500Q überlegene 5G- und Wifi6-Ergebnisse für MiFi und CPEs. Letztere sollen High-speed-Verbindungen mit bis zu

32 Clients gleichzeitig ermöglichen. Dadurch können Nutzer zuverlässigere Multiuser-Szenarios, bspw. für den Smart-Home-Bereich, designen. Darüber hinaus werden Netzwerküberlastungen bei komplexen Indoor-Applikationen wie für Schulen, Fabriken oder Shopping Malls reduziert. Die FG50X-Serie verbessert durch die Nutzung des WPA3 encryption mode zudem die Sicherheit der WiFi-Verbindungen.

AF50T

Das gerade für den Automotive-Sektor optimierte WiFi6-Modul AF50T basiert auf dem Qualcomm Automotive WiFi6 Chip,

dem QCA6696, der Qualcomms fortschrittlichste Automotive-WiFi-Lösung darstellt.

Das AF50T hält konsequent die Standards nach IATF 16949:2016 ein und erfüllt ebenso Automotive-Qualitätsprozesse wie APQP und PPAP. Dadurch eignet sich das AF50T nahezu perfekt für Anwendungen im IoV (Internet of Vehicles) wie beispielsweise in Infotainment-Systemen oder bei der direkten Onboard-Diagnose (OBD). Mit seinem kompakten LGA-Formfaktor von $19,5 \times 21,5 \times 2,3$ mm erlaubt es zudem OEMs und Tier-1-Zulieferern, die eigenen Produktgrößen und Kosten zu senken.

Mit den Quectel-Serien AF50T und FG50X für WiFi6-Applikationen entwickeln Sie Premium-Anwendungen für unterschiedlichste Branchen und Bereiche. Neben dem Automotive- und Industriemarkt schaffen Sie ebenso Lösungen für industrielle Kontrollsysteme, Smart Homes und viele weitere IoT- und IoV-Bereiche.

Weitere Features:

- Supporting IEEE 802.11 ax + BT 5.1
- Backward compatible with 802.11a/b/g/n/ac protocols
- Supporting Dual MAC, 2.4 & 5 GHz Dualbands Simultaneous (DBS) in 2x2+2x2 mode
- MU-MIMO with 8x8 sounding
- Advanced Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA)
- 1024-QAM (Orthogonal Amplitude Modulation) capabilities
- Maximum data rate of up to 1774.5 Mbps

■ *tekmodul GmbH*
info@tekmodul.de
www.tekmodul.de

Neue Full-GNSS-Antennen



Neue Premium-Antennen kommen von Tallysman. Die VeroStar-Antennen-Serie bekommt Zuwachs und kann gleich mit vier neuen Highend-Lösungen für extrem exaktes Positioning aufwarten. Dabei verfügen selbstverständlich auch die „Neuen“ (VSE6028, VSE6028L, VSE6328 sowie VSE6328L embedded) im Tallysman-Portfolio über am Markt einzigartige Features, die geplante Applikation entscheidend verbessern werden.

VSE6328L Embedded VeroStar

Die leichte und ebenso kompakte embedded VeroStar VSE6328L wurde speziell für hochpräzises

Positioning entwickelt und ist gleichzeitig äußerst robust und zuverlässig. Mit einem außergewöhnlich niedrigen Rolloff vom „Scheitel bis zur Sohle“ ermöglicht Anwendern die VeroStar Best-in-Class-GNSS-Tracking samt L-Band-Correction von Signalen mit niedrigem Höhenwinkel.

Exakte Lokalisierung

Ein sphärisches Breitband-Antennenelement ermöglicht der VeroStar eine Phasenzentrumsabweichung (PCV) von nur ± 2 mm, wodurch die Tallysman-Antenne das ideale Device für extrem exakte Lokalisierungsanwendungen ist. Dazu zählen

beispielsweise die Autonome Fahrzeugnavigation (Land, Wasser, Luft), RTK/PPK-Systeme, smarte Überwachungsgeräte oder maritime Ortung. Die VeroStar VSE6328L verfügt außerdem über ein robustes Vorfilter und eine High-IP3-LNA-Architektur, die größere Empfindlichkeitsverluste durch Out-of-Band-Störsignale hoher Leistung verhindert wie z.B. 700 MHz LTE. Das Rauschmaß bleibt auch in solchen Fällen bei niedrigen 1,8 dB. Darüber hinaus wurde die embedded VeroStar diversen Schock- und Vibrationsstests unterzogen und ist somit bestens für den professionellen Einsatz gerüstet.

Key Features:

- tight phase center variation (+/-2 mm)
- low axial ratios from zenith to horizon
- low roll-off from zenith to the horizon
- high G/T at low elevation angles
- invariant performance from 3 to 16 V DC
- low current (50 mA)
- low noise figure (1.8 dB)
- light, compact, and robust design
- REACH and RoHS compliant

■ CompoTEK GmbH
www.compotek.de

Kundenspezifische hochwertige Filter-Lösungen

Die Kommunikationslösungen von Echo-Microwave überzeugen Anwender mittlerweile seit einigen Jahren und stehen für hochwertige und kundenspezifisch angepasste elektronische Bauelemente. Dabei können sie auf eine große Auswahl verschiedenster Filterklassen zurückgreifen – egal, welche Erfordernisse ihre Applikation mit sich bringt. Dazu zählen unter anderem Ceramic-, Cavity-, Waveguide- oder Ultrawideband-Filter, die sie auch unter persönlicher Beratung erhalten.

Die Anwendungsmöglichkeiten von Echo-Microwave-Produkten sind dabei vielseitig – ob kommerziell oder auch in militärischen Applikationen.

Echo-Microwave bietet Wellenleiter-Filter und Duplexer (Transverse Electric Mode) bis 18 GHz. Das TE Mode Filter hat dabei kein elektrisches Feld in Rich-



tung der Ausbreitung, außerdem gibt es nur ein Magnetfeld entlang der Ausbreitungsrichtung. Das TE Mode Filter hat dadurch größere Vorteile beim Einsatz in Hochfrequenzbändern, ist jedoch – im Vergleich mit dem SIW-Filter (Substrate-Integrated-Waveguide) – nur für eine schmale Bandbreite geeignet. Darüber hinaus verfügt es im Direktvergleich mit dem SIW-Filter über steilere Dämpfungsfanken.

Oberflächenmontage- und die steckverbinderförmige Designs kann Echo-Microwave

dabei in kleinen Größen und zu niedrigen Kosten anbieten. Dabei unterliegen die Konstruktions- und Herstellungsverfahren von Echo-Microwave strengen Qualitätssicherungsverfahren, die einen deutlichen Wettbewerbsvorteil gegenüber anderen Herstellern darstellen. Außerdem verfügen alle Echo-Artikel über eine Zwei-Jahres-Garantie und sind RoHS-konform.

Key Features:

- Frequenzbereich bis zu 18 GHz
- Oberflächenmontage- und Steckverbinder-Design verfügbar
- BPF/DPX
- hervorragende Temperaturstabilität
- kleine Größe und kostengünstige Lösung
- Leistungsaufnahme bis 20 W

■ CompoTEK GmbH
www.compotek.de

Breakout-Board für dynamische IoT-Netzwerke



NEOMESH EXCEEDS THE INDUSTRY'S RELIABILITY STANDARDS

tigen eine zusätzliche Antenne und schon haben sie einen voll funktionsfähigen Wireless Mesh Network Node! Das NC1000C-8 arbeitet auf dem 868-MHz-Frequenzband und erfüllt die meisten nationalen Voraussetzungen für einen weltweiten Einsatz. Das IoT-Funkmodul ist zudem ultrakompakt, kosteneffizient und einfach zu integrieren.

Key Features Breakout-Board Featherwing:

- Breakout board incorporating the NeoMesh wireless mesh network modules NC1000-8, NC1000-9 & C2400
- Supports two modes of usage: Standalone breakout board, Feather Wing compatible with the Adafruit Feather development boards

Key Features Modul NC1000C-8:

- Full System in a module: adds power and an antenna to create a fully functional Wireless Mesh Network node
- NeoMesh Protocol Stack optimized for ultra lowpower and reliability
- Generic Application layer which can be configured to suit the product needs
- Ultra small formfactor which allows for easy integration in compact products
- Supply Range 2...3,6 V suitable for direct battery operation
- CE approved

Anwendungen:

- Wireless Sensor Networks
- Automatic Meter Reading
- Advanced Metering Infrastructure
- Mobile Ad-Hoc Networks
- Home Control & Building Automation
- Industrial Automation
- Alarm and Security Systems
- Agricultural and Forest Monitoring ◀

Ein innovatives Wireless-Protokoll vereinfacht den Aufbau von großen, autonomen und dynamischen IoT-Netzwerken. Das NeoMesh von NeoCortec beruht auf einem einzigartigen, zeitscheibenbasierten Mesh-Protokoll und verspricht eine einfache Integration neuer Netzwerkknoten. Das Konzept und basiert auf einem patentierten, sich selbst managenden Ultra-Lowpower-Wireless-Mesh-Netzwerkprotokoll. Es gewährleistet einen sicheren und zuverlässigen Betrieb von Netzwerken mit bis zu 64.000 Endknoten. Je nach Bedarf können Anwender dabei zwischen drei jeweils nur 11 x 18 x 2,5 mm großen vorkonfigurierten Wireless-Modulen für die Frequenzbereiche 2,4 GHz ISM, 868 MHz SRD und 915 MHz ISM wählen, von denen jedes in Netzwerken als komplett autonomer Knoten fungiert.

