

hf-praxis

HF- und Mikrowellentechnik

FAQ Real-Time-Clock

WDI AG, Seite 32



wdi ag

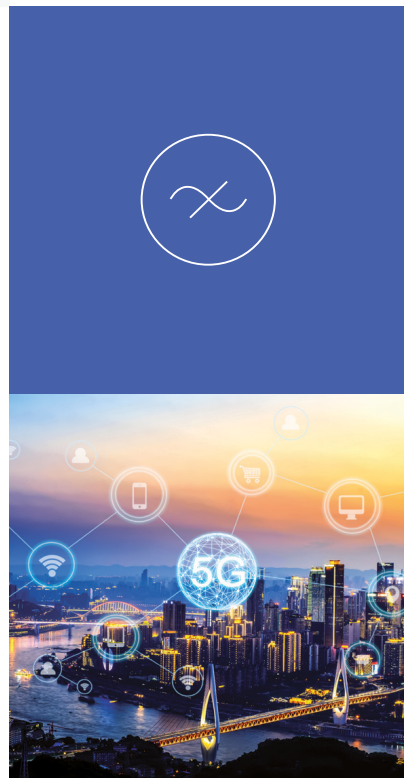


MMWAVE FILTERS

LTCC Meets 5G

The World's Widest Selection

- Band pass filters optimized for n257, n258, n260 and n261 5G bands
- Low pass filters with passbands up to 30.5 GHz
- High pass filters fco from 28 to 36 GHz
- Rejection up to 40 dB
- Proprietary material systems and distributed topologies
- Pick-and-place standard case styles



 **Mini-Circuits®**

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

Zwischen Boom und Verzweiflung – Elektronikbranche 2021



*Hendrik Nielsen
Technical Sales Specialist
FCP, WDI AG
hnielsen@wdi.ag*

Die Elektronikbranche erlebt seit Monaten turbulente Zeiten. Stetig sehen sich Kunden mit steigenden Lieferzeiten und galoppierenden Preisentwicklungen konfrontiert. Die Gründe hierfür sind vielfältig. Zum einen spielt die Corona-Pandemie, die die Welt nun seit Anfang 2020 in Atem hält, eine große Rolle. Wochenlange und wiederkehrende Lockdowns in Asien haben dazu geführt, dass Produktionen stillstehen. Viele Arbeitskräfte dürfen bis heute noch nicht wieder an ihre Arbeitsplätze zurückkehren. Die Folge ist, dass viele Fertigungsstätten teils immer noch nicht unter voller Auslastung betrieben werden können.

Gleichzeitig sorgt der globale Digitalisierungstrend für eine beispiellos wachsende und nicht vorhergesehene Nachfrage nach elektronischen Komponenten – insbesondere in der Automobilindustrie, der Elektromobilität oder für den Ausbau der 5G-Infrastruktur. Auch die notwendige Ausstattung der zahlreichen Homeoffice-Arbeitsplätze zu Coronazeiten und ein erhöhter Bedarf an Unterhaltungselektronik, haben für einen globalen Nachfrage-Boom gesorgt. Dabei sahen die Prognosen vorab eigentlich ganz anders aus. In den letzten zwei Jahren war das Wachstum der Weltwirtschaft eher schleppend und viele asiatische Fabriken, ebenso wie ihre Lieferketten, liefen mit teilweise geringer Kapazität. Zusätzlich haben viele Unternehmen infolge von Covid 19 ihre Produktionsprognosen für 2020 und darüber hinaus gesenkt, was natürlich einen Dominoeffekt in den globalen Lieferketten auslöste. Infolgedessen wurden

nochmals Produktionskapazitäten reduziert. Diese nun wieder an die widererwartend hohe Nachfrage anzupassen, stellt die Hersteller von elektronischen Bauelementen und ihre Lieferketten vor massive Herausforderungen.

Im Bereich der frequenzgebenden Bauteile sind die Probleme sehr deutlich bei den sogenannten Uhrenquarzen mit 32.768kHz in der am häufigsten verwendeten SMD-Bauform 3.2x1.5mm zu beobachten. Diese sind seit Anfang dieses Jahres auf Allokation. Größtes Problem sind die Gehäuse (Keramikboden und Metalldeckel), welche von den wenigen Herstellern derzeit nicht in ausreichender Menge produziert werden können. Es ergeben sich hier Vorlaufzeiten von mehr als einem Jahr, Auftragsbücher mussten für neue Aufträge sogar vorübergehend geschlossen werden.

Ähnlich sieht es auch bei den Quarzen und Oszillatoren in den großen SMD-Bauformen 7.0x5.0mm, 6.0x3.5mm und 5.0x3.2mm aus. Teilweise sind sie auf Allokation oder haben Lieferzeiten von mehr als 60 (in Worten: Sechzig!) Wochen. Einige Hersteller haben diese gleich ganz abgekündigt. Auch hier spielen die Gehäusezulieferer eine nicht zu unterschätzende Rolle. Sie arbeiten derzeit bei maximaler Auslastung, sind dabei aber vor allem daran interessiert, der starken Nachfrage aus dem Bereich der Consumer-Produkte nachzukommen. Hier werden überwiegend kleine SMD-Bauformen, wie z.B. 3.2x2.5mm, benötigt, weswegen Anwender der „alten“ größeren Gehäuse das Nachsehen haben. Es ist eigentlich schon jetzt absehbar, dass es zu einer wahren Abkündigungswelle kommen wird, da der Trend zu immer kleineren Bauformen in allen Bereichen nicht abreißt. Die großen Bauformen sind schlichtweg nicht mehr gewinnbringend genug und „blockieren“ die Produktionslinien.

Um in diesen kuriosen Zeiten sicher durch die Krise zu kommen, heißt es für den Anwender mehr denn je Bedarfe so früh und vor allem so weit im Voraus wie möglich zu planen bzw. zu disponieren. So können frühzeitig wertvolle Produktionskapazitäten gesichert und mögliche Materialengpässe vermieden werden. ◀



Oszillatoren, Filter und Quarze

für Anwendungen im Bereich Kommunikation, Industrie, Militär, Automotive und Raumfahrt



www.municom.de
Technische Beratung und Distribution



municom GmbH
Traunstein · München

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



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:
Bonifatius GmbH, Paderborn
www.bonifatius.de

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.

Rubriken:

- 3 Editorial
- 4 Inhalt
- 6 5G und IoT
- 8 Messtechnik
- 18 Schwerpunkt
Quarze und
Oszillatoren**
- 50 Bauelemente
- 56 Kabel und Verbinder
- 59 Funkmodule
- 60 Aktuelles
- 62 RF & Wireless
- 70 Verstärker

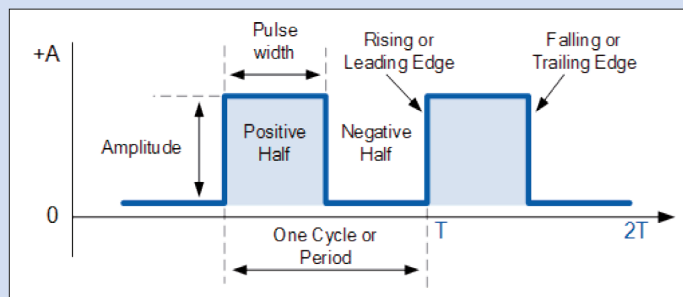


Zum Titelbild:

Auswahl und Einsatz von RTC-Modulen

Um die Auswahl der für die jeweilige Anwendung perfekten RTC zu vereinfachen, werden hier die wichtigsten Fragen und wesentlichsten Funktionen erörtert und einige Leitlinien zum korrekten Einsatz vorgeschlagen. **32**

Schwerpunkt Quarze und Oszillatoren

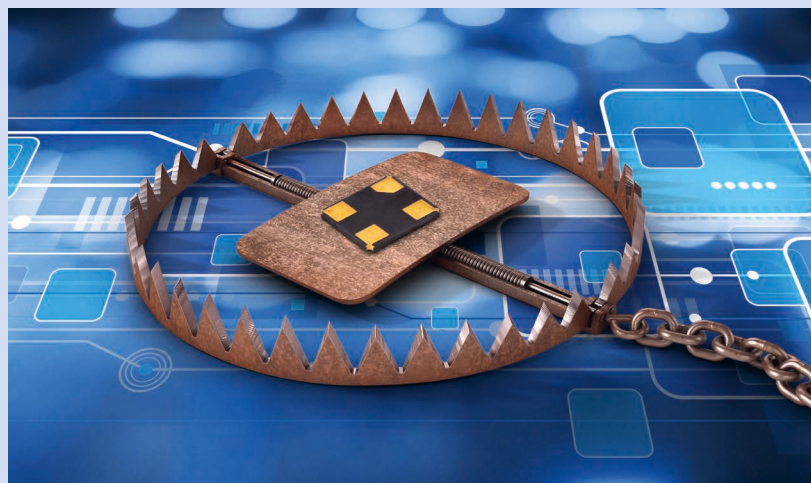
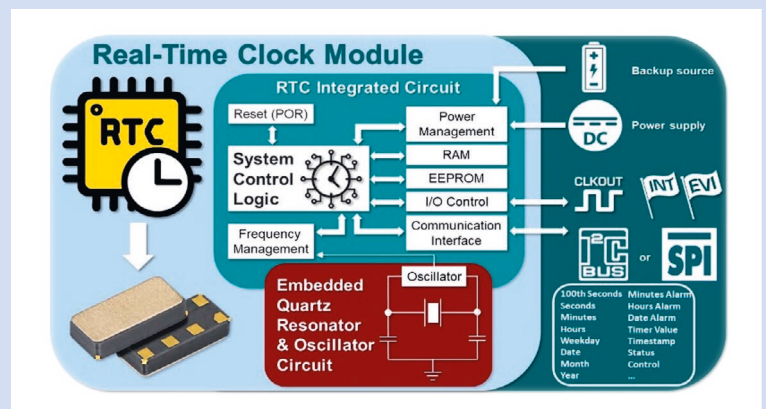


Ausgangstypen von Oszillatoren

Die am häufigsten gestellten Fragen zu Oszillatoren sind: Was ist der Unterschied zwischen Single-Ended- und Differenz-Ausgängen und für welche Anwendungen sind sie am besten geeignet? **28**

Echtzeituhr-Module: Auswahl leicht gemacht

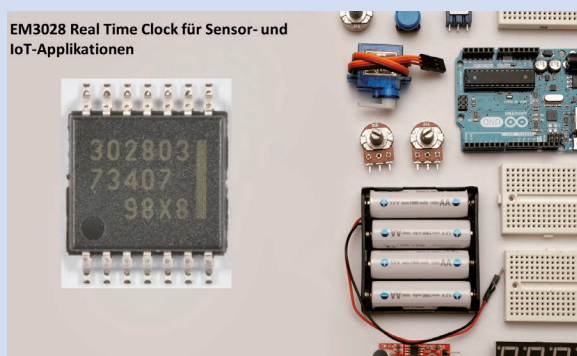
Mit einer Reihe von Optionen, die die mikrocontroller-basierte Hardware bereichern, helfen RTC-Module den Elektronikingenieuren, die immer komplexeren Herausforderungen von Designs zu meistern. **36**



ESR ist nicht gleich R1

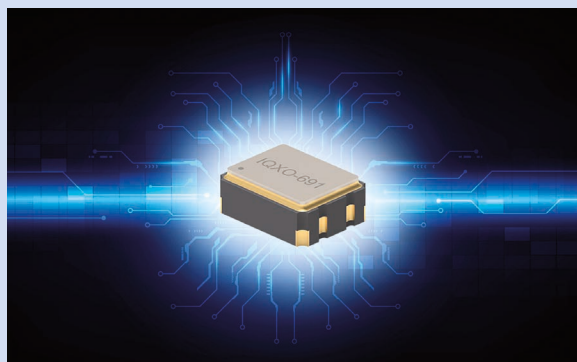
Warum ein falscher Widerstand die Anschwingsicherheit eines Quarzoszillators gefährdet, wird in diesem Beitrag erklärt. **44**

EM3028 Real Time Clock für Sensor- und IoT-Applikationen



Low-Power Realtime Clock für Wireless Sensorik und IoT

Die EM3028 Low Power RTC von EM Microelectronic (Vertrieb Compotek) ist eine Echtzeituhr samt integrierter Frequenzerzeugung. **43**



Oszillatoren für 0,9, 1,2 und 1,5 V Betriebsspannung

IQD hat eine Reihe von Oszillatoren entwickelt, die mit niedrigeren Eingangsspannungen betrieben werden als die Standardoszillatoren. Damit wird dem Systemdesigner die Möglichkeit gegeben, Systeme zu entwickeln, die ein gemeinsames Versorgungsspannungslevel haben. **41**



Update zu IQDs Hochleistungs-Rubidium-Oszillator IQRB-2

IQD hat mit dem Handbuch zum IQRB-2, einem Rubidium-Oszillator, sein erweitertes Rubidium-Portfolio komplettiert. In dem umfassenden Handbuch sind auch die durchgeführten Tests zusammengefasst. **19**

rf & wireless ^{EUROPE}

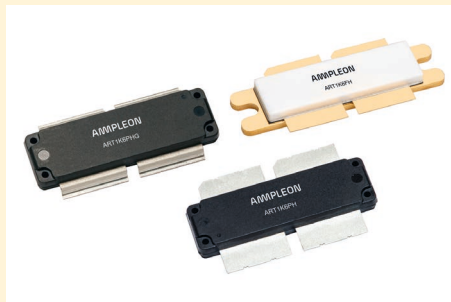
International News

4 W High-Efficiency Amplifier serves Small Cells



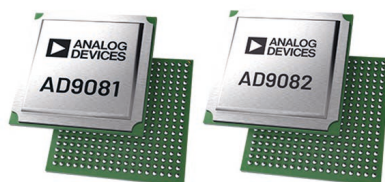
RFMW announced design and sales support for a high efficiency amplifier from Qorvo. **69**

Robust RF Amplifiers for Challenging Applications



Ampleon has announced a further expansion to its portfolio of next generation amplifier ICs. These devices are based on the company's Advanced Rugged Technology (ART). **67**

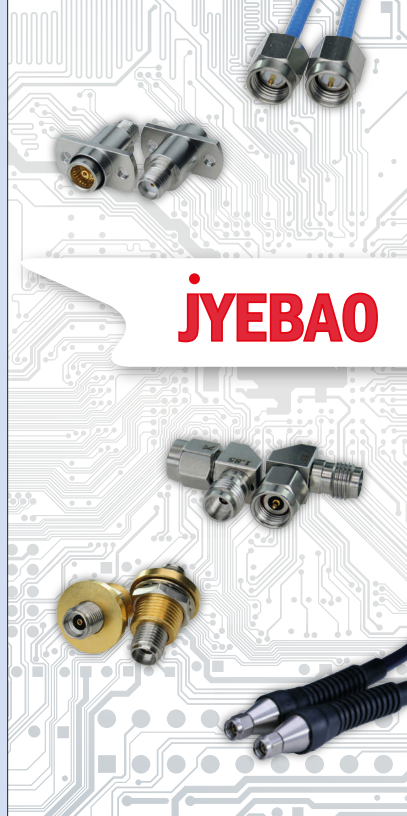
Multi-channel, Mixed-signal RF Converters



Available from



Richardson RFPD, Inc., an Arrow Electronics company, announced the availability and full design support capabilities for two highly integrated high-speed converters from Analog Devices, Inc. **64**



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



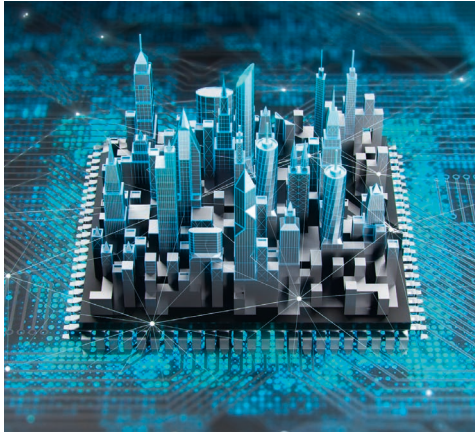
CompoTEK GmbH
Lindwurmstrasse 97a
80337 München

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

info@compotek.de
www.compotek.de

Adaptive SoCs für 5G-Basisbandbeschleunigung

Neue Architekturen für Funk- und Zugangsnetze sind erforderlich, da sich die Spezifikationen für das neue 5G-Funknetz (NR) ständig weiterentwickeln.



Da die 5G NR-Architektur neue Frequenzen und massive MIMO-Antennen (mMIMO) umfasst, muss sich auch die Architektur der entsprechenden Zugangsnetze weiterentwickeln, um die von 5G definierten Dienste zu implementieren, zu denen erweitertes mobiles Breitband, extrem zuverlässige Kommunikation mit geringer Latenz und massive maschinengestützte Kommunikation gehören.

Network Slicing

Um diese Dienste zu implementieren, ist ein Network Slicing auf verschiedenen Ebenen von Netzaggregationsknoten erforderlich. Reine Software-Lösungen können jedoch die erhöhten Anforderungen an Latenz und Durchsatz nicht bewältigen, wodurch ein immenser Bedarf an Beschleunigung entsteht, der idealerweise durch anpassbare/programmierbare

Hardware erfüllt werden kann. Sehen wir uns die erste Stufe der 5G-Zugangsnetzaggregation an, die durch adaptive Hochfrequenz-SoCs beschleunigt wird:

Split-Architekturen

Die 3GPP-Standardisierungsorganisationen haben verschiedene Split-Architekturen zwischen 5G-Funkheiten (RU) und 5G-Basisstationen definiert. Um diese neuen Anforderungen zu bewältigen, spielen die verschiedenen von 3GPP definierten Split-Architekturen eine entscheidende Rolle bei der Entscheidung über die gNodeB-Implementierung. Die Splits der höheren Schicht definieren die Aufteilung der Funktionalität zwischen der Centralized Unit (CU) und der Distributed Unit (DU), während der Split der unteren Schicht die funktionale Aufteilung zwischen RU und DU definiert. Die Aufteilung der unteren Schicht (EVU-DU) ist kritischer und empfindlicher in Bezug auf Zeitplanung und Latenz und ist nicht genormt (Bild 1).

Während Split-8 für herkömmliche 4G-LTE-Netze üblicher ist, wird Split-7.2 häufiger für 5G-Netze verwendet. Es gibt mehrere Varianten der Split-Option 7.2, weshalb sie auch als Option 7-2x bezeichnet wird, da sie je nach Einsatzszenario nach

links oder rechts verschoben werden kann, wie in der obigen Abbildung zu sehen ist. Da die Aufteilungsoptionen flexibel sind und die Schnittstelle zwischen DU und RU in Bezug auf Schnittstellenprotokolle, Bandbreite, Latenz und Timing nicht starr definiert ist, sind anpassungsfähige Prozessoren für die Schnittstellen- und Funktionsimplementierung sowohl beim RU als auch beim DU sehr gefragt.

Einsatz von Netzwerk-Schnittstellenkarten

Kommerziell erhältliche Netzwerk-Schnittstellenkarten (NICs) können für den Abschluss des Fronthaul an den DUs von 5G-Basisstationen verwendet werden. ASIC-basierte Karten können jedoch nur den L2-L3-Verkehr verarbeiten und sind für die O-RAN-Verarbeitung auf Software angewiesen. Auch die Timing-Synchronisationsfunktionalität ist in den meisten Allzweck-NICs nicht verfügbar. Da DUs eine strikte Zeitsynchronisation mit Funkeinheiten und benachbarten Basisstationen benötigen, müssen sie Master-, Slave- und Boundary-Clock-Betriebsmodi von einer zentralen GPS-Taktquelle unterstützen.

Eine weitere wichtige Timing-Funktionalität ist die in der Hardware der Basisstation implementierte

Clock-Holdover-Schaltung, die zur Aufrechterhaltung der Taktsynchronisation im Falle eines Verlusts des Referenztaktgebers erforderlich ist.

Sobald die Radio-IQ-Daten vom RU für die Verarbeitung zur Verfügung stehen, müssen sie klassifiziert werden, um sie als Daten der Nutzerebene, der Steuerebene, der Verwaltungsebene und der Synchronisationsebene sowohl in Uplink- als auch in Downlink-Richtung zu identifizieren. Der Durchsatz für die Protokollnachrichten der Synchronisations- und Verwaltungsebene ist deutlich geringer als der der U-Plane- und C-Plane-Nachrichten, so dass Synchronisations- und Verwaltungsnachrichten meist in der Software verarbeitet werden, wobei die Anwendungen im Benutzerbereich laufen.

High-PHY- und Low-PHY-Funktionen

Die 3GPP-Option 7-2 definiert auch eine klare Trennung zwischen High-PHY- und Low-PHY-Funktionen, wobei Low-PHY-Funktionen wie Vordcodierung, FFT/IFFT und Ressourcenelement Mapping/De-Mapping-Funktionen entweder in der Remote Radio Unit (RRU) oder im Fronthaul-Gateway-Netzknoden implementiert werden, der den Verkehr von

Awanish Verma
leitender Entwickler,
Wired and Wireless Group
Xilinx, Inc.
www.xilinx.com

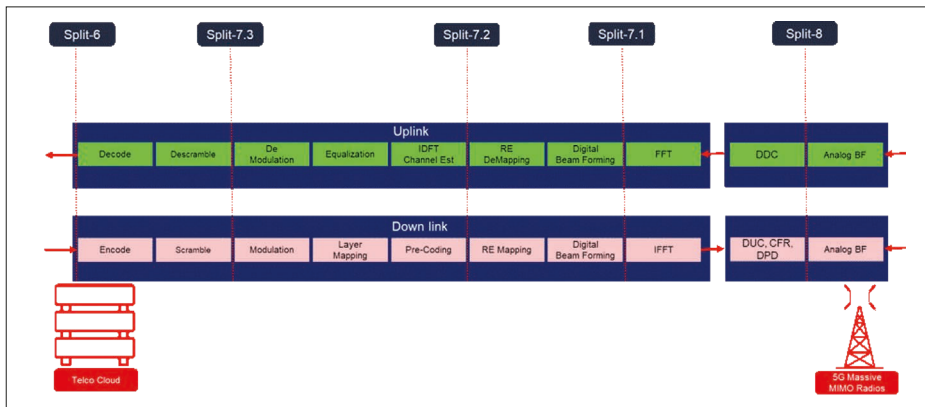


Bild 1: Es gibt mehrere Optionen für die Aufteilung der unteren Schicht

Rus zwischen RU und DU aggregiert. Die High-PHY-Funktionen, die hauptsächlich Kodierung/Dekodierung, Scrambling und Modulation/Demodulation umfassen, werden in der DU ausgeführt. Zur 7-2 Split-Implementierung mit adaptivem RFSoc von Xilinx s. Bild 2.

Die High-PHY-Funktionen im gNodeB (DU) können entweder vollständig in Software oder in einer Kombination aus Software und anpassbarer Hardware ausgeführt werden. Die Aufteilung zwischen Software und Hardware von High-PHY-Funktionen hängt von vielen Faktoren ab, wie z.B.:

- Leistungsgrenzen von Software (bzw. Hardware) für die Gesamtleistung, d.h., Software sollte die Leistung von Hardware nicht einschränken und umgekehrt
- Überlegungen zur Latenz: Da die 5G-Spezifikationen strenge Latenzanforderungen an die verschiedenen Dienstklassen stellen, darf sich die Aufteilung nicht negativ auf die Latenz auswirken.
- Kompatibilität mit Industriestandard-Software-APIs: Für einige der High-PHY-Funktionen gibt es eine Standarddefinition von User-Space-APIs, sodass jede Hardware-Implementierung die Kompatibilität mit Standard-APIs für einen nahtlosen Übergang gewährleisten sollte.

Grafisch skizziert ist die Funktionalität, die für programmierbare hardware-basierte

Beschleuniger von Unternehmen wie Xilinx benötigt wird. Die ideale Beschleunigerarchitektur kann die Implementierung eines kompletten 5G High-PHY in Hardware erfordern, was die höchste Leistung und die niedrigste Latenz ermöglicht und gleichzeitig über mehrere mMIMO-basierte RRU-Konfigurationen skaliert.

Angesichts der sich entwickelnden 5G- und O-RAN-Standards und -Funktionen hat Xilinx mit der Implementierung von O-RAN-Verarbeitung und Lookaside-Kanalcodierung/-dekodierung auf programmierbaren Beschleunigern begonnen.

Die Kanalcodierung ist eine der Layer-1-High-PHY-Funktionen, die sich aufgrund ihrer rechenintensiven Natur am besten für anpassbare Hardware (ASOCs) eignet. Sie kann auch mit der HARQ-Funktionalität (Hybrid Automatic Repeat Request) kombiniert werden, um die Leistung weiter zu verbessern und die Latenzzeit zu verringern.

Die 5G L1 High-PHY-Funktionalität kann mit den anpassbaren und programmierbaren Telco Accelerator Cards der Xilinx T-Serie beschleunigt werden. Diese Karten verfügen über den adaptiven RFSoc, der die SD-FEC-Blöcke (Soft Decision Based Forward Error Correction) härten und auch die HARQ-Funktionalität mit integriertem DRAM-Speicher für höhere und skalierbare Leistung implementiert. ◀

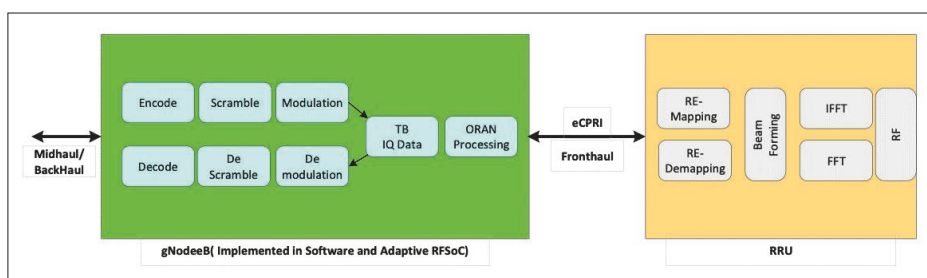


Bild 2: 5G Option 7-2 Split-Implementierung mit adaptivem RFSoc von Xilinx

5G NOW!



5G – Evolutionary changes and new business opportunities!



Need more information?

☎ +49 8142 6520 0

info-de@acalbfi.de

acal | bfi **SIERRA WIRELESS**

consult. design. integrate.

DC-Netzteilserie wurde komplettiert



Die Rigol-DC-Netzteil-Serie DP800(A) mit den beiden neuen Modellen DP813(A) und DP822(A)

Seit Mitte 2013 wird das DC-Netzteil der Serie DP800(A) von RIGOL mit vier unterschiedlichen Modellen erfolgreich auf dem Markt angeboten. Diese Geräte waren und sind als normale Ausführung erhältlich, bei denen unterschiedliche Funktionen wie die Ethernet-Schnittstelle oder die höhere Auflösung, die digitalen Ein- und Ausgänge für Triggerung sowie die Analyse- und Monitor-Funktion als Optionen erhältlich sind. Bei den A-Versionen sind alle Optionen bereits vorinstalliert und das Gerätelayout ist farblich etwas hervorgehoben.

Rigol Technologies EU GmbH erweiterte nun die DC-Netzteil-Serie DP800(A) mit den beiden neuen Modellen DP813(A) und DP822(A), die noch einmal für einen erhöhten Stromausgang entwickelt wurden. Das heißt, der bisherige Spitzenstrom von 10 A bei den anderen Versionen wird jetzt bei der DP813(A) auf 20 A und bei DP822(A) auf 16 A erhöht. Das DC-Netzteil DP813(A) hat einen Kanal, der entweder im Niederspannungsbereich bei 8 V/20 A oder im Hochspannungsbereich bei 20 V/10 A betrieben werden kann. Das Modell DP822 hat

zwei Kanäle. Den ersten Kanal kann man variabel mit bis zu 20 V/5 A und den zweiten Kanal mit bis zu 5 V und 16 A einstellen.

Beide Versionen haben bei den Kanälen für 10 A oder mehr einen Sense-Anschluss, mit dem der Spannungsabfall der Testkabel, der bei höheren Strömen nicht ignoriert werden kann, ermittelt und berücksichtigt wird.

Alle Strom- und Spannungswerte lassen sich außer bei der DP822(A)-Serie um 10 % erhöhen. Das heißt, die DP832(A)-Serie beispielsweise kann mit 33 V/3,3 A an Kanal 1 und 2 eingestellt und betrieben werden. Bei dem 16-A-Ausgang des DP822(A) ist eine Erhöhung um 5% auf 16,8 A möglich. Die Geräte können je nach Art der Last als Konstantstrom- (CC) oder Konstantspannungsquelle (CV) betrieben werden.

Die komplette Serie zeichnet sich mit $<350 \text{ mV}_{\text{rms}}/3 \text{ mV}_{\text{pp}}$ durch eine sehr niedrige Wellenlänge aus und hat ein sehr geringes Rauschverhalten. Das heißt, diese Serie kann für Anwendungen genutzt werden, bei denen eine sehr saubere Leistungsversorgung notwendig wird. Außerdem besitzt

zen diese Geräte eine sehr gute Leitungs- und Belastungsregelung mit jeweils $<0,01 \% +2 \text{ mV}/+250 \mu\text{A}$.

Die Mehrkanalgeräte enthalten isolierte Kanäle. Bei den Mehrkanalversionen lassen sich auch zwei Kanäle sowohl parallel als auch seriell verbinden, um den Strom oder die Spannung zu erhöhen. Außerdem bieten die Geräte einen Überspannungs-/Überstromschutz, bei dem das Gerät den Ausgang ausschaltet sobald die eingegebenen Werte überschritten werden.

Weitere Funktionen, wie der Timer für die Ausgabe von Spannungs- oder Stromprofilen, sind bei den Geräten standardmäßig integriert. Rigol bietet für diese Geräteklasse auch eine kostenlose PC Software an, mit der man die Geräte einstellen oder die jeweiligen Kurven aufnehmen und in einer *.csv-Datei abspeichern kann. Diese vielseitig einsetzbare Geräteserie kann in einer Vielzahl von Applikationen sowohl in der Forschung und Entwicklung als auch für den Lehrbereich oder für automatische Testabläufe in der Produktion eingesetzt werden.

■ *Rigol Technologies Europe GmbH*
www.rigol.eu

Grenzenlos flexibel schalten



In der eigenen Entwicklung und Produktion von Telemeter Electronic entstehen speziell konfigurierte Schaltsys-

teme für unterschiedlichste Anwendungen, die sowohl im Entwicklungslabor, der Fertigung als auch im Prüffeld

bzw. der Endkontrolle eingesetzt werden.

Individuelle Gehäuseausführung

Kunden können hierbei die individuelle Gehäuseausführung als Modul-/Tischgehäuse oder als Einschub im 19-Zoll-Format bestimmen. Darüber hinaus kann die individuelle Bestückung durch HF-Relais in zahlreichen Konfigurationen von DPDT bis SP18T ausgewählt werden. Ein Touchscreen ermöglicht dem Nutzer eine

bequeme manuelle Bedienung am Gerät. Zahlreiche Schnittstellen (z.B. RS232, LAN, USB oder IEEE-488) erleichtern die Integration und automatisierte Ansteuerung mittels vorhandener Nutzer-Software. Durch eine ausgeklügelte Systemarchitektur kann Telemeter Electronic diesen hohen Individualisierungsgrad zu vergleichsweise sehr attraktiven Konditionen anbieten.