Breakout-Board Featherwing

Das Breakout-Board Featherwing wurde für Fast-Prototyping design und setzt keine

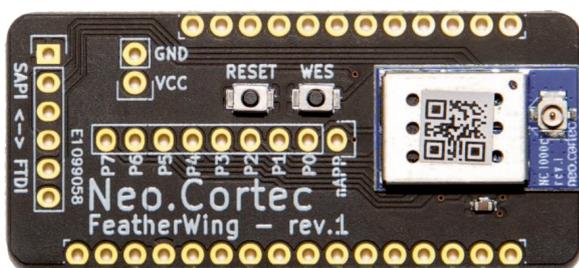
weiteren Voraussetzungen an die Hardware-Entwicklung. Es unterstützt dabei zwei verschiedene Anwendungsmodi – als Standalone-Variante oder Featherwing-kompatibel mit den Adafruit Feather Development Boards. Beim Standalone-Modus können Anwender direkt Sensoren und Aktoren mit dem dem Board respektive dem NeoMesh-Modul verbinden. Dafür müssen sie lediglich eine kleine Batterie an das Featherwing ankoppeln und schon haben sie in kürzester Zeit einen kompletten Sensor-Prototyp. Der Formfaktor des Breakout Boards wurde außerdem so konzipiert, dass es direkt mit den verschiedenen Adafruit-Entwicklungs-Boards zusammenpasst. Dadurch können Nutzer im Adafruit Feather Mode Microcontroller sehr einfach integrieren und fortschrittliche Prototypen echter, NeoMesh-basierter Produkte erschaffen.

Technische Besonderheiten und Applikationen

Zusammen mit den NeoCortec-Modulen wie dem Lowpower-Device NC1000C-8 können Nutzer eine große Zahl unterschiedlichster Applikationen realisieren. Das NC1000C-8 von NeoCortec ist wie seine Modul-Kollegen im Kontext eines Mesh Networks ein komplettes System in einem einzigen Modul. Anwender müssen es lediglich mit Strom versorgen und benö-



tekmodul GmbH
info@tekmodul.de
www.tekmodul.de



Oszillatoren mit programmierbaren Funktionen, Teil 3

Die wichtigsten Vorteile in der Lieferkette

SiTime

Programmability - Fastest Time to Production



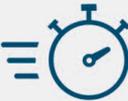
CONFIGURE
in seconds

No NRE



PROTOTYPE
in minutes

Production-worthy samples



PRODUCTION
in days

Fastest lead times



TIME MACHINE II
Instantly program samples

Kunde schnell einen Oszillator nach einer beliebigen Spezifikation aus dem breiten Spektrum der programmierbaren Optionen der Familie konfigurieren. Sobald ein Kunde eine Konfiguration auswählt, hat er mehrere Möglichkeiten, Produkte mit sehr kurzen Vorlaufzeiten zu erhalten:

1) Schnell-Service für die Standard-MEMS-Oszillatoren innerhalb von Tagen

2) Kunden haben aber auch die Möglichkeit, vor Ort programmierbare SiTime-Oszillatoren in ihrem eigenen Labor mit einer Time Machine II zu programmieren. Dieses Tool kann die Frequenz, Spannung, Stabilität und andere Funktionseigenschaften wie die Ausgangstreiberstärke oder Spread Spectrum programmieren; extrem nützlich für kleine Mengen oder die Erstellung von Mustern in sofortiger Produktionsqualität und schnellen Prototypen.

3) Für Großserienaufträge werden Produkte ab Werk programmiert. Der Prozess beginnt mit dem Abziehen von Silizium aus einer vorhandenen Chipbank. Das Silizium wird dann verpackt, getestet, programmiert und ist in der Regel innerhalb

In diesem Teil behandeln wir die Supply-Chain-Vorteile programmierbarer MEMS-Timing-Lösungen.

Unsere vierteilige Serie zum programmierbaren Timing befasst sich mit den vielen Vorteilen einer flexiblen Oszillatorplattform.

Der erste Teil diskutierte die leistungsbezogenen Top-Vorteile. Im zweiten Teil ging es darum, wie man Größe und Leistung mit programmierbaren Funktionen verbessern kann. In die-

sem dritten Teil behandeln wir die Supply-Chain-Vorteile programmierbarer MEMS-Timing-Lösungen.

Kurze Lieferzeiten

Einer der größten Vorteile in der Lieferkette von SiTime MEMS-Oszillatoren sind ihre kurzen Vorlaufzeiten. Mit dem Si-Time-Teilenummerngenerator kann ein

Programmability – Shorter Lead Times

Customer Order	SILICON MEMS manufacturing
 Die bank	<div style="background-color: #0070c0; color: white; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">4 to 6 weeks</div> Assemble, package, test, program
Customer Order	QUARTZ manufacturing
 Grow quartz	<div style="background-color: #0070c0; color: white; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">8 to 24 weeks</div> Manufacture resonator, purchase analog, assemble, package, test, age, screen

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

Programmability – Guaranteed Supply



 Reduced inventory cost	 Reduced risk	 Faster time to market	 Short lead times Meet upside demand
--------------------------------------	----------------------------	-------------------------------------	---



SiTime MEMS – Always Meets Upside
Silicon die bank, programmable at final test



Quartz – Not Programmable, Limited
Each SKU needs its own inventory

von vier bis sechs Wochen versandbereit. Im Gegensatz dazu werden Quarzoszillatoren von Grund auf aufgebaut, wobei nur begrenzte Frequenzoptionen zur Verfügung stehen. Bei Quarzprodukten ist für jede Frequenz ein anderer Kristallschnitt erforderlich, es sei denn, es wird eine Phasenregelschleife (PLL) verwendet. Dies führt zu sehr langen Vorlaufzeiten von acht bis 24 Wochen und einer begrenzten Auswahl an Funktionen.

Treffen Sie ungeplante Upsides

Ein weiterer Vorteil programmierbarer MEMS-Timing-Lösungen besteht darin, den nicht vorhergesagten Bedarf zu decken. Die programmierbare Architektur sowie die Verwendung von Standard-Halbleiterprozessen und großvolumigen Gehäusen machen die Produktionsmengen extrem skalierbar. Silizium-MEMS-Oszillatoren werden in der riesigen Halbleiterfertigungs-Infrastruktur mit ihrer enormen Kapazität hergestellt. Im Gegensatz dazu werden Quarzoszillatoren in einer sehr spezialisierten und firmeneigenen Lieferkette hergestellt. Wenn Kunden die Produktion steigern müssen, so müssen sie

möglicherweise mit Quarzoszillatoren neu beginnen.

Da die MEMS-Oszillatoren auf einer programmierbaren Plattform mit denselben Siliziumresonatoren aufgebaut sind, können Lagerkosten gesenkt und diese Einsparung an die Kunden weitergeben werden. In Kombination mit den kurzen Vorlaufzeiten und der Skalierbarkeit hilft die Flexibilität von MEMS-Taktgebern den Kunden, die Markteinführung zu beschleunigen und gleichzeitig das Versorgungsrisiko zu senken.