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

Integration eines Radio Communication Testers in Modenverwirbelungskammern



Nutzer von RTS-Modenverwirbelungskammern von Bluetest (RTS: Reverberation Test System) können nun die Vorteile des R&S CMX500 5G NR Radio Communication Testers von Rohde & Schwarz für 5G FR1 MIMO-Tests über die Luftschnittstelle (Over-the-Air, OTA) nutzen. Durch Integration des R&S CMX500 in die Bluetest Flow Steuersoftware bietet die Lösung eine stabile und zuverlässige Umgebung zum Messen von Durchsatz, Empfängerempfindlichkeit und Ausgangsleistung an Geräten mit Mehrfachantennen bis zu 4x4 MIMO.

Mit den Modenverwirbelungskammern von Bluetest können Entwickler und Hersteller von 5G-Komponenten und -Geräten durch Integration des R&S CMX500 nun MIMO-Stresstests unter realitätsnahen Bedingungen mit hohen Datenraten durchführen.

Die Firma Bluetest mit Sitz in Göteborg hat sich auf die Herstellung von Modenverwirbelungskammern wie die RTS65 für die effiziente Bewertung der OTA-Performance von Prüflingen spezialisiert. Im Gegensatz zu Absorberkammern reflektieren Modenverwirbelungskammern das HF-Signal im Inneren der Kammer so stark wie möglich, um eine HF-Umgebung mit Mehrwege-Rayleigh-Fading zu erzeugen, die der realen Umgebung in Innenräumen und Städten nahekommt. Der Messaufbau wird durch die Bluetest Flow Software gesteuert, einer integrierten Testumgebung für komplexe Wireless-Lösungen. Sie zeichnet sich durch Funktionalitäten wie eine integrierte Ergebnisdatenbank, umfangreiche kunden-spezifische Anpassungsmöglichkeiten und

eine vollwertige wissenschaftliche Rechenumgebung aus und unterstützt sowohl ältere als auch die neuesten Wireless-Standards wie 5G NR.

Der R&S CMX500, der im Testaufbau das Netzwerk emuliert, ist eine zukunftssichere Lösung für 5G-NR-Messungen und erlaubt sowohl Non-Standalone- als auch Standalone-Tests in FR1 und FR2. Der modular konzipierte Tester erweitert LTE-basierte Legacy-Lösungen wie den bewährten R&S CMW500 Wideband Radio Communication Tester oder die R&S CMWflexx Plattform um 5G-Funktionalität.

Rohde & Schwarz und Bluetest blicken auf viele Jahre erfolgreicher Zusammenarbeit zurück. Die beiden Unternehmen haben bereits bei der Integration des R&S CMW500 Testers in die Bluetest Flow Software für LTE, LTE-A und viele andere zelluläre und nicht zelluläre Wireless-Standards zusammengearbeitet. Diese erfolgreiche Kooperation bildete die Grundlage für den nächsten logischen Schritt – die Integration des R&S CMX500 für 5G NR FR1.

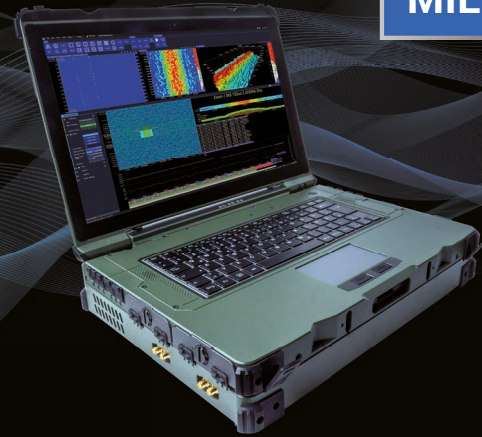
Christoph Pointner, Senior Vice President Mobile Radio Testers bei Rohde & Schwarz, erklärt: „Wir freuen uns, die Zusammenarbeit mit dem Branchenführer Bluetest fortsetzen und unseren Kunden erstklassige 5G-Testlösungen anbieten zu können. Für Rohde & Schwarz ist diese Integration eine wertvolle Ergänzung unseres bereits umfassenden 5G-Messtechnikportfolios.“

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



SPECTRAN[®] V6
— BEYOND REALTIME —

MIL



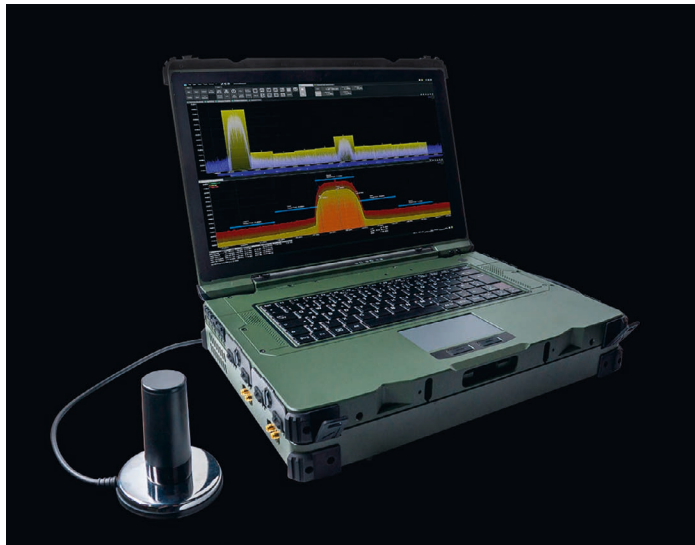
Ultra robuster Outdoor Echtzeit-Spektrumanalysator

245 MHz Echtzeitbandbreite mit Militärstandardzertifizierungen

- ✓ 245MHz True I/Q-Streaming
- ✓ Frequenzbereich: 10MHz bis 6GHz
- ✓ POI: 10ns (I/Q) | 97ns (FFT)
- ✓ Unbegrenzte Rohdatenspeicherung
- ✓ Optional GPS und/oder OCXO
- ✓ Intel® Xeon® E-2176M, 64 GB RAM
- ✓ 8TB HighSpeed SSD
- ✓ In drei Versionen verfügbar
- ✓ Inkl. RTSA-Suite PRO Software

AARONIA AG
WWW.AARONIA.DE

Echtzeit-Spektrumanalysator mit 245 MHz RTBW und MIL-Zertifizierung



Spectran V6 MIL von Aaronia: Echtzeit-Spektrumanalysator und Hochleistungs-Outdoor-Laptop in einem Gerät, mit vorinstallierter RTSA-Suite Pro Software

Der neue Spectran V6 MIL Echtzeit-Spektrumanalysator von Aaronia kommt überall dort zum Einsatz, wo höchste Anforderungen an Messgeschwindigkeit, Echtzeitbandbreite, Robustheit und Zuverlässigkeit gestellt werden, sei es beim Objektschutz, VIP- oder Konferenzüberwachung, Abwehr von Lauschangriffen, Monitoringfahrten oder einfach nur für den Servicetechniker zur Qualitätskontrolle von Mobilfunk-Sendemasten.

Schock-, vibrations- und fallresistent

Dafür wurde der Spectran V6 MIL unabhängig nach MIL-STD-810G und IP65 getestet und zertifiziert. Das Gehäuse aus einer hochwertigen Legierung wurde speziell entwickelt, um den Analysator schock-, vibrations- und fallresistent zu machen. Eine zusätzliche Versiegelung schützt das System rundum komplett gegen Staub und Feuchtigkeit. Ob bei der Spionageabwehr, Sicherheitsüberwachung oder dem robusten Außeneinsatz, der Spectran V6 MIL ermöglicht den Einsatz auch unter schwierigsten Bedingungen, etwa in der Wüste, im

Dschungel oder im Polargebiet. Denn er ist bei Temperaturen von -20 bis +60 °C immer noch voll einsatzfähig und bietet dazu noch eine enorme Speicherkapazität für Langzeitaufzeichnungen.

Echtzeit-Spektrumanalysator und extrem robuster Outdoor-Laptop kombiniert

Der Spectran V6 MIL ist nicht nur ein leistungsfähiger Echtzeit- und Sweep-Spektrumanalysator mit 245 MHz (I/Q) Echtzeitbandbreite, der 6 GHz in weniger als 5 ms (1 THz/s) sweep inkl. IQ-Recorder. Er ist gleichzeitig auch ein gut ausgestatteter Laptop, der bei Bedarf als normaler Windows-Rechner genutzt werden kann. Dafür ist er u.a. mit einem Intel Xeon Prozessor E-2176, 64 GB RAM, einer dedizierten Nvidia GTX 1050 Grafikkarte mit 4 GB sowie 1 TB SSD Systemfestplatte und 2 bzw. 8 TB SSD Aufzeichnungsspeicher ausgestattet. Somit benötigt man keinen weiteren Rechner für mögliche zusätzliche Aufgaben, die einen Computer erfordern.

Der Spectran V6 MIL wurde speziell für die Breitbandspektrumanalyse konzipiert. Der portable

Outdoor-Spektrumanalysator wird mit vorinstallierter RTSA-Suite Pro Software ausgeliefert. Diese ist eine der leistungsstärksten und vielfältigsten Spektrumanalyse-Software-Lösungen auf dem Markt.

Spectrum Monitoring

In Kombination mit dieser Software ist es möglich, einen weiten Frequenzbereich in Echtzeit zu überwachen oder mit dem superschnellen Sweep das komplette Band von 10 MHz bis 6 GHz (opt. 8 GHz) in kürzester Zeit zu durchsuchen. Hierdurch werden selbst kürzeste Signale zuverlässig erfasst und mit geeigneter Richtantenne lokalisiert. Dabei erlaubt es die RTSA-Suite Pro, Signale in Echtzeit auf unterschiedlichste Weise darzustellen und zu analysieren. Die Software wird ständig weiterentwickelt und um neue Features erweitert. So können Störer oder Abhör- und Tracking-Geräte zielgenau gefunden und ausgeschaltet werden.

Perfekt zur Gegenüberwachung

Die extrem niedrige POI des Spectran V6 MIL eignet sich

hervorragend, um versteckte Mikrofone, Wanzen oder sonstige Überwachungsgeräte aufzuspüren. So können Sicherheitsorganisationen diese schnell und zuverlässig lokalisieren und beseitigen. Eine zusätzliche Alarmfunktion kann so konfiguriert werden, dass sie warnt, sobald auffällige Signale zum Beispiel in den Frequenzbereichen von 2G, 3G, 4G, 5G, WLAN 2,4 oder WLAN 5 auftauchen.

Selbst bei geschlossenem Display ist es möglich, weiterhin Signale aufzunehmen. Dadurch kann die Überwachung unauffällig fortgesetzt und über den Audioausgang (oder die Lautsprecher) mittels eines akustischen Signals gewarnt werden, falls einer der automatischen Trigger ausgelöst wird.

Zusätzlich besteht die Möglichkeit der Audiodemodulation, falls Funkkommunikation überwacht werden soll. Dank der optionalen Festplattenerweiterung ist das Langzeitspeichern aller I/Q-Rohdaten jederzeit problemlos möglich.

■ Aaronia AG
www.aaronia.de

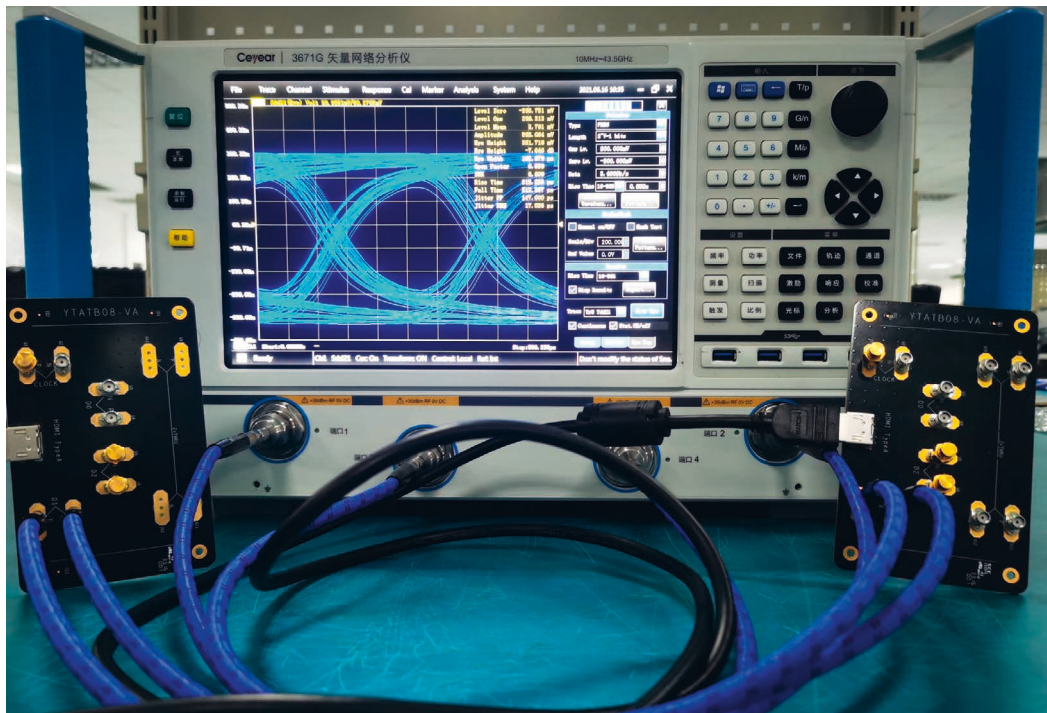


Bestens geeignet zur Spionageabwehr: Der Spectran V6 MIL von Aaronia wurde speziell für den Einsatz auch unter Extrembedingungen entwickelt

Kommunikationstechnik

Charakterisierung der TDR-Signalintegrität mit dem VNA

Dieser Artikel beschreibt die TDR-Augendiagrammanalyse im Bereich der Kommunikationstechnik wie Telekom oder Design und Charakterisierung digitaler Übertragungssysteme.



Messaufbau mit HDMI-DUT und HF-Fixtures

Augendiagramme sind mehrwertige Darstellungen zur Beurteilung der Qualität von digitalen Hochgeschwindigkeitssignalen [1]. Sie entstehen, wenn eine Datenwellenform an den Eingang eines Abtastoszilloskops (Sampling-Scopes) gelegt wird. Es werden alle möglichen Eins-Null-Kombinationen auf dem Display des Instruments überlappt, um drei Intervalle zu umspannen (Bild 1) mit der Datentaktfrequenz und der Ein-

stellung der Anzeige auf unendliche Nachleuchtdauer. So bleiben vorherige Wellenformen auf dem Bildschirm, während nachfolgende hinzugefügt werden.

Wirtschaftliche Herausforderung

Die kostenintensive Augendiagrammmessung stellt eine wirtschaftliche Herausforderung in der optischen und elektrischen Kommunikationsindustrie dar: Angesichts des hohen Kosten-drucks suchen die meisten Hersteller im HF-Bereich kostengünstige Messgeräte, die ihre technischen Anforderungen genau erfüllen. Mit dem TDR VNA Ceyear-3671 (Economy Version, Bild 2) kann die Messung mit einem einzigen Gerät erfolgen (Bild 3). Das vermeidet die Verwendung mehrerer Geräte

für die Messungen und die damit verbundenen Kosten für zusätzliche Geräte wie Generatoren.

Der Ceyear-3671 TDR VNA verfügt über eine interne Quelle zum Beispiel für PRBS (Pseudorandom Binary Sequence), K28.6 Muster (Länge bis 215-1 Bit, Datenrate bis 40 GB/s) und auch die Möglichkeit für vom Anwender definierte Stimuli. Dies kann bei digitalen Hochgeschwindigkeitsverbindungen wie USB und HDMI hilfreich sein, bei denen die Bitübertragung überprüft werden muss.

Das Messen in der Praxis

Bild 4 zeigt einen HDMI-Prüfling (DUT, Device under Test) und im Aufmacherbild sieht man den Messaufbau einer HDMI-Anwendung mit HF-Halterungen (Fixture), bei dem die differentiellen S-Parameter und die TDR-Messungen (Bild 5) durch-

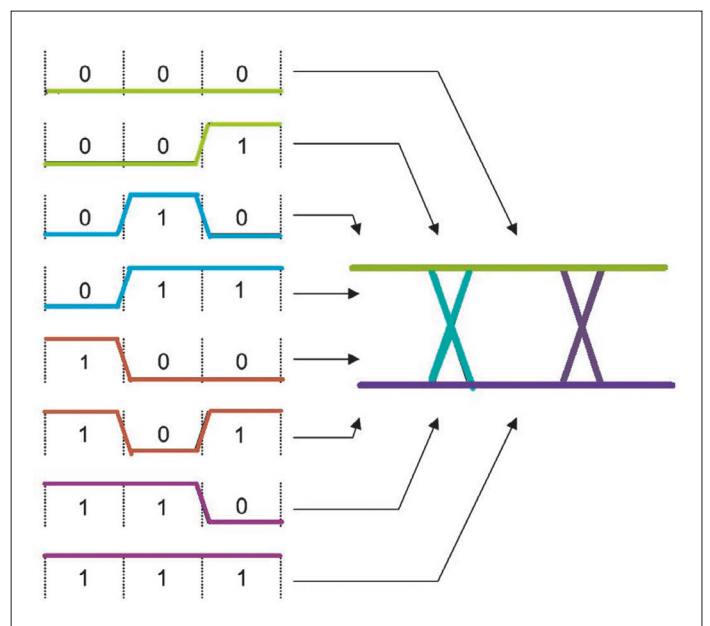


Bild 1: Ein Augendiagramm entsteht, indem alle möglichen Eins-Null-Kombinationen auf einem Instrument überlappt werden [1]

verfasst von
M. Sc. Ingenieur Shashank
Vodapally
HF-Spezialist
Meilhaus Electronic GmbH
www.meilhaus.com
nach Informationen von
Ceyear

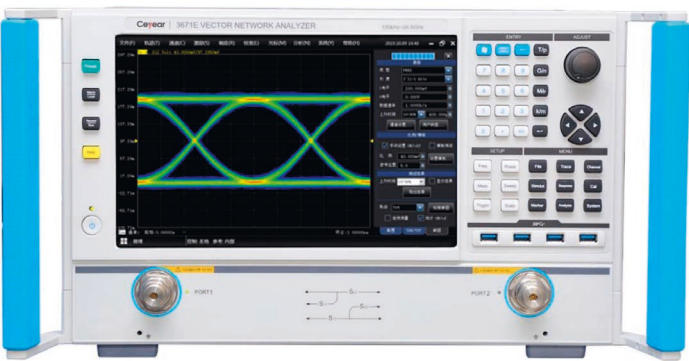


Bild 2: Ceyear-3671 VNA

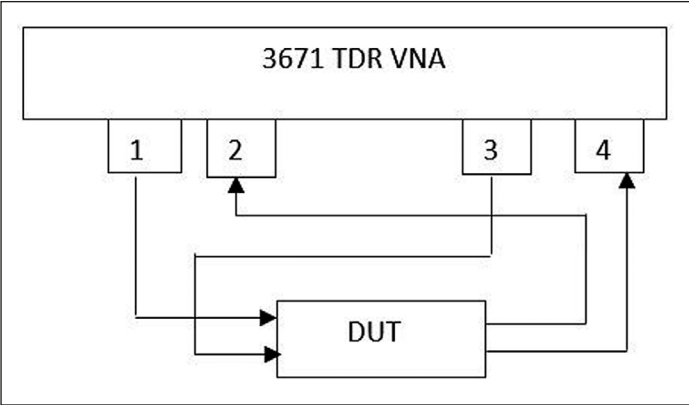


Bild 3: TDR-Messaufbau für differenzielle DUT; Tor 1 und 3 sind Quelle, Tor 2 und 4 sind Empfänger

geführt wird. Die Fixture-Effekte können mithilfe der Automatic-Fixture-Removal-Funktion entfernt werden. Die TDR-Option ermöglicht es dem Anwender, dem DUT Jitter, Rauschen und andere Interferenzen hinzuzufügen. Dadurch kann der Benutzer die Simulations-Augenmappe der Hochgeschwindigkeitsverbindung simulieren, indem er Korrektural-

gorithmen wie Equalization hinzufügt (Bild 6). Die Messungen wurden mit PRBS-Stimulus, Datenrate von 6 GB/s und Bitlänge 27-1 bit durchgeführt.

PRBS-Stimulus & Huffman-Transformation
Der PRBS-Stimulus basiert auf einem Linear Shift Register (Bild 7). Bei der digitalen sequenti-

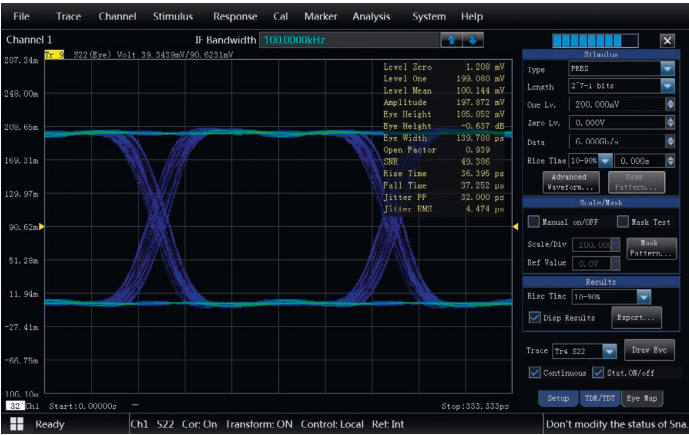


Bild 5: TDR-Messergebnisse des HDMI-Kabels, Augendiagramm



Bild 4: HDMI-DUT

ellen Schaltungsanalyse ist es üblich, ein Verzögerungselement durch das Symbol D statt durch Z-1 darzustellen [2]. Das D stellt eine einzelne Stufe eines Schieberegisters dar, wenn die Schaltung in Hardware/Software implementiert ist. Alle Addierer führen eine Modulo-2-Addition durch, die der logischen Funktion entspricht. Die h können 0 oder 1 sein, wobei 0 keine Verbindung zum Addierer und 1 eine Verbindung anzeigt. Die binäre Folge x(n) wird als 0 angenommen.

Die Z-Transformation einer binären Folge, mit Z-1 ersetzt durch D, wird als Huffman-Transformation bezeichnet. Die Koeffizienten von D in der Transformation werden mit Modulo-2-Arithmetik interpretiert. Die Huffman-Transformation hat die gleichen grundlegenden Eigenschaften wie die

Z-Transformation, sodass sich binäre Sequenzen und lineare sequentielle Schaltungen durch diese Transformationen auf die gleiche Weise wie zeitdiskrete Systeme mit kontinuierlicher Amplitude analysieren und darstellen lassen.

Für die Analyse der USB-3-Kommunikation ist die Anwendung des K28.5-Muster-Stimulus ideal. Es ist ein spezielles Muster in der 8B/10B-Codierungstabelle. Ein sich wiederholendes K28.5-Muster (bestehend aus K28.5 + und K28.5-) enthält die Symbole 0011111010110000101 [3].

K28.5 wird für Frame-Markierung und Idle-Muster in Anwendungen wie Fiber-Channel- und Gigabit-Ethernet-Systemen verwendet. Das Muster enthält fünf aufeinanderfolgende Einsen und fünf aufeinanderfolgende Nul-

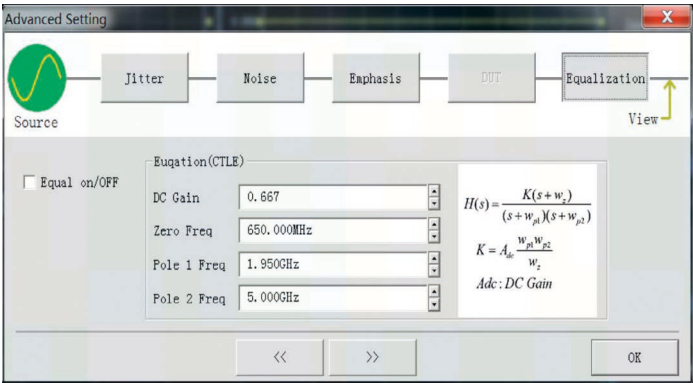


Bild 6: Menü TDR-Simulation

len. Ein sich wiederholendes K28.5-Muster hat eine Übergangsdichte von 50% und eine Markierung von 50% Dichte. Aufgrund dieser Eigenschaften ist das K28.5-Muster für die Messung des deterministischen Jitters geeignet, wobei andere Muster sich möglicherweise besser für die Messung von Jitter durch nichtlineare Effekte eignen.

VNA in drei Versionen

Die Ceyear 3671 VNA-Serie umfasst drei Versionen mit den Frequenzbereichen 100 kHz/10 MHz bis 14, 20 oder 26,5 GHz. Ein Modell bis 43,5 GHz ist in Vorbereitung. Weitere Eigenschaften:

- 12,1-Zoll/30,7-cm-Touchscreen mit verschiedenen Anzeigeformaten wie logarithmische Amplitude, lineare Amplitude, stehende Welle, Phase, Grup-

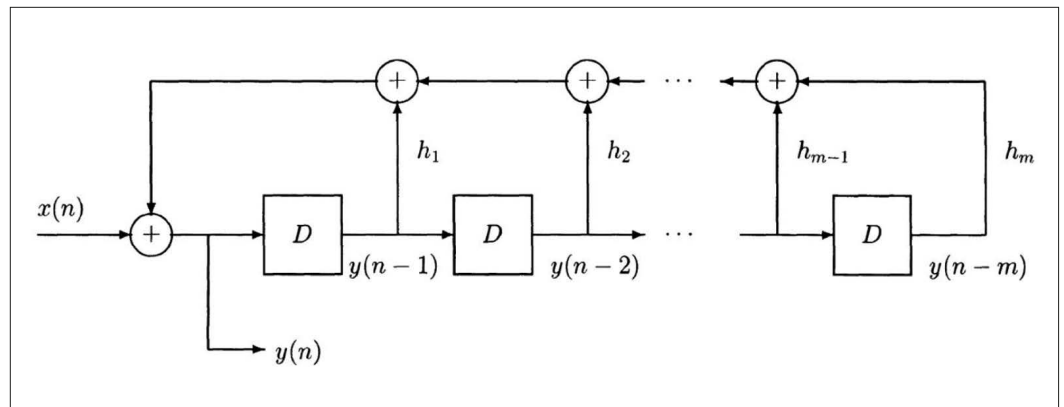


Bild 7: Linear rückgekoppeltes Schieberegister [2]

penlaufzeit, Smith-Diagramm und Polarkoordinaten

- umfangreiche Kalibriermöglichkeiten
- klassische VNA-Standardmessfunktionen sowie multifunktionalen und umfassenden Parametermessungen von Amplituden-Frequenz-Charakteristik, Phasen-Frequenz-Charakteristik, Gruppenlaufzeit-Charakteri-

stik, erweiterte Zeitbereichsanalyse inkl. TDR-Impedanzmessung und Augendiagramm-Analysefunktion

- Standardschnittstellen (USB, LAN, GPIB, VGA und HDMI)

Referenzen

- [1] A Robust Algorithm for Eye-Diagram Analysis, Jeffrey A.

Jargon, Senior Member, IEEE, C. M. "Jack" Wang, and Paul D. Hale, Senior Member, IEEE

[2] Communication System Design using DSP Algorithms, Steven A. Tretter

[3] Automated Testing of High Speed Interfaces, Second Edition, Jose Moreira and Hubert Werkmann ◀

RIGOL
Possibilities and More

VNA-Modus für Echtzeit-Spektrumanalysatoren

UltraReal



Stark in Preis und Leistung!

ab € 7.895,-
plus MwSt.

Vektor-Netzwerk-Analyse-Modus (VNA, Standard):

- S11-, S21- und Distanz-zu-Fehler-Messung (DTF)
- Smith-, Polar-, SWR- und Gruppenlaufzeit darstellbar

RTSA-Modus (Echtzeit):

- Bis zu 40 MHz Echtzeitbandbreite
- FMT, Density, PVT, Spektrogramm

RSA5032N / RSA5065N

- 9 kHz bis 3,2 oder 6,5 GHz Frequenzbereich
- -165 dBm (typ.) mittlere Rauschanzeige (DANL)
- -108 dBc/Hz Phasenrauschen

Aktion → Bis 31.03.2022 inklusive 40 MHz Echtzeitbandbreite und PA-Option

RSA3015N / RSA3030N / RSA3045N

- 9 kHz bis 1,5 / 3 oder 4,5 GHz Frequenzbereich
- -161 dBm (typ.) mittlere Rauschanzeige (DANL)
- -102 dBc/Hz Phasenrauschen

Aktion → Bis 31.03.2022 inklusive EMI- und PA-Option



ab € 2.099,-
plus MwSt.

3 Jahre Garantie – verlängerbar!

Registrieren Sie sich für unseren Newsletter →

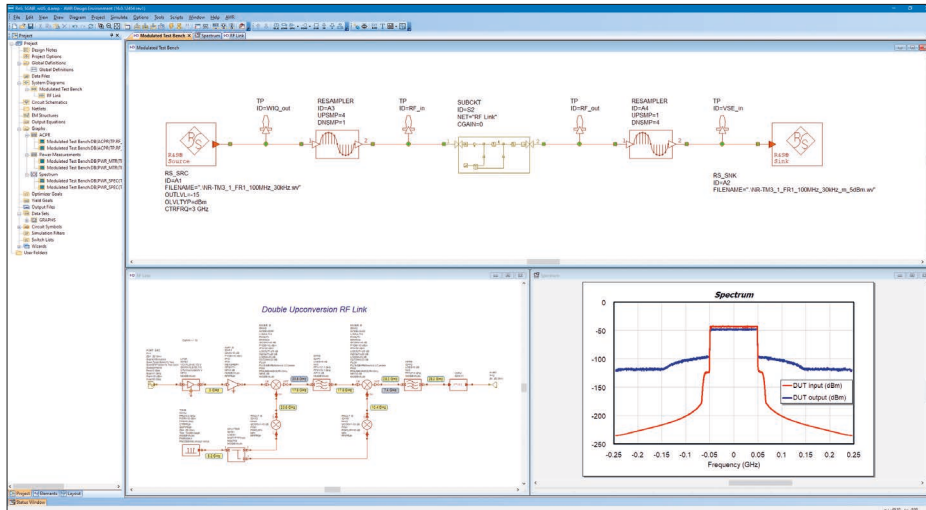


@

www.rigol.eu

RIGOL Technologies EU GmbH | Telefon +49 8105 27292-0 | info-europe@rigol.com

Softwaretool für die Anbindung von EDA-Simulationen an Hardwaretests



Rohde & Schwarz und Cadence haben gemeinsam eine Lösung entwickelt, die den Entwicklungsprozess für HF-Komponenten beschleunigt. Durch Verwendung realistischer Signale sowohl bei Simulationen als auch bei Tests vereinfacht das neue R&S VSESIM-VSS Signalerzeugungs- und Analysetool den Prozess von der HF-Entwicklung bis zur Implementierung und sorgt dabei für mehr Genauigkeit. Besonders Kunden aus der Wireless-, Automobil-, Luftfahrt- und Verteidigungsindustrie sowie Hersteller aktiver Komponenten und Systeme werden die Lösung schätzen.

Wireless- und Satellitentechnologie

Sowohl die Frequenzbereiche als auch die Anforderungen wachsen bei den neuen Wireless- und Satellitentechnologien. Daher sind Simulationen mit realistischen Signalen bereits in den frühen Phasen der Entwicklung von HF-Systemen wichtiger als je zuvor. Durch die Verwendung der gleichen Signal-erzeugungsmethoden und Analysealgorithmen wie bei den späteren Hardware-Tests lassen sich Ergebnisse von der frühen Designphase bis zur Verifizierung der Hardware-Implementierung direkt korrelieren. Dadurch wird eine aussagekräftige und durchgängige Analyse gebräuchlicher Leistungsindikatoren wie der Error Vector Magnitude (EVM) möglich.