Eine Qualifikation für Millionen von Teilen

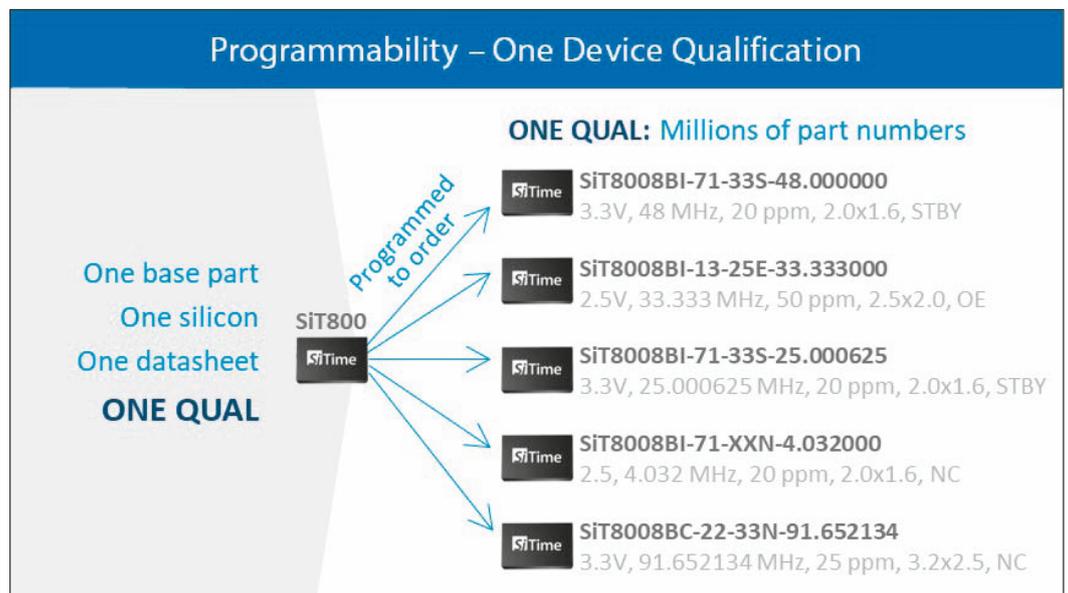
Das Qualifizieren von Komponenten für Endbenutzungsbedingungen kann viel Zeit und Ressourcen in Anspruch nehmen. Gute Nachrichten... Mit SiTime-Oszillatoren kann der Qualifizierungsaufwand reduziert werden. Die Produktfamilien teilen sich den gleichen Siliziumchip und jeder kann Millionen von Teilenummern erzeugen. Ein Basisteil wie das SiT8008 ist im Wesentlichen dasselbe Produkt, bis es

für die Kundenbestellung programmiert wird.

Nehmen wir an, ein Kunde hat Zeit investiert, um die SiTime-MEMS-Oszillatortype SiT8008 mit einer bestimmten Ausgangsfrequenz zu qualifizieren, aber ein neues Platinen-Design erfordert eine andere Frequenz. Da der Basisbaustein SiT8008 über einen großen Frequenzbereich programmiert werden kann, können die vorhandenen Qualifizierungsdaten auf das Teil mit einer neuen Frequenz erweitert werden. Im Gegensatz dazu erfordert jede Quarzfrequenz typischerweise einen anderen Quarzrohling, und daher auch jede Quarzartikelnummer neue Qualifizierungsdaten.

Man sieht: MEMS-Timing-Bauelemente ermöglichen eine flexible Lieferkette, die nahezu unbegrenzte Kapazitäten für die Kontinuität der Versorgung und extrem kurze Vorlaufzeiten bietet. In der Summe haben diese programmierbaren Lösungen beispiellose Design- und Leistungsvorteile, sowie einen Vorteil in der Lieferkette – all dies hilft den Kunden, ihre Produkte und ihre Position auf dem Markt zu differenzieren.

Im vierten und letzten Teil werden in drei Szenarien die Entwicklungsprobleme und der Schwellenwert für die Verwendung eines Oszillators gegenüber einem Quarz untersucht. ◀



Neue 5G-Core-Netzwerktestlösung



Keysight Technologies kündigte die 5G-Core-Testsoftware LoadCore an – und das China Mobile Research Institute (CMRI) hat LoadCore ausgewählt, um die Leistung unter Verwendung von 5GC-Netzwerk-Equipment, das von großen Infrastrukturanbietern zur Verfügung gestellt wird, zu validieren. Denn um neue Mobilfunkstandards in vollem Umfang nutzen zu können, gehen die Mobilfunkbetreiber von einem Evolved Packet Core (EPC) zu 5GC über.

Virtualisierte Netzwerkarchitektur

Durch die Kombination der 5G-NR-Bereitstellung im Standalone-Modus mit einer virtualisierten Netzwerkarchitektur können die Betreiber das Network Slicing effizient nutzen, um Ressourcen für verschiedene Anwendungsfälle zuzuweisen. Infolgedessen müssen Mobilfunkbetreiber zur Unterstützung von Service-Level-Agreements sowohl für Verbraucher als auch für die Industrie eine riesige Anzahl von Geräten und Verbindungen verwalten.

Simuliert komplexe reale Anwendermodelle

Die 5GC-Testsoftware LoadCore von Keysight simuliert komplexe reale Anwendermodelle, um Mobilfunkbetreiber und Her-

steller von Netzwerk-Equipment in die Lage zu versetzen, die Leistung und Zuverlässigkeit von Sprach- und Datenübertragungen über 5GC-Netzwerke zu qualifizieren. Die Servicequalität (QoS) auf Carrier-Grade-Niveau kommt Verbrauchern zugute, die auf datenintensive Anwendungen wie Video und Spiele zugreifen, sowie Unternehmen, die auf kritische IoT-Anwendungen in Sektoren wie Automobil, Fertigung, Energie und Versorgungsunternehmen angewiesen sind.

Integriertes Testlösungsportfolio

Die 5GC-Testsoftware LoadCore von Keysight ist Teil eines integrierten Testlösungsportfolios, das es einem vernetzten Ökosystem ermöglicht, die Leistung des Netzwerks vom Edge des RAN bis zur Cloud konsistent zu validieren. Um zu verifizieren, dass drahtlose Anwendungen sowohl mit 4G- als auch mit 5G-Technologie die Erwartungen der Endbenutzer erfüllen, ermöglichen es die Testlösungen von Keysight Mobilfunkbetreibern und NEMs, sowohl 5G- als auch ältere Funkzugangsnetze (RANs) sowie das 5GC zu validieren.

„5G-Netzwerke erfordern erweiterte Möglichkeiten, die verifiziert werden müssen, einschließ-

lich der elastischen Skalierung von Netzwerkknoten, Netzwerk-Slicing und Multi-Access-Edge-Computing bei der Simulation des Verhaltens von Millionen von UEs“, sagt Kalyan Sundhar, Vice President und General Manager der Edge-to-Core Group von Keysight. „Keysights neue Cloud-native 5GC-Testsoftware LoadCore ermöglicht es Service-Providern und Netzwerkausrüstern, die 5G-Core-Netzwerke auf ihrem Weg von der Entwicklung bis zur Bereitstellung zu validieren.“

Erfolgreicher Übergang von 4G zu 5G

„Wir freuen uns, China Mobile beim erfolgreichen Übergang von 4G zu 5G zu helfen. Unsere Testlösungen unterstützen eine ambitionierte Strategie der 5G-Bereitstellung, mit der bereits über 50 Großstädte in ganz China bedient werden“, so Steve Yan, Vice President of Sales für Greater China bei Keysight Technologies. „Mit LoadCore von Keysight kann CMRI schnell und zuverlässig überprüfen, ob die eingesetzte 5G-Netzwerkausrüstung heute und in Zukunft komplexe Anwender- und Traffic-Modelle unterstützt.“

Netzwerkkapazitätstests durchführen

Mit der 5GC-Testsoftware LoadCore von Keysight können Anwender Netzwerkkapazitätstests durchführen, den Gerätedatendurchsatz messen und eine Vielzahl von Endbenutzerverhalten und Mobilitätsszenarien modellieren. Als skalierbare Lösung zur Validierung der 5GC-Netzwerkleistung kann sie verifizieren, dass der bereitgestellte Konnektivitätsdienst unter verschiedenen anspruchsvollen Bedingungen stabil bleibt, z.B. bei plötzlichen Spitzen in der Netzwerknutzung, die durch Katastrophen oder andere Großereignisse verursacht werden. ◀

Extended 116-Gbit/s PAM4 Error Detector Functions



Anritsu Corporation has released an FEC symbol capture function and Bathtub test capability for its 116-Gbit/s PAM4 Error Detector (ED) MU196040B, offering more functionality for developers of 400-GbE and 800-GbE devices. Installed in Anritsu's flagship Signal Quality Analyzer-R MP1900A series, these functions can be downloaded from the MP1900A website.

Background: The spread of commercial next-generation 5G mobile communications services enables faster sending and receiving of large video and data files. To support larger and faster transmissions, data centers, which are key infrastructure in 5G mobile networks, are also investigating

speed upgrades from the current 100 GbE to 400 GbE and in future to 800 GbE/1.6 TbE standards.

PAM4 used in 400 GbE is easily affected by noise and transmission path losses, making it difficult to achieve the previous level of error-free transmissions and requiring use of FEC to correct generated errors and maintain transmission quality. Consequently, there is increasing need for quantitative measurement of jitter-related signal quality, such as jitter tolerance measurement for evaluating the performance of high-speed devices and transceivers for 400-GbE. To meet this need and support 400G network evolution, Anritsu has added two new features to its MP1900A

– the FEC symbol capture function to evaluate FEC-based network elements, and the PAM4 Bathtub test capability. In today's high-speed networks, some low-probability errors are expected in data traffic, errors that are corrected using FEC. The new MP1900A ED function determines if the errors can be corrected by FEC and starts capturing data streams only when the burst errors exceed the FEC uncorrectable threshold. From the captured data, a user can discover what kind of data stream caused the uncorrectable burst errors. Since the impact of jitter becomes severe as the data-stream baud rate is increased to achieve a higher traffic capacity, Anritsu has added the PAM4 Bathtub test capability to evaluate and quantify the jitter phase margin.