Mit diesem Ziel vor Augen haben Rohde & Schwarz und Cadence Design Systems, Inc. gemeinsam das R&S VSESIM-VSS Signalerzeugungs- und Analysetool entwickelt, das unter anderem alle wichtigen Standards wie 5G und die neuesten Wi-Fi-Versionen unterstützt. Das Ergebnis baut auf den Stär-

ken der beliebten und bewährten Lösungen beider Unternehmen auf und kombiniert Signalerzeugung, Design-Simulation und Signalanalyse. Entwicklungsingenieure profitieren von einem optimierten Werkzeug, das es ihnen ermöglicht, Design-Herausforderungen früher als sonst im Entwicklungsprozess zu bewältigen.

Signalerzeugungs- und Analysetool

Das R&S VSESIM-VSS Signalerzeugungs- und Analysetool stellt eine Erweiterung der Cadence Visual System Simulator (VSS) Software dar, einer bewährten Lösung zur Systemsimulation und -modellierung, insbesondere für HF-Komponenten und -Module, wie sie in der Entwicklung drahtloser Kommunikations- und Radarsysteme zum Einsatz kommen. Das R&S VSESIM-VSS Tool von Rohde & Schwarz erweitert die Funktionalität der VSS Software und fügt dem Workflow realistische Signale hinzu, die die Genauigkeit der Simulation erhöhen und den Entwicklungsprozess vereinfachen. R&S VSESIM-VSS nutzt zwei bewährte Softwaretools von Rohde & Schwarz zum Testen funktionsfähiger Schaltungen, Module und Geräte – die R&S WinQSIM2 Simulationssoftware zur Signalerzeugung und die R&S VSE Vector Signal Explorer Software zur Signalanalyse. R&S VSESIM-VSS kombiniert diese Funktionalitäten und stellt Plugins für die Electronic Design Automation (EDA) Werkzeuge von Cadence bereit.

Das Data Sink Plug-in von Rohde & Schwarz erlaubt den Abgriff des Signals an jedem beliebigen Punkt im Design-Prozess. Das Signal kann auf einen Vektorsignalgenerator aufgespielt und an bereits vorhandene Hard-

ware ausgegeben werden, was die Analyse hybrider Hardware- und simulierter Implementationen auf Systemebene ermöglicht.

Ein wichtiges Merkmal von R&S VSESIM-VSS ist die Unterstützung von Techniken zur direkten digitalen Vorverzerrung (Digital Predistortion, DPD). Damit lassen sich bei der Entwicklung von Leistungsverstärkern die Möglichkeiten der Linearisierung bereits während der Simulation ausloten.

Die Kombination der beiden Lösungen

verbessert zusätzlich die Kompatibilität zwischen den Tools von Rohde & Schwarz und Cadence. Die Signalerzeugungs- und -analysefunktionen der Rohde & Schwarz Lösungen können damit auch in weiteren verbundenen Cadence Produkten wie der Cadence Microwave Office Software zur Schaltungsentwicklung oder der Cadence Virtuoso RF Solution für integrierte HF-Schaltungen (Radio Frequency Integrated Circuits (RFIC) und HF-Module genutzt werden.

Christina Geßner, Vice President Spectrum & Network Analyzers, EMC and Antenna Test bei Rohde & Schwarz, erklärt: „Die Verknüpfung von EDA-Design-Simulation und Hardware-Messungen hilft unseren Kunden, Designs besser an die Anforderungen im realen Betrieb anzupassen und damit schneller zu entwickeln und in den Markt zu bringen. Die Verwendung realistischer Signale, die Bestimmung gängiger Messgrößen wie EVM und die Simulation der Linearisierung von Verstärkern noch vor der Hardware-Implementierung bedeuten für unsere Kunden einen wichtigen Wettbewerbsvorteil. Wir freuen uns darüber, das Ergebnis unserer Zusammenarbeit mit Cadence nun auf den Markt zu bringen.“

Vinod Kariat, Corporate Vice President of R&D in der Custom IC & PCB Group bei Cadence, fügt hinzu: „Kunden, die ICs und Systeme für HF-Frontends für die Funkkommunikation entwickeln, benötigen Lösungen, die die neuesten Kommunikationsstandards unterstützen. Die gemeinsame Lösung unserer beiden Unternehmen ermöglicht unseren jeweiligen Kunden die genaue Analyse standardkonformer Signale über den gesamten Entwicklungsprozess bis hin zur finalen Validierung.“

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

Spektrumanalysatoren für 9 kHz bis 20 GHz



Mit der N932xC-Serie erweitert Keysight sein Sortiment um Spektrumanalysatoren im Basic-Segment, ohne dabei auf die bekannte Markenqualität zu verzichten. Zum Modell N9322C (9 kHz bis 7 GHz) sind nun die

Modelle N9321C (9 kHz bis 4 GHz), N9323C (1 MHz bis 13,6 GHz) und N9324C (1 MHz bis 20 GHz) hinzugekommen.

Bezüglich Leistung, Effizienz und Bedienbarkeit erfüllen die Basic-Spektrumanalysatoren alle

Anforderungen, die man bei dem hervorragenden Preis/Leistungs-Verhältnis stellen darf. Auch bei der Funktionalität wurden keine Abstriche gemacht. So zeichnen sich alle vier Geräte durch einen einfachen und effizienten Betrieb mit Marker-Demodulation, eine Einknopf-Optimierung und benutzerdefinierte Softkeys aus. Außerdem verfügen sie über eine Automatisierungs- und Kommunikationsschnittstelle mit Unterstützung der Industriestandardsprache SCPI sowie USB- und LAN-Anschlussmöglichkeiten.

Die Basic-Spektrumanalysatoren sind um viele Funktionen erweiterbar. So lässt sich zu allen Modellen ein Pre-Amplifier oder ein Tracking-Generator hinzufügen. Dieser ermöglicht eine Übertragungsmessung von RF-Geräten, mit einem Ausgangspegel von -20 bis 0 dBm in 1 dB Schritten.

Ebenfalls für alle Modelle möglich ist das Hinzufügen einer Präzisions-Frequenzreferenz, mit der sich der Frequenzdrift für genauere Messungen reduzieren lässt.

Mit den Modellen N9321C und N9322C lassen sich optional Reflexionsmessungen einschließlich Rückflussdämpfung und VSWR durchführen. Außerdem können diese beiden Modelle um eine Basisband-Eingangsfunktion erweitert werden, die den DANL (Displayed Average Noise Level) und die Phasenrauschleistung im niedrigen Frequenzband für xDSL und AM/FM IBOC (Inband On-channel) Messungen optimiert.

■ Meilhaus Electronic GmbH
www.meilhaus.com



NI-Hardware NI-Software

Erhalten Sie anwendungsspezifische Messlösungen aus einer Hand, von der Hardware-Auswahl bis zur passenden System- und Datenverwaltung.

Experten-Team

Ehemalige NI-Mitarbeitende sichern den Wissenstransfer.

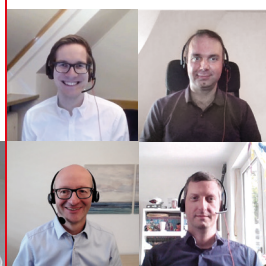


Seminare

Arbeiten Sie mit Ihrer Messlösung dank praxisnaher Seminare noch effizienter.

Consulting

Wir bieten Ihnen eine Auswahl an individuellen Beratungsdienstleistungen bei komplexen Messaufgaben.



Stellen Sie uns gerne Ihre Fragen zu den NI-Produkten und dem Thema Modulare Messtechnik.

dataTec

Mess- und Prüftechnik. Die Experten.

Ihre Messaufgabe. Unsere Herausforderung.

dataTec ist ein führender Fachdistributor für Mess- und Prüftechnik aus Deutschland. Unsere Leidenschaft? Die beste Lösung für Ihre Messaufgabe zu finden. Seit über 35 Jahren beraten wir Kunden aus zahlreichen Branchen herstellerunabhängig und kooperieren dafür mit namhaften Marken. Unser neues Highlight: Modulare Messtechnik von NI. Sie benötigen Unterstützung? Lassen Sie uns ins Gespräch kommen. +49 7121 / 51 50 50

>>> www.datatec.eu

Programmierbare Weitbereich-Schaltnetzteile mit bis zu drei Kanälen



Die Geräte der Serie Siglent SPS5000X sind programmierbare DC-Schaltnetzteile mit ein, zwei oder drei Kanälen. Sie bieten einen weiten Ausgangsleistungsbereich bis 1080 W (gesamt) und Ausgangsspannungen bis zu 160 V. Alle Modelle verfügen über Schutzmodi (Überspannung, Überstrom, Übertemperatur, geringe Leistung) und Prioritätsmodi (Konstantspannung und Konstantstrom). Zwei Stromversorgungen können in Reihe oder

zwei oder drei parallel geschaltet werden, um die Anforderungen von 0...320 V und 0...270 A zu erfüllen mit einer maximalen kombinierten Leistung von 3240 W.

Die Geräte der Serie Siglent SPS5000X sind die nahezu ideale Wahl für eine Vielzahl von anspruchsvollen Anwendungen, wie z.B. in der kommerziellen Industrie, im Bildungswesen, in der Energie- und Stromerzeugung, im Labor für allgemeine Tests, in der LED-Beleuchtungs-

industrie und in der Automobil-elektronik.

Die programmierbaren DC-Schaltnetzteile bieten eine Gesamt-Nennausgangsleistung von 180, 360, 720 oder 1080 W und eine Nennausgangsspannung von 40, 50, 80 oder 160 V. Der Anwender hat die Möglichkeit, aus zehn verschiedenen Kombinationen von Strom und Spannung das passende Modell zu wählen (maximaler Ausgangsstrom bis zu 90 A, maximale Ausgangsspannung 160 V).

Die Geräte der SPS5000X-Serie verfügen über einen Modus mit konstanter Ausgangsleistung, in dem der Spannungs- und Strombereich automatisch umgeschaltet wird, um Spannung und Strom zu maximieren, ohne die Ausgangsleistung des Netzteils zu beeinträchtigen. Dieser Modus ermöglicht es der Stromversorgung, bei niedrigerem Strom eine höhere Ausgangsspannung und bei niedrigerer Spannung einen höheren Ausgangsstrom bereitzustellen. Im Vergleich zum herkömmlichen „rechteckigen“ Ausgangsbereich der meisten Netzteile bieten die

neuen Netzteile der SPS5000X-Serie so einen breiteren Spannungs- und Stromausgangsbereich, was wiederum die Einsatzmöglichkeiten erheblich erhöht.

Die SPS5000X-Serie unterstützt außerdem eine benutzerdefinierte, einstellbare Anstiegs- und Abfallrate von Spannung/Strom, um die Leistung des zu prüfenden Objekts bei Änderungen von Spannung/Strom zu überprüfen. Mit dieser Funktion lassen sich Schäden am DUT verhindern, die durch Einschaltströme verursacht werden, etwa beim Testen von kapazitiven Stromabsorptionsvorrichtungen.

Neben CV- und CC-Modi sind die Netzteile der SPS5000X-Serie auch mit einem Spannungsprioritätsmodus und einem Stromprioritätsmodus ausgestattet. Außerdem sind die Schaltnetzteile SPS5000X im Gegensatz zu Trafo-Netzteilen kleiner und leichter und verfügen zudem über einen besseren Wirkungsgrad.

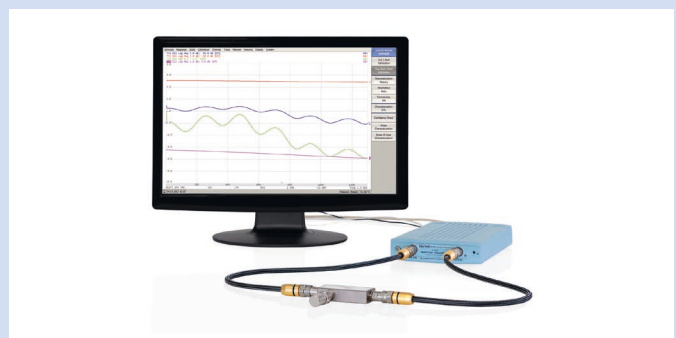
■ *Meilhaus Electronic GmbH*
www.meilhaus.com

75-Ohm-Kompakt-VNA

„Netzwerkanalyse neu gedacht“ – getreu diesem Motto entwickelt Copper Mountain Technologies seit vielen Jahren innovative Netzwerkanalysatoren mit beeindruckender Leistungsfähigkeit. Seit Juli ergänzt nun das neue Modell SC7540 mit einem Frequenzbereich von 100 kHz bis 4 GHz das Spektrum der 75-Ohm-Systeme bei Telemeter Electronic.

Ein beeindruckender Dynamikbereich von 135 dB (Frequenzbereich 1 MHz bis 4 GHz) sowie eine Messgeschwindigkeit von 24 µs machen diesen neuen VNA zum ausgezeichneten Analysewerkzeug für nahezu jede

Messaufgabe. Wie alle Geräte der Copper Mountain-VNA-Serie SC besteht auch der SC7540 aus einem kompakten HF-Messmodul mit zwei 75-Ohm-Ports (N-Konnektoren), einer Frequenzauflösung von 1 Hz und der S2-Software-Applikation. Diese Software läuft unter Windows oder Linux auf einem PC, Laptop, Tablet oder einem x86-Boardcomputer, welcher über eine USB-Schnittstelle mit dem Messmodul verbunden ist. Die S2-Software kann gleich auf mehreren Computern installiert werden, wodurch die gemeinsame Nutzung des Analysator-Messmoduls erleichtert wird.



Die Anzahl der Messpunkte reicht von 2 bis 200.001. Mit dem ACM2708 bietet Copper Mountain übrigens ergänzend ein automatisches Kalibriermodul an, das mit allen 75-Ohm-CMT-Vektorn-Netzwerkanalysatoren im Frequenzbereich bis 8 GHz verwendet werden kann. Tele-

meter Electronic bietet einen persönlichen Beratungstermin oder stellt ein individuelles Testgerät zur Verfügung.

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

Leistungsmessgerät mit Sensoren für HF



Bei den Geräten der neuen Serien RFM3000 und RFP3000 von B+K Precision handelt es sich um HF-Leistungsmessgeräte (zwei- und vierkanalig) und die dazugehörigen USB-Echtzeit-HF-Leistungssensoren. Die beiden Serien arbeiten in Kombination und ermöglichen so den Einsatz auch ohne zusätzlichen Computer.

Die Tischgeräte unterstützen die Erfassung, Anzeige und Analyse von Spitzen- und Durchschnitts-HF-Leistung (Peak/Average) sowohl im Zeit- als auch im Statistikbereich. Die Bedienung erfolgt über ein intuitives Multi-Touchdisplay. Zwei Marker auf dem Bildschirm können über eine Wellenform gezogen werden, um weitere Messdetails zu erhalten. Die HF-Leistungssensoren bieten beste Videobandbreite, Anstiegszeiten und Zeitauflösung, mit der erweiterten Hardware-Triggerung erfassen sie selbst flüchtigste Signale.

Mit den nützlichen Trigger-Optionen und Kanal-Synchronisationseinstellungen ist die Gerätekombination der Serien RFM3000 und RFP3000 das perfekte Toolset für die Arbeit mit Mehrkanalmessungen.

Genauer betrachtet

Die Geräte der RFM3000-Serie sind HF-Leistungsmessgeräte zum Erfassen, Anzeigen und Analysieren von Spitzen- und Durchschnitts-HF-Leistungen. Sie führen unabhängige oder synchrone Mehrkanalmessungen mit zwei oder vier Kanälen durch und erlauben Messungen in mehreren Modi (kontinuierlicher, gepulster, statischer Modus). Die Messgeräte sind

mit einer Trigger-Synchronisation und einer Testquelle zur Sensor-Verifizierung ausgestattet, anzeigen können sie 16 gängige Leistungsmessungen.

Neben einer optionalen GPIB-Schnittstelle verfügen die Leistungsmesser über folgende Schnittstellen und Anschlussmöglichkeiten: zwei oder vier USB-Ports mit SMB-Triggeranschluss (vorne), vier USB-Ports mit SMB-Triggeranschluss (hinten), RF-Out BNC (vorne) und Trigger-In, Multi-I/O BNC (hinten). Die HF-Leistungsmesser RFM3000 sind kompatibel mit den USB-HF-Peak-Leistungssensoren RFP3000.

Die Leistungssensoren der RFP3000-Serie haben einen Frequenzbereich von 50 MHz bis 6, 8, 18 oder 40 GHz, eine Auflösung der Zeitbasis von 100 ps und eine Erfassungsrate von bis zu 100 MSPS mit 50 Punkten pro Division. Die Sensoren sind mit einer hervorragenden Hardware-Triggersteuerung mit einem geringen Jitter von <100 ps Jitter, RMS, und einem Trigger-Hold-Off für Bursted-Wellenformen wie TDMA oder GSM ausgestattet.

Zwei einstellbare Marker erlauben automatische Messungen, 16 automatische Pulsmessungen sind möglich. Die Geräte der RFP3000-Serie können über USB an den PC angeschlossen werden und somit auch als Standalone-Geräte verwendet werden, sie sind mit der Power Analyzer Software von B&K Precision für erweiterte Messungen und Analysen ausgestattet.

■ Meilhaus Electronic GmbH
www.meilhaus.com

Ihr Partner für EMV und HF

Messtechnik-Systeme-Komponenten

EMV-MESSTECHNIK

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



POSITIONING - TIMING - NAVIGATION

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



HF- & MIKROWELLEN-MESSTECHNIK

Puls- & Signalgeneratoren
Feldmessung
Netzwerkanalysatoren
Spektrumanalysatoren
Leistungsmessköpfe
HF-Schaltfelder



HF- & MIKROWELLEN-KOMPONENTEN

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



MEMS Super-TCXO arbeitet von 1 bis 60 MHz



Der SiT5146 von SiTime ist ein MEMS Super-TCXO, der von 1 bis 60 MHz arbeitet. Es hat eine Frequenzstabilität von $\pm 0,5$ bis $\pm 2,5$ ppm und eine Beschleunigungsempfindlichkeit von 0,004 ppb/g. Der Oszillator hat eine Schrittweite von 1 Hz und bietet einen LVCMOS- oder beschnittenen Sinuswellenausgang. Er benötigt eine DC-Versorgungsspannung von 2,5/2,8/3/3,3 V und verbraucht weniger als 57 mA Strom.

Der SiT5146 nutzt SiTimes einzigartige DualMEMS-Temperaturerfassungs- und TurboCompensation-Technologien, um die beste dynamische Leistung für Timing-Stabilität bei Umgebungsstressoren aufgrund von Luftströmung, Temperaturstörungen, Vibrationen, Stößen und elektromagnetischen Interferenzen zu liefern. Diese Eigenschaften machen den SiT5146 für luftgestützte und terrestrische Anwendungen geeignet, die in extrem kalten Umgebungen betrieben werden. Es hat eine Betriebstemperatur von -40 bis $+105$ °C. Der Oszillator integriert außerdem mehrere Onchip-Regler, um das Rauschen der Stromversorgung zu filtern, sodass kein dedizierter externer LDO erforderlich ist.

Der SiT5146 kann werkseitig für jede Kombination von Frequenz, Stabilität, Spannung und Pull-Bereich programmiert werden, was es Entwicklern ermöglicht, Taktkonfigurationen zu optimieren und gleichzeitig lange Vorlaufzeiten und Anpassungskosten zu vermeiden, die mit Quarzgeräten verbunden sind, bei denen jede Frequenz kundenspezifisch hergestellt wird.

Der Oszillator ist mit einem 5 x 3,2 mm großen SMD-Gehäuse erhältlich und eignet sich für den Einsatz in Ballistik, Raketen, Munition, militärischen tragbaren Funkgeräten, robusten Kommunikationsnetzwerken,

Präzisions-GNSS-Systemen, Satcom, Transpondern, Militär, Verteidigung, Raumfahrt und Avioniksysteme.

Weitere Daten:

- Lastkapazität: 15 pF
- Phasenrauschen: -168 bis -74 dBc/Hz
- Phasenrauschen 1 kHz: -148 bis -145 dBc/Hz
- Phasenrauschen 10 kHz: -154 bis -146 dBc/Hz
- Phasenrauschen 100 kHz: -154 bis -145 dBc/Hz
- Ziehen: $\pm 6,25$ bis 3200 ppm
- Startzeit: 2,5 bis 3,5 ms
- Auslastungsgrad: 45 bis 55%
- Anstiegs-/Abfallzeit: 0,8 bis 4,6 ns
- Jitter: 0,31 bis 9 ps
- Frequenzstabilität: $\pm 0,5/\pm 1/\pm 2,5$ ppm

■ SiTime
www.spezial.com

Ultra-Lowpower-Miniatur-OCXO



Der OCXO3320AW von Dynamic Engineers ist ein Ultra-Lowpower-Miniatur-OCXO mit niedrigem Profil, der von 8 bis 100 MHz arbeitet. Es hat ein Phasenrauschen von -163 dBc/Hz bei 100 kHz und eine Frequenzstabilität von ± 5 ppb über einen Temperaturbereich von -40 bis $+85$ °C. Dieser OCXO bietet HCMOS-(TTL)- oder Sinuswellen-Ausgänge, während er über eine 5-V-Versorgungsspannung betrieben wird. Es ist in einem Gehäuse mit den Maßen 16 x 15 x 7,5 mm erhältlich und eignet sich nahezu ideal für den Einsatz in tragbaren drahtlosen Kommunikationsgeräten, mobilen Testgeräten, Beacons und Rettungssystemen sowie batteriebetriebenen Anwendungen.

Weitere Produktspezifikationen:

- Versorgungsspannung: 3,3 bis 5 V
- Ausgangsleistung: 4 bis 7 dBm
- Lastkapazität: 5 pF
- Widerstand: 50 Ohm
- Ausgangslast: 10 kOhm
- Phasenrauschen: -163 bis -85 dBc/Hz
- Phasenrauschen 1 kHz: -155 bis -145 dBc/Hz
- Phasenrauschen 10 kHz: -163 bis -158 dBc/Hz
- Phasenrauschen 100 kHz: -163 bis -160 dBc/Hz
- Aufwärmzeit: 30 bis 120 s
- Auslastungsgrad: 45 bis 55%
- Abfallzeit: 3 ns
- Anstiegszeit: 10 ns
- Frequenzstabilität: 5 bis 100 ppb
- Leistungsaufnahme: 180 bis 1200 mW

■ Dynamic Engineers
www.dynamicengineers.com

VCO arbeitet von 1380 bis 1415 MHz



Der V377TE02-LF von Z-Communications ist ein spannungsgesteuerter Oszillator (VCO), der von 1380 bis 1415 MHz arbeitet. Er liefert eine Ausgangsleistung von 3 ± 3 dBm mit einem Phasenrauschen von -106 dBc/Hz @ 10 kHz Offset und einer typischen Unterdrückung der 2. Harmonischen von -30 dBc.

Der Oszillator benötigt eine DC-Versorgung von 3 V und nimmt 25 mA Strom auf. Er hat einen Abstimmungsbereich von 0,3 bis 3 V.



Kundenspezifische Lösungen
rund um elektromagnetische

Der VCO verbessert die Leistung von Satellitensystemen, indem er eine rauscharme Signalquelle bereitstellt und Energie spart. Er ist in einem oberflächenmontierten Band- und Spulengehäuse erhältlich, das 0,375 x 0,375 x 0,120 Zoll misst und für Satcom- und mobile Testgerätesystem-Anwendungen geeignet ist, bei denen ein geringer Stromverbrauch erforderlich ist.

Weitere Produktdetails:

- Leistung: 4 mW typ.
- Lastimpedanz: 50 Ohm
- RoHS-konform
- Betriebstemperatur: -40 bis 85 °C

■ Z-Communications
www.zcomm.com

Rubidium-Frequenzstandard mit GPS-Lock-Funktion

Die SI GmbH bietet jetzt den neuen ultra-low-phase-noise Rubidium-Frequenzstandard FS725 an. Der FS725 besitzt exzellente Eigenschaften bzgl. Phasenrauschen, Allan-Varianz (Kurzzeitstabilität) und Alterungscharakteristik. Die Verwendung einer Rubidium-Resonanzquelle für niedrigstes Phasenrauschen kombiniert mit einem innovativen, elektronischen, doppelufigen temperaturüberwachten Quarzoszillator zur Minimierung des Temperaturgradienten ermöglichen eine Allan-Varianz von $<2 \times 10^{-12}$ und eine Alterungsrate von $<5 \times 10^{-11}$.

Der FS725 nutzt den auf dem Markt einzigartigen SC-Quarz und lockt auf den Sekundentakt des GPS-Signals. Diese Kombination erzeugt nicht nur hervorragend niedriges Phasenrauschen, sondern auch exzellente Kurzzeitstabilität in Verbindung mit der Langzeitkonstanz des GPS-Signals.



Somit ist der Standard nahezu ideal geeignet für präzise Timing-Anwendungen, Netzwerksynchronisationen, Telekommunikation und GPS-Navigation sowie Ultraschall- und Radaranwendungen. Eine Stratum-1-Performance kann kostengünstig realisiert werden und das Phasenrauschen beträgt <-130 dBc/Hz. Als Laborverteiler ist das Gerät auf bis zu 22 10-MHz-Ausgänge erweiterbar.

■ SI Scientific Instruments GmbH
www.si-gmbh.de

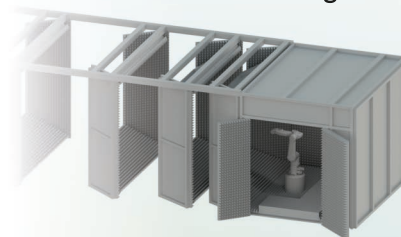
Update zu IQDs Hochleistungs-Rubidium-Oszillator IQRB-2

IQD, ein Unternehmen der Würth Elektronik eiSos Gruppe, hat mit dem Handbuch zum IQRB-2, einem Rubidium-Oszillator, sein erweitertes Rubidium-Portfolio komplettiert. In dem umfassenden Handbuch sind auch die durchgeführten Tests zusammengefasst: von der Temperaturstabilität über die Kurzzeitstabilität bis hin zum Supply Pushing und mehr.

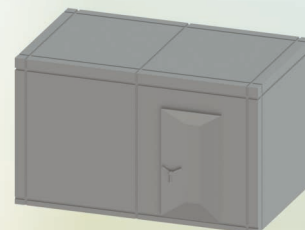
Der IQRB-2 schließt die Lücke zwischen dem IQRB-1 und dem IQRB-3. Dabei besticht der IQRB-1 durch ein hervorragendes Preis/Leistungs-Verhältnis, während der IQRB-3 eine außergewöhnliche Pha-



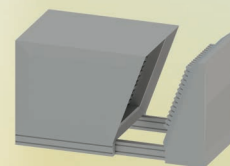
Radartestanlagen



Schirmkabinen



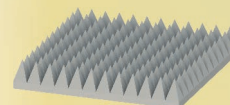
Schirmboxen



EMV-Filter



Mikrowellen-Absorber



WIMEDES GmbH
Brunnenstraße 51-53
73333 Gingen an der Fils

☎ 07162 8069928
✉ info@wimedes.de
🌐 www.wimedes.de



senrauschleistung, gepaart mit einer 1-pps-Synchronisation, gewährleistet.

Der IQRB-2 bietet ein hervorragendes Phasenrauschen, das nahe an die Leistung des IQRB-3 heranreicht: ein trägernahes Phasenrauschen von -108 dBc/Hz bei 1 Hz und einen Noise Floor von -158 dBc/Hz bei 10 kHz und darunter. Dadurch, dass er keine 1-pps-Synchronisation bietet, ist er zu einem günstigeren Preis als der IQRB-3 erhältlich. Mit einer Kurzzeitstabilität von 0,0075 ppb @ $\tau = 100$ s und einer Alterung von maximal 0,05 ppb pro Monat stellt der IQRB-2 immer noch eine perfekte Ergänzung für verschiedene Zeit- und Frequenzsynchronisationsanwendungen dar.

Eine praktische Übersicht über alle Rubidium-Produkte von IQD bietet ein neuer Rubidium-Flyer, der im Bereich „Ressourcen“ der IQD-Website bereitsteht. Weitere Informationen zum IQRB-2 oder IQDs Rubidium-Portfolio im Allgemeinen sind unter www.iqdfrequencyproducts.de zu finden.

Das IQRB-2-Handbuch kann über die IQD-Vertriebsbüros angefordert werden.

■ *IQD Frequency Products Ltd*
www.we-online.com
www.iqdfrequencyproducts.com

Interessanter GPS/GNSS-disziplinierter Rubidium-Oszillator



Der Spectratime LNRClok-1500 von Orolia ist ein kompakter, intelligenter, kostengünstiger und rauscharmer GPS/GNSS-disziplinierter Rubidium-Oszillator (GPSDO) mit einem optional integrierten GPS/GNSS-Empfänger. Dieser disziplinierte 10-MHz-Rubidium-Oszillator hat einen Sinuswellenausgang mit einem Phasenrauschen von -145 dBc/Hz bei 1 kHz Offset, erzeugt Oberflächen mit Pegeln von weniger als -40 dBc und Störpegel unter -80 dBc.

Der Oszillator verwendet die patentierte, adaptive SmarTiming+ Technologie, die die GPS/GNSS-Referenz bei einer Auflösung von 1 ns diszipliniert und eine Vielzahl komplexer Zeit- und Frequenzfunktionen in einer einzigen Gehäuselösung bietet. Gleichzeitig werden modernste Leistung, hohe Zuverlässigkeit und verlängerte Lebensdauer erreicht.

Der optionale GPS/GNSS-Empfänger ist der fortschrittliche 50-Kanal-GPS-Empfänger LEA-6T von u-blox mit einem 6-Positionen-Motor und Anti-Jamming-Technologie. Er unterstützt Multi-Navigations-Satellitensystem-Empfänger einschließlich GPS, Galileo, Glonass, IRNSS und BDS/Compass.

Der Spectratime LNRClok-1500 ist als Modul mit den Maßen 128 x 95 x 38,1 mm mit SMA-Anschlüssen erhältlich. Es ist kompatibel zum Stanford-PRS10-Modell und passt in ein kompaktes 1U-Gehäuse. Der Oszillator benötigt eine DC-Versorgung von 12/24 V und verfügt über eine RS232-Standardschnittstelle für Steuer- und Überwachungsbefehle.

Weitere Parameter:

- Frequenz: 1575,42 MHz
- Frequenzstabilität: $1 \cdot 10^{-12}$
- Phasenrauschen bei 100 Hz: -140 dBc/Hz
- Impulsbreite: 0 bis 1 s in 66 ns/Schritt
- Betriebstemperatur: -10 bis +55 °C
- Versorgungsleistung: 10 bis 38 W

■ *Spectratime, Inc.*
www.spectratime.com

Kleiner Rubidium-Oszillator mit geringem Verbrauch



Der Spectratime mRO-50 von Orolia ist ein 10-MHz-Low-SWaP-C miniaturisierter Rubidium-Oszillator, der entwickelt wurde, um die neuesten kommerziellen, militärischen und Luft- und Raumfahrtanforderungen zu erfüllen, bei denen Zeitstabilität und Stromverbrauch entscheidend sind. Das Uhrendesign basiert auf der bewährten Rubidium-Uhrentradition von Orolia und wurde für geringe Leistung (0,36 W @ 3,3 V) und Größe angepasst.

Der mRO-50 besteht aus einem spannungsgesteuerten Quarzoszillator (VCXO), der an einen hochstabilen atomaren Übergang im Grundzustand des ⁸⁵Rb-Isotops gebunden ist. Es ist in einem kompakten Modul mit den Maßen 50,8 x 50,8 x 19,5 mm erhältlich und nimmt 51 cm³ Volumen ein (etwa ein Drittel des Volumens im Vergleich zu Standard-Rubidium).