The modular MP1900A

running embedded Windows 10 can easily be expanded. As well as supporting 400-GbE and 800-GbE PAM4, it is a market-leading bit error rate tester (BERT) for various high-speed interfaces, including PCI Express Gen5 and USB4, using a full line of modules and application software. In addition to offering more accurate BER measurements, the MP1900A helps shorten development times for high-speed devices and transceivers.

■ *Anritsu Corporation*
www.anritsu.com

Mini-Circuits expands Distribution Agreement with Mouser to 206 Countries

Mini-Circuits has announced an expansion of its distribution partnership with Mouser Electronics, Inc., making Mouser an authorized distributor of Mini-Circuits' product line in 206 countries. The two companies first announced their partnership in March with initial distribution in the U.S. and India. The expanded agreement will give more international customers the option to order Mini-Circuits components through

Mouser or directly through Mini-Circuits.

"The feedback we've received from customers ordering through Mouser after the first four months has been overwhelmingly positive," said Steven Scheinkopf, Mini-Circuits' vice president of technical marketing. "We are excited to extend this partnership to give more customers around the world the convenience and flexibility to choose their pre-

ferred point of sale for Mini-Circuits parts."

As an authorized distributor, Mouser Electronics is focused on the rapid introduction of new products and technologies, giving customers an edge and helping accelerate time to market. Over 800 semiconductor and electronic component manufacturers count on Mouser to help them introduce their products into the global marketplace. Mouser's custo-

mers can expect 100% certified, genuine products that are fully traceable from each manufacturer. Mouser currently stocks over 1,200 Mini-Circuits part numbers with more models planned for release.

■ *Mini-Circuits*
www.minicircuits.com

■ *Mouser Electronics*
www.mouser.com

World's Smallest Shielded Mioty Module for Massive LPWAN

Radiocrafts AS announced a new family of RF modules for massive IoT deployments using the new Mioty radio protocol. It is targeting Smart Metering, Smart City and Industrial sensor applications on a massive scale. The compact module RC1882CEF-Mioty1, measuring only 12.7 x 25.4 mm, is the first shielded RF module with a complete Mioty stack designed for industrial use and volume production. The radio module is completely shielded to avoid electromagnetic interference and allowing for a modular certification.

The Mioty radio protocol implements the ETSI TS 103 357 specifying UNB-TS using Ultranarrowband radio and Telegram Splitting to achieve unprecedented range and interference resistance. This new radio technology represents an innovative solution for massive IoT deployments. Telegram Splitting ensures high resistance to interference, reducing packet loss in noisy environments and crowded shared spectrum.

The module is supported by a Development Kit consisting of two Development Boards and accessories that out-of-the-box can be connected to a PC, and ready to send application data to a Mioty gateway. The module will work with any third-party Mioty gateway. The initial release is a one-way solution for data transmission but will be upgraded to bidirectional as soon as the infrastructure for this is in place. Also a US, FCC compliant variant is planned. The European variant at 868 MHz is available as evaluation samples, and Development Kits.

Key features:

- LPWAN: Ultra-narrowband radio with Telegram Splitting technology
- Highly resistant to interference
- Only LPWAN for massive IoT deployments
- More than a million messages per day in one network (single gateway)
- Typical 15 km line-of-sight, 5 km in urban environment
- License free 868 MHz for Europe. 915 MHz for US / FCC (to be released)
- Very low power consumption, short radio transmissions, battery friendly
- Shielded compact module, only 12.7 x 25.4 mm, delivered on T&R

■ *Radiocrafts AS*
www.radiocrafts.com

4.9 to 6 GHz Dual-Polarized, Parabolic Antenna Line



RadioWaves has released a new series of wideband, dual-polarized antennas covering the 4.9 to 6 GHz frequency bands. RadioWaves' new dual-polarized, wideband antennas are ideal for 5 GHz ISM, U-NII-1, -2, -3, -4 and 4.9 GHz public safety bands, as well as high-density, point-to-point backhaul applications and client premises. The wideband design of this antenna eliminates the need to purchase different antennas for each frequency. They are available in 2-, 3-, 4- and 6-foot diameters in both standard and high performance configurations. The 4.9 to 6 GHz wideband series deliver gain performance ranging from 29.8 to 38.4 dBi for standard performance and 29.3 to 38.2 dBi for high performance.

These antennas are engineered to suppress side-lobes and back-lobes and are excellent at rejecting interference, which is further enhanced by high performance configuration's advanced RF absorption material. They feature rugged construction with a patented 6-point mounting connection for set-and-forget installation and with built-in fine elevation and azimuth angle adjustment. They are offered with dual-polarized N-type connectors and are fully powder coated with rugged hardware built to survive the elements and come fully pre-assembled from the factory, simplifying installation and guaranteeing factory-tested quality.

■ *RadioWaves, Inc.*
www.infiniteelectronics.com

RF Hybrid Couplers operate up to 40 GHz

Pasternack has expanded its line of RF hybrid couplers with new models that meet the demands for higher frequency components. Pasternack's hybrid coupler line expansion consists of 21 new models with



a high-frequency operating range of up to 40 GHz for wide band applications. These coaxial designs feature SMA and 2.92 mm connectors. They are ideal for RF applications that require an even split of input and output ports with 90° or 180° phase shifts while maintaining high isolation between the ports. These hybrid couplers deliver power handling capability of up to 100 W (CW). These new models provide very good isolation and insertion loss performance with low return loss. The flat phase balance performance spans across the frequency range.

■ *Pasternack*
www.infiniteelectronics.com

Highly Stable 32.768 kHz TCXO

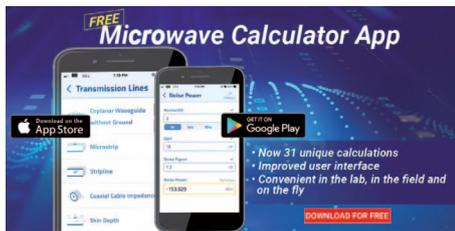


TM-2220-C7 is a plug and play temperature compensated frequency reference for applications where reliable and accurate oscillator is needed without frequency jump. Combining minimal foot print (3.2 x 1.5 x 0.8 mm), only four connections and outstanding performances with 1.5 μ A maximum current consumption associated to tight frequency stability of ± 5 ppm over full industrial temperature range, this factory calibrated device is embedded in a hermetically sealed compact reflow solderable DFN package. This fully embedded device achieves significantly better stability performances than separate components on a PCBA. Moreover, it does not require any oscillator adjustment during OEM design phase, minimizing integration constraints thus lowering development cost and time to market.

TM-2220-C7 TCXO low power module with operating voltage range of 1.1 to 3.63 V is designed for high volume and cost sensitive applications with tight space constraints where superior stability and extended operation life are required. It is ideal for asynchronous clocking in battery operated devices like IoT, healthcare, wearables, metering and automotive. The part is RoHS compliant and AEC-Q200 qualified which facilitates new design-in.

■ *Micro Crystal AG*
www.microcrystal.com

Microwave Calculator App



The latest version of Mini-Circuits' Microwave Calculator app now includes 31 RF/microwave calculations commonly used by engineers in the lab and in the field. New functions include frequency to wavelength conversion, voltage divider circuit analysis, Ohm's Law circuit analysis and more! The app also features a fully redesigned user interface for improved navigability and user experience. Mini-Circuits is pleased to offer Microwave Calculator app for free.

Download for Android devices > <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.minicircuits.android.mclcalc>

Download for iOS devices >

<https://apps.apple.com/us/app/mcl-microwave-rf-calculator/id1003935816>

■ *Mini-Circuits*
www.minicircuits.com

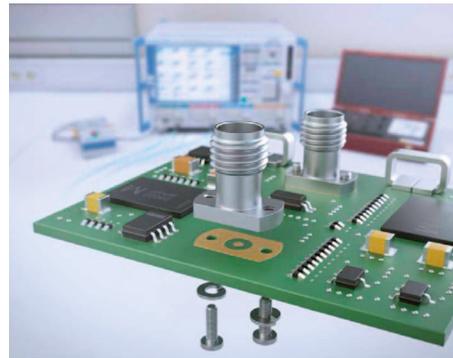
Power Conversion Module for Enterprise Storage & Computing

RFMW announced design and sales support for a hybrid power management IC from Qorvo. The ACT86600 includes 4 high power DC/DC step down converters, a lower power step down converter and a buck-boost converter. It is highly flexible and can be reconfigured via I²C for multiple applications without the need for PCB changes. Configurable options include output voltage, startup time, slew rate, system level sequencing, switching frequency, sleep modes, operating modes and more. Optimized for single stage voltage conversion from 12 V input power sources, it operates

with input voltages from 2.7 to 14.4 V and can withstand 16 V input surges. The low external component count and high configurability significantly speeds time to market for memory and storage applications, GPUs, CPUs, controllers, datacom and networking devices.