Dieser Rubidium-Oszillator kann über eine Temperatur von -10 bis +60 °C betrieben werden (Militärversion erweitert auf -40 bis +75 °C) und ist auch ideal für UAVs und Unterwasseranwendungen. Es kann auch in Telekommunikation, Navigation, Rundfunk, Verteidigung und anderen batteriebetriebenen Instrumenten verwendet werden.

Weitere Produktspezifikationen:

- Ausgangswellenform: Rechteckschwingung
- Frequenz Retrace: $\pm 0,1$ ppb
- Aufwärmzeit: 2 min
- Versorgungsspannung: nom. 5 V
- Eingangsleistung: 0,45 bis 1,5 W
- Phasenrauschen: -140 bis -60 dBc/Hz
- kurzfristige Stabilität: 0,1 bis 0,3 ppb
- Stabilität 100 s: 0,01 ppb
- Gewicht: 75 g

■ *Orolia, Inc.*
www.orolia.com

TCXO für 80 MHz



Der TCXO2013BE-80MHz-A von Dynamic Engineers ist ein TCXO mit einer Betriebsfrequenz von 80 MHz. Er bietet einen Sinuswellenausgang und eine Frequenzstabilität von ± 1 ppm über seinen Betriebstemperaturbereich von -20 bis +70 °C. Der Oszillator benötigt eine DC-Versorgung von 5 V und nimmt einen Dauerstrom von unter 30 mA auf. Er ist in einem 20,7 x 13,06 x 7,5 mm großen Gehäuse erhältlich und eignet sich für UHF-Synthesizer, Satcom-Systeme und tragbare Mikrowellenanwendungen.

■ *Dynamic Engineers*
www.dynamic-engineers.com

THE FUTURE IS DIGITAL. THE FUTURE IS NOW.

REAL-TIME SPECTRUM ANALYZER
REAL-TIME SIGNAL ANALYZER
REAL-TIME EMI RECEIVER



The brand-new TDEMI® S with its HyperOverlapping technology is setting a new benchmark in terms of accuracy, measurement speed, digital services, and RF-performance up into the THz frequency range.

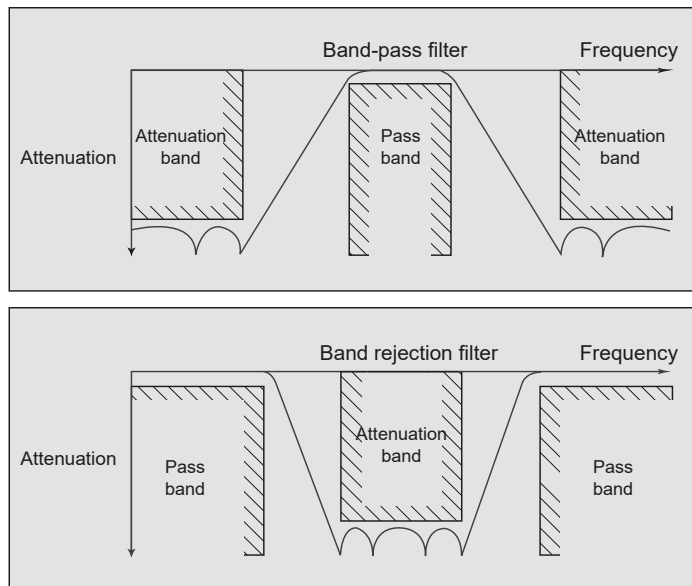


by the inventors of the full compliance real-time FFT based measuring instrument.

gauss-instruments.com

Grundlagen der Quarzfilter

Quarzfilter sind die besten Filter, die man in der Analogtechnik finden kann. Der Beitrag vermittelt Basiswissen.



Nach einer Festlegung der Terminologie folgt das Fachwissen zu diesen vielseitigen Filtern.

Begriffe

Die wichtigsten Begriffe für Quarzfilter werden wie folgt beschrieben:

• Nennfrequenz

Nennwert der Mittenfrequenz (Center Frequency), Nominal Frequency in Bild 1, wird normalerweise als Standardfrequenz der verwandten Normen genannt

• Durchlassdämpfung, Einfügedämpfung

Dämpfung eines Bandpasses bei der Nennfrequenz

• Sperrdämpfung

Dämpfung eines Sperrfilters bei der Nennfrequenz

• Durchlassband (Passband)

Frequenzintervall für 3 dB oder 6 dB Abfall von der Mittenfrequenz beim Bandpass

• Stopband

Frequenzintervall für 3 dB oder 6 dB Anstieg von der Mittenfrequenz bei der Bandsperre

• Welligkeit (Ripple)

Differenzen zwischen maximaler Dämpfung und minimaler Dämpfung im Stop- bzw. Passband

• Abschlussimpedanz

Lastimpedanz, im Allgemeinen ausgedrückt durch ohmschen Widerstand und Shunt-Kapazität, Parameter gelten im Allgemeinen für Quellimpedanz = Lastimpedanz

Quarzfilter sind im Allgemeinen unsymmetrisch, symmetrische Konstruktionen sind aber möglich.

Bandpass-Grundtypen

Aufgrund der Eigenschaften als Resonator hat ein Quarzfilter den deutlichen Vorteil, sowohl ein Bandpassfilter als auch ein Bandsperfilter sein zu können. Im Folgenden werden die allgemeinen Merkmale des Bandfiltertyps beschrieben, denn Bandpassfilter werden am häufigsten

als Quarzfilter verwendet. Ein Bandpassfilter wird grob nach seiner Basisfunktion als Schmalbandfilter (narrow band filter) oder Filter für mittlere Bandbreiten (intermediate band filter) klassifiziert. Breitbandfilter sind technologisch nicht sinnvoll.

Schmalbandfilter erreichen Bandbreiten von 0,005 bis 0,6% der Mittenfrequenz. Der obere Bandbreitenbereich wird bestimmt durch das Kapazitätsverhältnis des Quarzresonators (C_0/C_1) und die untere Grenze wird hauptsächlich durch die Güte des Quarzresonators und die Stabilität der Frequenz bestimmt. Wenn eine Spule bzw. ein Transformator und ein Kondensator an einen Quarzresonator im Elementabschnitt in seiner Konfiguration angeschlossen sind, entweder in Reihe oder parallel, so wird die untere Grenze der Bandbreite durch die Stabilität und Güte der Spule bestimmt. Die Obergrenze hängt jedoch von dem genannten

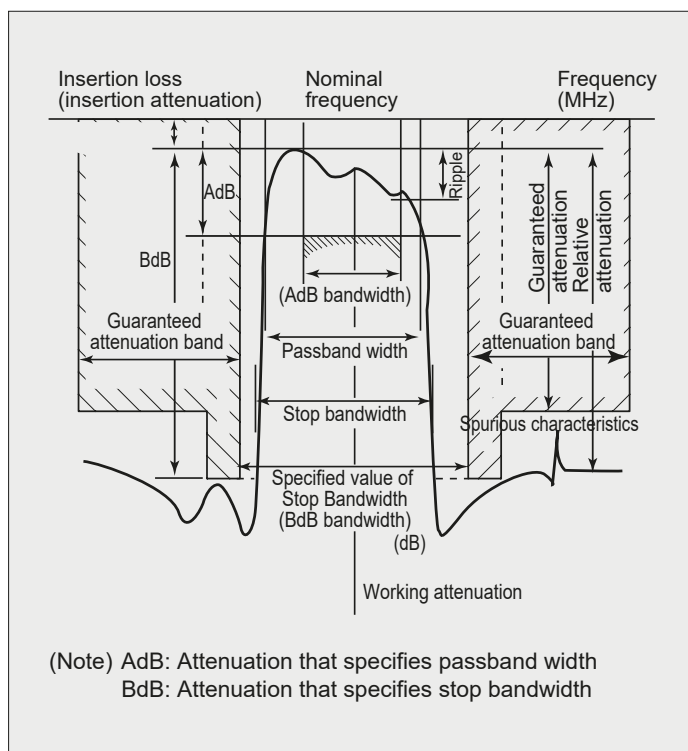


Bild 1: Zur Terminologie

Quelle:
Crystal Filter, NDK Crystal,
Japan
übersetzt von FS

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

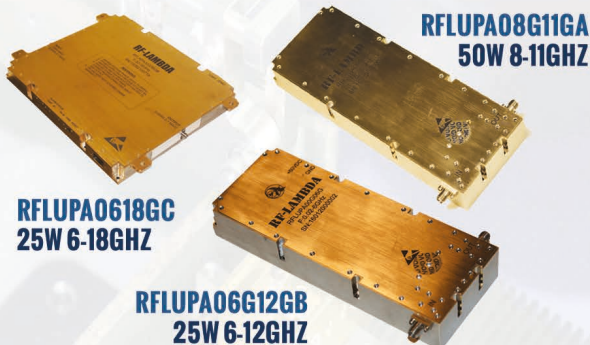
0.01-6GHz VHF, UHF, L, S, C BAND

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

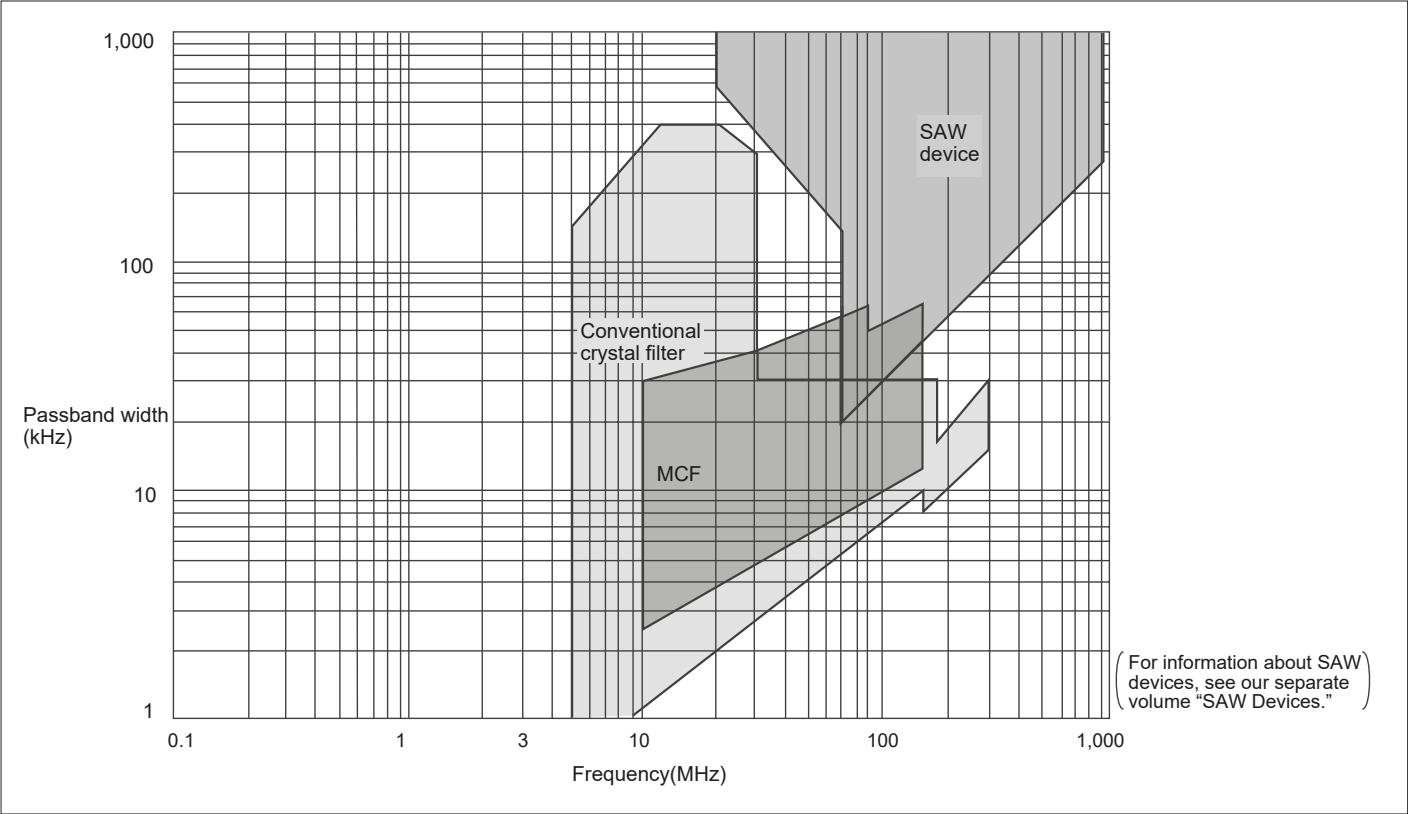


Bild 2: Schematischer Fertigungsumfang von Bandpass-Quarzfiltern

Kapazitätsverhältnis, aber auch von Störeigenschaften usw. des Quarzes ab. Viele Quarzfilter für mittlere Bandbreiten benötigen ebenfalls eine Spule, um die parasitäre Kapazität eines Quarzresonators in einer Schaltung zu kompensieren. Die obere Grenze der Durchlassbandbreite bezieht sich auf das genannte Kapazitätsverhältnis des Quarzresonators

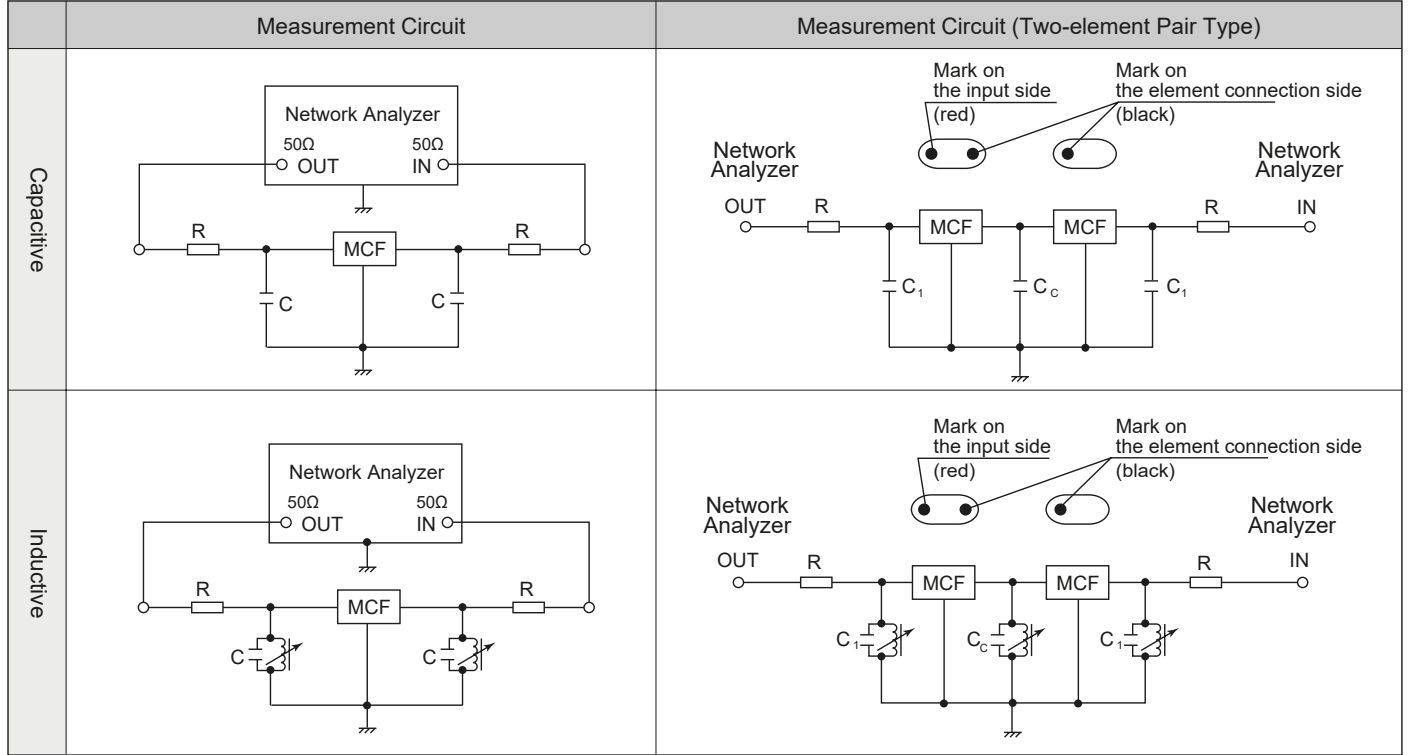


Bild 3: Die möglichen Messschaltungen

RF-LAMBDA

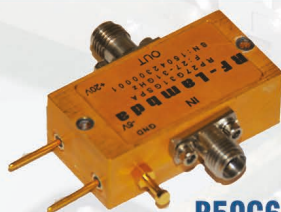
THE POWER BEYOND EXPECTATIONS

ITAR & ISO9001
Registered Manufacturer
Made in USA

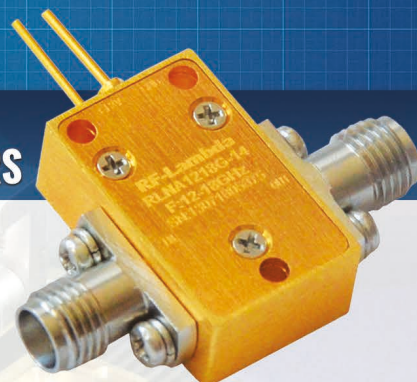


LEADER OF RF BROADBAND SOLUTIONS

ULTRA BROADBAND LOW NOISE AMPLIFIERS

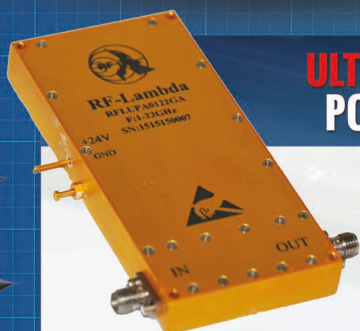


R50G69GSC
(50-69GHz LNA)