■ *RFMW*, www.rfmw.com

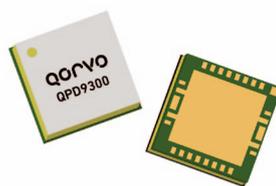
40 GHz PCB Connectors Mount without Solder



RFMW announced design and sales support for solderless PCB connectors from Rosenberger North America. Easily mounted to printed circuit boards using standard screws, the 02K721-40MS3 connector is cost-effective yet designed to provide excellent return loss values for frequencies up to 40 GHz. Offering reduced installation time, these economic PCB connectors are rated to >500 mating cycles for applications such as test and measurement, chip testing fixtures, board characterization and communication interconnects. Rosenberger also provides connector interfaces for 1.85, 2.4 and 3.5 mm.

■ *RFMW*, www.rfmw.com

GaN IMFET for X-Band Radar



RFMW announced design and sales support for a fully matched GaN IMFET from Qorvo. The QPD9300 provides 34 W of pulsed RF power from 9.2 to 9.7 GHz for narrowband and marine Radar applications. Linear gain is 9 dB from this internally matched, discrete GaN on SiC HEMT device. Supporting 28 V operation, the device is housed in a low thermal resistance package.

■ *RFMW*, www.rfmw.com



Conversion and Patch Cables offered in Multiple Fiber Grades

ShowMeCables has launched two new series of Multi-Fiber Push On (MPO) cables that include both conversion and patch cable styles. The conversion cables can be used in applications such as link aggregation, data communication, mobility/wireless infrastructure, military/aerospace and harsh environments and the patch cables are designed for high-density applications, saving both installation time and valuable rack space.

ShowMeCables' new line of MPO conversion cables consists of 144 models available off-the-shelf. They provide fast, high-performance connectivity for backbone networks, allowing all 12 fibers to be utilized, and for link aggregation in data centers, allowing uniform trunk cabling from racks. Features include riser or low-smoke zero-halogen (LSZH) jackets and Type-A or Type-B polarities. They are available in OM3, OM4 and OM5 versions, with or without male or female alignment pins, and in multiple lengths. Conversion options include 1x MPO24 to 2x MPO12, 1x MPO24 to 3x MPO8, and 3x MPO8 to 2x MPO12.

The new series of MPO patch cables includes 204 models that are in-stock and ready to ship. They are available with 8, 12 and 24 fiber counts and OM3, OM4 and OM5 fiber types. Additional features include Type-A or Type-B polarities and riser or low-smoke zero-halogen (LSZH) jacket options. These cables are offered in multiple lengths, and with or without male or female alignment pins.

■ *ShowMeCables*
www.infiniteelectronics.com

Dual RF Transceiver Operates from 30 to 6000 MHz



Richardson RFPD announced the availability and full design support capabilities for a new dual narrow/wideband RF transceiver from Analog Devices, Inc. The ADRV9002 is a highly integrated, RF transceiver that has dual-channel transmitters, dual-channel receivers, integrated synthesizers, and digital signal processing functions. The IC delivers a versatile combination of high performance and low power consumption required by battery-powered radio equipment and can operate in both FDD and TDD modes. The ADRV9002 operates from 30 to 6000 MHz and covers the UHF, VHF, licensed and unlicensed cellular bands, and industrial, scientific, and medical (ISM) bands. The IC can support both narrowband (12 kHz) and wideband standards up to 40 MHz bandwidth on both receive and transmit.

The new ADRV9002 dual RF transceiver is ideal for mission-critical communications, for both network and terminal equipment and fully capable for use time division duplexing and frequency division duplexing applications. Additional key features of the ADRV9002 include:

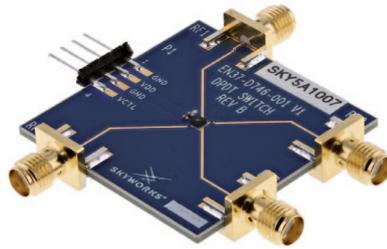
- Serial interface links that consist of low voltage differential signaling (LVDS) and CMOS synchronous serial interface (CSSI)
- Low power monitor and sleep modes
- Multichip synchronization capabilities
- Supports various forms of fast frequency hopping (FFH)
- Dynamic profile switching for dynamic data rates and sample rates
- Fully integrated digital predistortion for narrowband and wideband waveforms
- Fully programmable via a 4-wire SPI
- 12 x 12 mm, 196-ball CSP BGA

The new device is the latest addition to ADI's RadioVerse design and ecosystem.

■ *Analog Devices, Inc, analog.com*

■ *Richardson RFPD
www.richardsonrfpd.com*

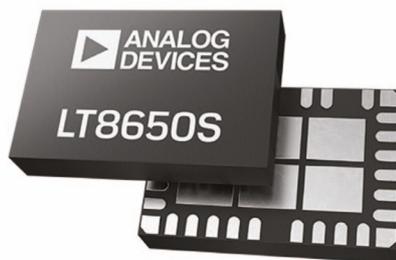
DPDT Switch supports Automotive Telematics



RFMW announced design and sales support for an RF switch designed to support cellular vehicle-to-everything (C-V2X) connectivity. The Skyworks Solutions SKY5A1007 is a CMOS, silicon-on-insulator (SOI) double-pole, double-throw (DPDT) switch with high-linearity performance operating from 0.4 to 5.9 GHz. Low insertion loss of 0.7 dB enables increased range while high isolation of 30 dB reduces influence from adjacent channels. The SKY5A1007 enables high speed switching between antennas for high data throughput and minimizes the need for additional filtering. Extended operating temperature range of -40 to +105 °C meets the necessary requirements for 5G automotive telematics including operation within cellular, 5G NR and 5.9 GHz C-V2X bands.

■ *RFMW
www.rfmw.com*

Silent Switcher Regulators



Richardson RFPD announced the availability and full design support capabilities for the Power by Linear Silent Switchers from Analog Devices, Inc. ADI's Silent Switchers offer high efficiency at high switching frequencies while maintaining ultralow EMI emissions. These regulators bring new levels of performance for synchronous stepdown DC/DC converters. Maximum input voltages ranging from 8 to 65 V make them ideal for applications that require from 1 to 15 A of output current, including automotive, industrial and communications systems applications.

The Silent Switcher family uses special design and packaging techniques to offer

95% efficiency at 2 MHz while easily passing the CISPR 25 Class 5 Peak EMI limits. Silent Switcher 2 adds internal bypass capacitors and an integrated substrate to further improve EMI that is not sensitive to PCB layout, simplifying designs and reducing performance risks even when using two-layer PC boards. The featured LT8650S is a dual-channel, 4 A, 42 V, synchronous stepdown Silent Switcher 2 with a 6.2 μA quiescent current.

■ *Richardson RFPD
www.richardsonrfpd.com*

6525 MHz VCO



Crystek's CVCO55CXT-6525-6525 VCO operates at 6525 MHz with a control voltage range of 0.3 to 4.7 V. This VCO features a typical phase noise of -100 dBc/Hz @ 10 kHz offset and has excellent linearity. Output power is typically 0 dBm. Engineered and manufactured in the USA, the model CVCO55CXT- 6525-6525 is packaged in the industry-standard 0.5 x 0.5 in. SMD package. Input voltage is 8 V, with a max. current consumption of 35 mA. Pulling and Pushing are minimized to 0.5 MHz pk-pk and 1.5 MHz/V, respectively. Second harmonic suppression is 30 dBc typical. The CVCO55CXT-6525-6525 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*

Mixer offers Dynamic Gain Adjustment

RFMW announces design and sales support for a versatile, wideband mixer from Renesas (IDT). The F1192B downconverting mixer offers dual-paths for MIMO radios operating between 400 and 3800 MHz. Four, user-controlled gain settings can be selected on-the-fly for dynamic gain adjustment, a patented technology providing maximum performance and flexibility at minimum power consumption. The F1192B can function with as little as -6 dBm LO power and features independent channel shutdown

Dualband GNSS/BT Embedded Antenna for IoT

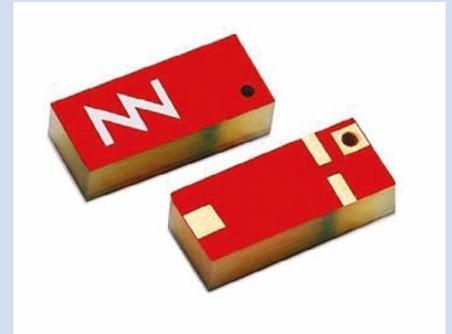
Richardson RFPD, Inc. announced the availability and full design support capabilities for the DUO mXTEND dualband embedded antenna from Fractus Antennas S.A. The DUO mXTEND antenna booster is part of a new generation of antenna solutions based on Fractus Antennas' Virtual Antenna technology. This technology enables replacing conventional and custom antenna solutions with a new class of antenna boosters, including miniature and off-the-shelf chip antenna components. These new multiband, multipurpose chip antennas fit in a variety of wireless platforms. This enables simpler, faster and less expensive designs versus custom solutions.

The DUO mXTEND also incorporates a revolutionary design approach that eliminates the need for clearance area beyond its already-reduced footprint. The combination of these two miniaturizing features makes DUO mXTEND an ideal solution for small and portable tracking devices,

further eliminating the need for custom antenna development. This miniature, high-efficiency antenna is versatile and can be optimized for a variety of requirements through external matching networks. The DUO mXTEND is ideally suited for GPS/Galileo/Glonass/BeiDou modules, smart tracking devices, sport navigators, handsets and smartphones, tablets, digital cameras, and smartwatches and wearables.

Additional key features:

- Average efficiency: >60% @ 1561 MHz, >70% @ 1575 MHz, >60% @ 1598-1606 MHz
- Peak gain: 1.6 dBi @ 1561 MHz, 1.8 dBi @ 1575 MHz, 1.1 dBi @ 1598-1606 MHz
- SWR: <2.5
- Radiation pattern: Omnidirectional. Satellite signals are tracked regardless of the relative position, attitude and orientation of the tracking device.
- Weight (approx.): 0.11 g



- Temperature: -40 to +125 °C
- Impedance: 50 ohms
- Dimensions: 7 x 3 x 2 mm

Fractus Antennas offers a free design service that will test the DUO mXTEND in a given device. The NN Wireless Fast-Track service promises a 24-hour turnaround of a chip antenna design and custom matching network for the device.

■ Richardson RFPD
www.richardsonrfpd.com



modes for ease of integration into high order TDD MIMO systems. IF range is 50 to 600 MHz and the device is housed in a 4 x 4 mm TQFN package.

■ RFMW, www.rfmw.com

mmWave Filters Offer High Rejection

RFMW announced availability of a portfolio of broadband SMD filters from Knowles (DLI). Comprised of ceramic substrate filters using patented materials which exhibit excellent temperature stability and high K-factors, the portfolio combines these characteristics enabling small size with high performance. For example, the B385MD0S is a 38.5 GHz bandpass filter with 3 GHz



pass band. Measuring 6.985 x 2.032 mm, this surface mount filter offers 2.5 dB typical insertion loss with 40 dB out-of-band rejection. Catalog devices come complete with integrated shielding and the surface mount versions are designed for use on most RF PWB materials.

■ RFMW, www.rfmw.com

BAW Filter allows Higher Power IoT

RFMW announced design and sales support for high-performance, high power, Bulk Acoustic Wave (BAW) bandpass filter. The Qorvo QPQ1909 exhibits low loss in the Wi-Fi band (Channels 1-14) and high, near-in rejection in the 2.4 GHz bands. The extremely steep filter skirts are specifically designed to enable industry leading band edge performance that results in higher regulatory power capability in more Wi-Fi channels than systems without filtering or with traditional filter solutions. Using the

QPQ1909 results in increase radio range and increased capacity through more efficient use of spectrum. Offered in a 1.4 x 1.2 mm module.

■ RFMW, www.rfmw.com

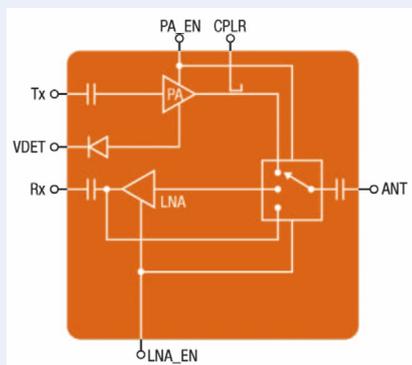
mMIMO LNA with Ultra-Low Noise Figure



RFMW announced design and sales support for an ultra-low noise amplifier with large operational bandwidth. Qorvo's QPL9547 offers an incredible 0.3 dB noise figure at 1.9 GHz with operational bandwidth from 0.1 to 6 GHz. With a small signal gain of 19.5 dB and 39 dBm OIP3, the amplifier supports 5G massive MIMO, repeaters/DAS, and mobile infrastructure. Operating from a 5 V supply, current draw is 65 mA. The QPL9547 features adjustable bias for linearity optimization and a shut-down pin with 1.8 V logic. Offered in a 2 x 2 mm package.

■ RFMW, www.rfmw.com

New 2.4 and 5 GHz Frontend Modules



Skyworks is pleased to introduce the SKY85334-11 and SKY85750-11, 2.4 and 5 GHz frontend modules (FEMs) respectively, the latest additions to our portfolio of FEMs designed for growing retail, carrier and enterprise WiFi 6 (802.11ax) applications. These modules offer best-in-class linearity, power dissipation, and efficiency for access points, routers and gateways where regulatory, thermal or Power-over-Ethernet limitations demand low current consumption. Packaged in a compact, 16-pin 3 x 3 mm Land Grid Array (LGA), these highly integrated FEMs incorporate switching, low-noise amplifier (LNA) with bypass and power amplifier (PA).

Switch to Support the Demand for Cellular Vehicle-to-Everything Connectivity

Skyworks introduced the SKY5A1007, a new switch, designed to support the ever-growing demand for cellular vehicle-to-everything (C-V2X) connectivity. The SKY5A1007 is a state-of-the-art CMOS, silicon-on-insulator (SOI) double-pole, double-throw (DPDT) switch with high-linearity performance, low insertion loss, and high isolation. The device enables high speed switching between antennas for high data throughput and minimizes the need for additional filtering. The SKY5A1007 meets the necessary requirements for 5G automotive telematics including operation within cellular, 5G NR and 5.9 GHz C-V2X bands, while supporting the wide temperature range needed for this emerging technology.

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

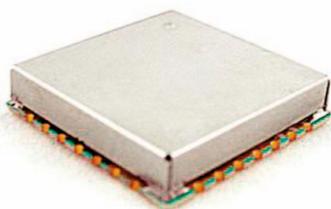
2.4 mm Compression Mount Connector



Samtec announced the release of their new 2.4 mm Compression Mount Connector designed to perform to 50 GHz. Primarily for use in the highspeed digital test market this connector is designed for stripline applications. The connector is vertically mounted to the PCB and attached in place by two 0-80 UNF screws eliminating the need for soldering to the test points. Microstrip design in development.

■ *Samtec, Inc.*
www.samtec.com

High-Performance Fixed Frequency PLO at 9.25 GHz



Z-Communications, Inc. announced a new RoHS compliant fixed frequency phase locked loop model SFS9250C-LF operating in the X-band. The SFS9250C-LF is a simple to use plug and play PLO allowing for quick integration. It is designed to produce a fixed signal at 9250 MHz while locked to an external 10 MHz reference oscillator. This remarkable PLO features exceptionally low phase noise of -75 dBc/Hz, -92 dBc/Hz and -118 dBc/Hz at the 1, 10 and 100 kHz offsets, respectively.

The SFS9250C-LF is designed to deliver an output power of -3 dBm into a 50 ohm load while operating off a VCO voltage supply of 5 V dc and drawing 90 mA and a phase locked loop voltage of 3 V dc while drawing 11 mA. This unmatched product features a typical harmonic suppression of 30 dBc and spurious suppression of 70 dBc. It is housed in Z-COMM's standard SFS-L1 package measuring 1 x 1 x 0.22 inches. The SFS9250C-LF is also ideal for automated surface mount assembly and is available in tape and reel packaging. The SFS9250C-LF is a great choice for quick product rollouts,

and is well suited for radar applications requiring operation over the temperature range of -40 to +85 °C.

■ *Z-Communication, Inc.*
applications@zcomm.com
www.zcomm.com

4.55 GHz VCO with Exceptional Phase Noise



The new CRO4550X2-LF utilizes a doubled CRO oscillator design to cover the operating frequency of 4550 MHz within a tuning window of 0.5 to 4.5 V dc. This new ceramic resonator VCO features incredible phase noise of -110 dBc/Hz @ 10 kHz offset and is available in Z-COMM's standard MINI-16-SM package measuring 0.5 x 0.5 x 0.22 in. The CRO4550X2-LF is well suited for satellite communication systems requiring optimal spectral purity. This unmatched VCO is configured to deliver a nominal output power of 3.5 dBm into a 50 ohm load and covers the operating frequency with a low K_{vco} figure of 8 MHz/V all while operating over the industrial temperature range of -40 to +85 °C. It is specified to run off a 5 V dc supply while drawing only 30 mA of current. The CRO4550X2-LF suppresses both the 1/2 and 2nd harmonic to better than 20 dBc while limiting pulling to less than 1 MHz. It is available in tape and reel packaging for production requirements.

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

ShowMeCables Now Offering Pasternack Brand RF Cable Assemblies & Interconnects

ShowMeCables, an Infinite Electronics brand and a leading supplier of connectivity solutions, is now selling Pasternack's line of RF coax cables, connectors and assemblies for use in wireless telecom, military/defense and commercial wireless products. This line of Pasternack brand RF cable assemblies and



interconnects consists of 30 base models and 150 total SKUs. These models operate to 6 GHz and contain various sizes of coax for different applications. They are constructed with authentic Times Microwave low-loss coax and most orders can be built and shipped same day. These high-quality, Pasternack products are outdoor-rated and designed to deliver low-insertion-loss per foot.

The Times Microwave low-loss LMR-series coax used in this line boasts an expanded foam dielectric and multiple shields, offering superior performance compared to traditional RG-style coax of the same diameter. These high quality Pasternack assemblies are available from ShowMeCables in both standard and custom configurations to meet the customers' needs.

■ *ShowMeCables*
www.showmecables.com

RFMW Receives Qorvo Distributor of the Year Award

RFMW is honored to be recognized by Qorvo with their 2020 "Global Distributor of the Year – Resilience" award. The award recognizes RFMW's strong design, execution, and sales efforts during Qorvo's 2020 fiscal year. Presenting in a 'virtual' ceremony, Rodney Hsing, Sr. Director of Global Distribution at Qorvo gave the award to Joel Levine, President of RFMW, Steve Takaki, Executive Vice President of RFMW, Mark Millhollin, Supplier Business Manager at RFMW and Linda Shipon, Qorvo Product Manager at RFMW.

Mr. Hsing praised RFMW with his comments, "Year over year (RFMW) has executed Best-in-Class operational excellence, invested in infrastructure, and most importantly of all, upped their field strength worldwide." Mr. Hsing went on to add "Their year was highlighted by the closing of a significant order for Qorvo's HPS (High Performance Solutions) business unit."

Accepting the award, Joel Levine, President of RFMW acknowledged the achievement, "We appreciate the recognition of our superior performance during Qorvo's last fiscal year. We also want to thank the Qorvo team for their worldwide support in sales, marketing, and operations. Considering the environment and challenges of the last few months, this award really means a lot to us, it's a morale booster and an acknowledgment of our strategy and team effort."

■ *Qorvo*
www.qorvo.com

■ *RFMW*
www.rfmw.com

500...6000 MHz Solidstate Highpower Amplifier



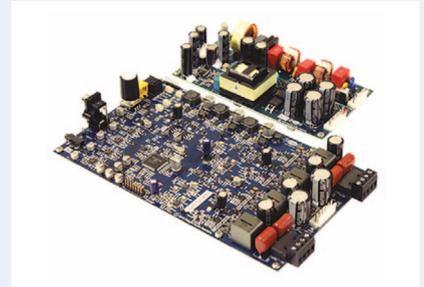
Richardson RFPD, Inc. announced the availability of a new solidstate highpower amplifier from Empower RF Systems, Inc. The 1219 is a 500 to 6000 MHz amplifier guaranteed to deliver 25 W minimum output power and related RF performance under all specified temperature and environmental conditions. It is designed for RF product testing, broadband mobile jamming and band-specific high-power applications in the UHF, L, S and C frequency bands. This compact module utilizes the latest high-power RF GaN transistors and features built-in control and monitoring, with protection functions to ensure high availability.

Additional key features of the 1219 include:

- Peak output power (P_{sat}): 25 W min., 40 W typ.
- Signal gain: 62 dB
- Signal gain flatness: +/-5 dB max.
- Operating voltage: 48 V
- Dimensions: 7 x 4 x 1.1 inches
- Solid-state Class AB design
- Instantaneous ultra-broadband
- Suitable for CW, AM, FM, and pulse
- Small, lightweight, high reliability and ruggedness
- 50-ohm input/output impedance
- RS485 serial interface for monitoring and control

■ *Richardson RFPD*
www.richardsonrfpd.com

GaN Audio Class D Evaluation Boards



Richardson RFPD, Inc. announced the availability and full design support capabilities for a new platform of evaluation boards for Class D audio systems from GaN Systems, Inc. GaN E-HEMT fast switching, low output capacitance (C_{oss}), and zero reverse recovery charge (QRR) enable a new level of performance for Class D audio amplifiers. The new GS-EVB-AUD-xxx1-GS GaN-based evaluation board platform provides an excellent reference design for implementing a high-performance, low-cost audio system. The Class D amplifier and companion power supply designs are optimized for sound quality, thermal performance, size and cost.

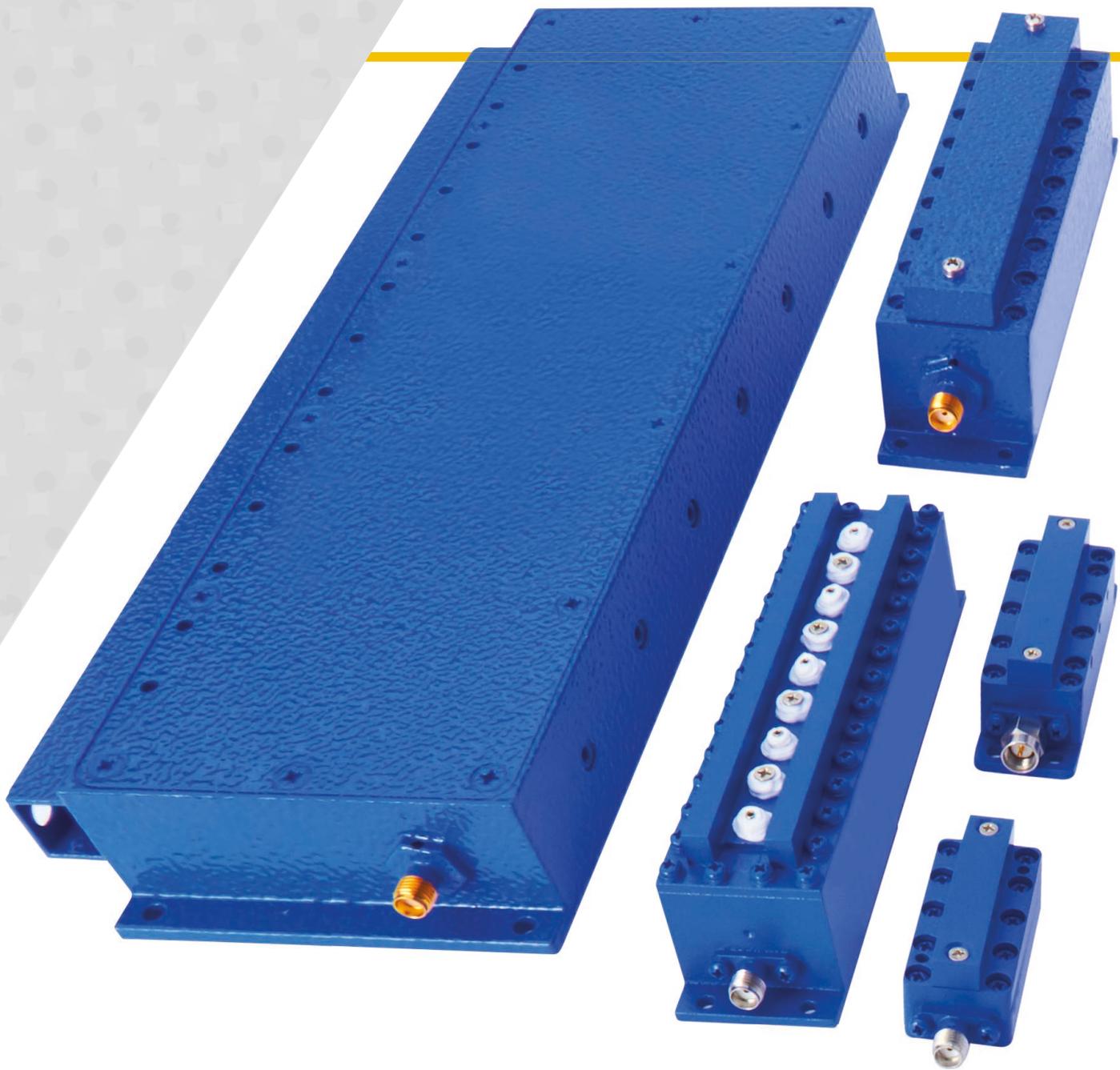
Key features of the 2-channel Class D amplifier include:

- Complete Class D amplifier (multi audio signal inputs, bridge-tied load output, option to switch between open-loop and closed-loop designs with optimized DSP control of each configuration)
- High-performance audio (200 W/Ch (8 ohms), 300 W/Ch (4 ohms), >108 dB SNR and dynamic range, <0.01% THD+N (8 ohms, 1 W), +/-0.5 dB frequency response (8 ohms)
- High-performance output (96% efficiency, reduced thermals)

Key features of the companion switch mode power supply include:

- Complete audio LLC SMPS (universal AC line input, easy integration with GaN amplifier, common-mode AC filter)
- High-performance audio (400 W continuous, 550 W peak, +/-32 V dc dual-rail output)
- High-performance output (no heatsinking, no cooling, high efficiency, 40% loss decrease, EMI/EMC friendly)

■ *Richardson RFPD*
www.richardsonrfpd.com



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

Technology for Every Application!

FILTERS

from DC to 86 GHz

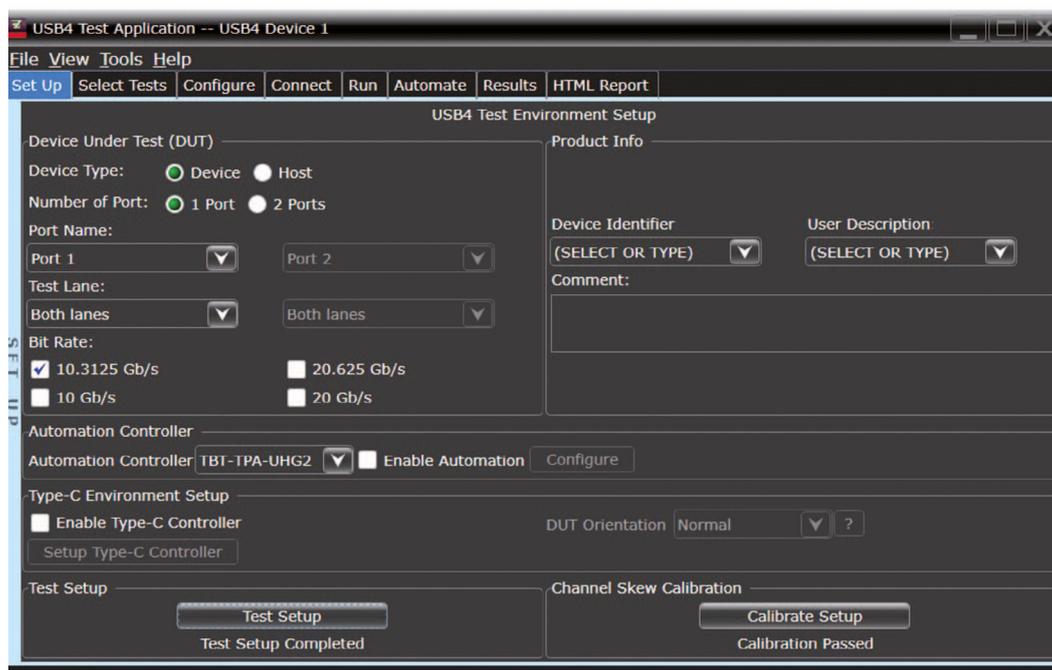


- ▶ **LTCC**
- ▶ **Lumped L-C**
- ▶ **Ceramic Resonator**
- ▶ **Reflectionless Filters**
- ▶ **Suspended Substrate**
- ▶ **Microstrip**
- ▶ **Alumina**
- ▶ **Cavity**
- ▶ **Waveguide**



614 Rev A_P

USB4-Testlösungen zur Optimierung der Design-Leistung und zur Sicherstellung der Standardkonformität



Keysight Technologies kündigte neue USB4-Lösungen an, die die Leistung von USB-Designs maximieren und die Einhaltung des USB-Standards sicherstellen, um Genauigkeit und hohe Signalreue zu gewährleisten. Keysight ist aktiv an den USB4-Spezifikationen der nächsten Generation beteiligt, die vom USB Implementers Forum (USB-IF) eingeführt wurden. Eine breite Palette von Produkten, darunter Smartphones, Laptops, Desktop-Computer, Tablets und Digitalkameras, verwendet Hochgeschwindigkeits-Digitalstandards der nächsten Generation. USB4, eine Plug-and-Play-Schnittstelle für die interdigitale Kommunikation, basiert auf der Protokollspezifikation Thunderbolt und bietet erhebliche Vorteile in Bezug auf Bandbreite, Leistung und Datenbereitstellung. „Milliarden von Geräten weltweit verlassen sich bei der Konnektivität auf Synopsys DesignWare USB IP und zeigen damit unser Engagement, Entwicklern qua-

Keysight Technologies
www.keysight.com

litativ hochwertiges IP für die fortschrittlichsten Protokollstandards zur Verfügung zu stellen“, sagte John Koeter, Senior Vice President of Marketing and Strategy for IP bei Synopsys. „Als branchenweit einziger Anbieter einer kompletten USB4-IP-Lösung setzt Synopsys die umfassende USB4-Test- und -Debug-Lösung von Keysight ein, um sicherzustellen, dass unsere IP den USB-IF-Spezifikationen entspricht. Dadurch können Entwickler konforme, interoperable Produkte schneller und mit wesentlich geringerem Risiko auf den Markt bringen.“

Um Kunden die Möglichkeit zu geben, Designs zu debuggen und zu testen, bietet Keysight die folgenden USB4-Lösungen an:

- USB4-Transmitter-Test-(Tx-)Software D9040USBC – USB4-Tx-Software zum schnellen Testen, Debuggen und einfachen Charakterisieren komplexer USB4-Designs
- USB4-Empfänger-Compliance-Test-Software N5991U40A – Automatisierung komplexer Stresssignal-Kalibrierung und Empfänger-Testverfahren zur Gewähr-

leistung von Konsistenz und Wiederholbarkeit

- USB Type-C Active Link Fixture N7019A – Zugriff auf alle Type-C-Signale in einer Live-Verbindung, um erfasste Signale zu debuggen oder zu decodieren
- USB4-Protokoll-Trigger und -Decodierer D9010USBP – bietet in Verbindung mit dem USB Type-C Active Link Fixture N7019A von Keysight konfigurierbare Suchvorgänge auf Protokollebene und software-basierte Triggerung zum Debuggen und Decodieren von USB4-Datenverkehr mit niedriger und hoher Geschwindigkeit

In Übereinstimmung mit dem USB-Standard und um die Interoperabilität von USB4-Geräten zu gewährleisten, bietet Keysight ein umfassendes Portfolio an digitalen Hochgeschwindigkeits-Messgeräten an:

- Echtzeit-Oszilloskop UXR, das eine präzise Darstellung der Signalform über einen breiten Frequenzbereich bietet
- Vektor-Netzwerkanalysatoren, die ein erzeugtes Signal zur Analyse eines Netzwerks oder

Geräts verwenden und dabei die Genauigkeit liefern, die zur Durchführung sowohl der linearen als auch der nichtlinearen Gerätecharakterisierung erforderlich ist

- hochintegrierte Bit-Fehler-ratentester (Bit Error Ratio Testers, BERTs), die beim Datenempfang in das System eingebrachte Fehler identifizieren – eine entscheidende Fähigkeit bei der Charakterisierung, Validierung und Konformitätsprüfung der Bi-Übertragungsschicht ◀

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:**

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.

Verknüpfen Sie bis zu 37 koaxiale Verbindungen in Sekunden, und fehlerfrei

Frequenzbereiche bis 65 GHz



**Sie finden
die Multiport
Informationen auf
[www.spectrum-et.com/Resources/
Handbooks/Multiport Handbook](http://www.spectrum-et.com/Resources/Handbooks/Multiport%20Handbook)**

 **Spectrum**
Elektrotechnik GmbH

80905 München
Telefon: 089-3548-040
www.spectrum-et.com *

Postfach 450533
Fax: 089-3548-0490
Email: sales@spectrum-et.com



L3HARRIS™

FAST. FORWARD.

LNA SERIES AMPLIFIERS

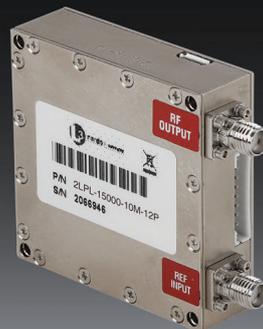
- Broadband and Lowest Noise
- Engineered for Best Price and Delivery
- Over 300 New Models
- Custom "LNAs" Series Available
- RoHS Compliant



FREQUENCY SOURCES

2LPL Series Phase-Locked Oscillator

- 10 MHz to 20 GHz Range
- Economy with Low Phase Noise
- Internal or External References
- Excellent Stability



SLS2 Series Frequency Synthesizer

- 10 dB below INTELSAT Phase Noise Mask
- 1 kHz Standard Step Size
- Programmable Variable Reference Frequency Selection



LCDRO Free Running Oscillator

- Industry Leading Phase Noise
- Superior Frequency Stability
- ±10 MHz Mechanical Tuning
- Very low G sensitivity <math>< 1.5E-9/G</math>



narda  **MITTEQ**

Weitere Informationen erhalten Sie über →

- HEILBRONN** Berliner Platz 12 • 74072 Heilbronn
Tel. (07131) 7810-0 • Fax (07131) 7810-20
- HAMBURG** Gutenbergring 41 • 22848 Norderstedt
Tel. (040) 514817-0 • Fax (040) 514817-20
- MÜNCHEN** Streiftacher Str. 7 • 82110 Germering
Tel. (089) 894 606-0 • Fax (089) 894 606-20



GLOBES
ELEKTRONIK

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