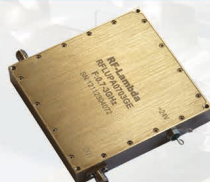


RLNA00M50GA
(0.01-50GHz LNA)

ULTRA BROADBAND POWER AMPLIFIERS



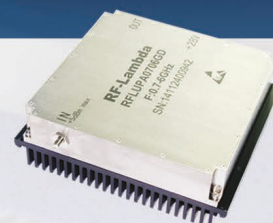
RFLUPA01G22GA
(1-22GHz 8W)



RFLUPA0618GC
(6-18GHz 25W)



RFLUPA32G38GB
(32-38GHz 10W)



RFLUPA0706GF
(0.7-6.0GHz 35W)

BROADBAND RF SYSTEM AC AMPLIFIERS



RAMP27G34GA
(27-34GHz 10W)



RAMP02G06GB
(2-6GHz 50W)

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

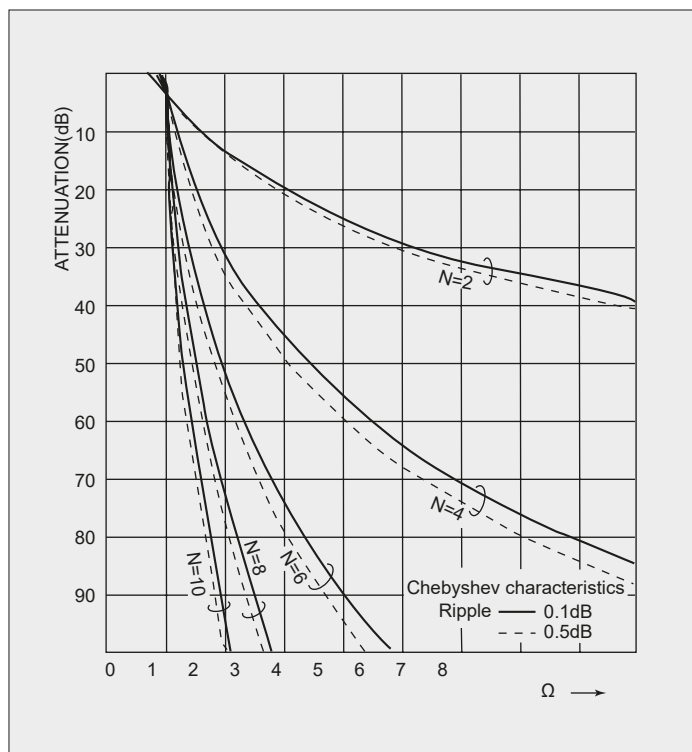


Bild 4: Dämpfungskarakteristik bei Tschebyschew-Eigenschaften

und der Güte der Spule und die untere Grenze wird durch die gleichen Faktoren bestimmt wie beim Schmalbandfilter.

In Bild 2 ist der schematische Herstellungsumfang von Bandpass-Quarzfiltern anhand der Beziehung zwischen den Frequenzen und der Durchlassbandbreite skizziert. Streng genommen ist jedoch der Umfang der Möglichkeiten noch höher oder verringert sich je nach Anforderungen wie Dämpfungskurve, Dämpfung, Welligkeit, Maße und Preis.

Messschaltungen

Die in Bild 3 gezeigten Schaltungen dienen zur Messung von Filtereigenschaften. Es gibt zwei Arten von Messschaltungen: kapazitive und induktive. In der kapazitiven Schaltung können die Filtereigenschaften überprüft werden, indem eine bestimmte Kapazität an die Schaltung gebracht wird. In der induktiven Schaltung wird ein LC-Schwingkreis benötigt, um verteilte Kapazitäten zu kompensieren. Um das Filter in seiner Charakteristik zu überprüfen, ist es erforderlich, dass der LC-

Schwingkreis angepasst wird, etwa indem L oder die Resonanzfrequenz einem vorgegebenen Wert entspricht.

Dämpfungskurve

Es gibt verschiedene Typen von Dämpfungskurven, je nach Lage und Dämpfungsgrad der Pole, benannt nach Designern wie Chebyshev und Butterworth. Als repräsentative Beispiele zeigen die Bilder 4 und 5 grundlegende Dämpfungseigenschaften. In beiden Fällen wird angenommen, dass der Durchlassbereich flach verläuft (kaum Welligkeit) und dass die Dämpfungspole als unendlich wirksam angesehen werden können. Hier ist Ω die auf die Mittenfrequenz (f_0) normierte 3-dB-Passbandbreite (BW) gemäß der Gleichung:

$$\Omega = (f - f_0) / (BW/2)$$

Hier ist f die Dämpfungskennlinien-Frequenz.

Phaseneigenschaften

Phasenkennlinien, ähnlich den Dämpfungskennlinien, unterscheiden sich, abhängig von der charakteristischen Funktion, vom Grad (Polanzahl) usw.

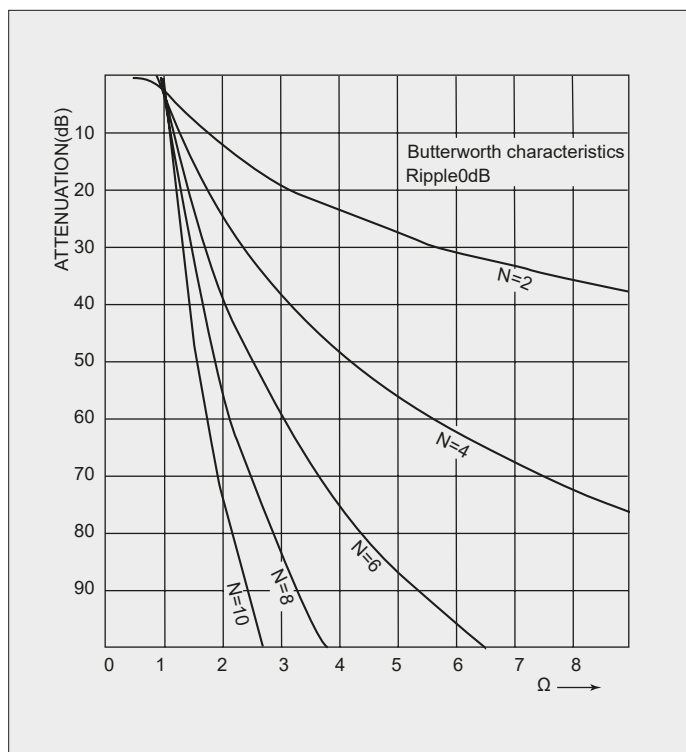


Bild 5: Dämpfungskarakteristik bei Butterworth-Eigenschaften

Bild 6 zeigt die Phasenverläufe passend zu den oben genannten Chebyshev- und Butterworth-Eigenschaften. Lineare Pha-

senfilter können auf Wunsch gestaltet werden. Der Herstellungsumfang unterliegt jedoch mehreren Einschränkungen. ◀

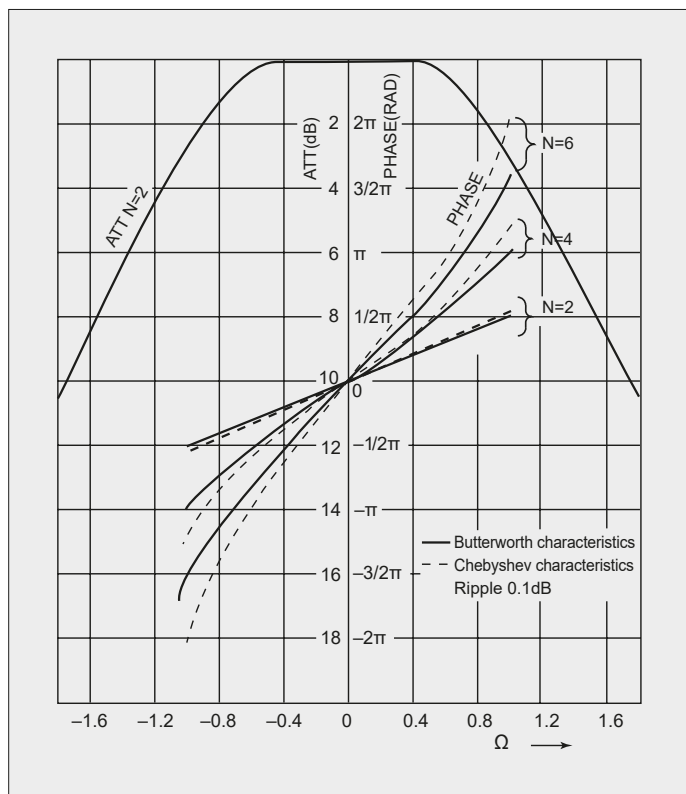
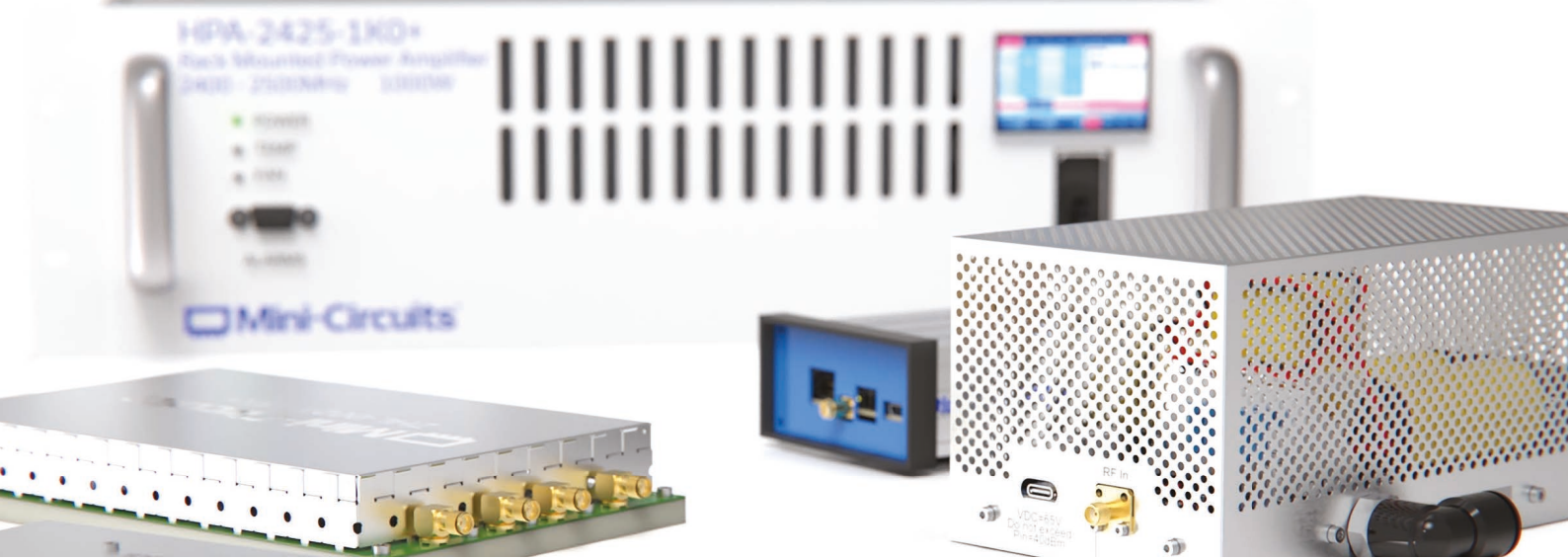


Bild 6: Phasencharakteristiken



13 MHZ TO 5.8 GHZ | UP TO 1.7KW

Solid State Power Amplifiers

Turnkey ISM RF Energy Solutions from
the World's Trusted Partner for All Things RF

PLUG 'N PLAY

Leave the amplifier design to us and focus on your end system

MODULAR

Easy to scale to higher power levels

CONTROL

High-resolution frequency and power control at your fingertips

Next generation applications:

- Plasma Generation
- Dielectric Heating
- Industrial Heating & Drying
- Cooking
- Medical Technologies
- And Many More!

LEARN MORE



Preliminary Specifications:

Product specifications and features are subject to change without warning.

Mini-Circuits®

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

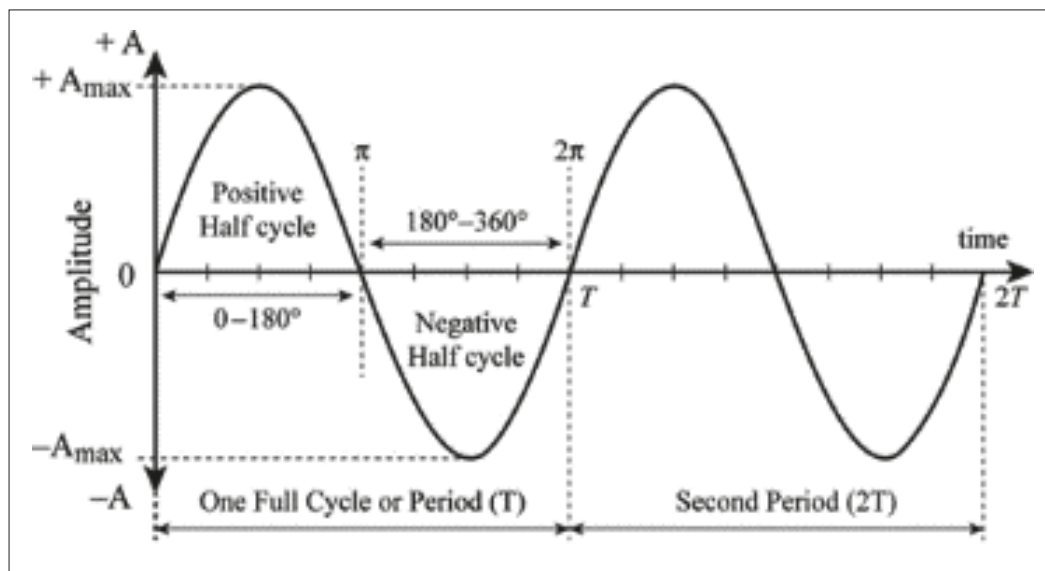
municom®

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

Ein Leitfaden

Ausgangstypen von Oszillatoren

Die am häufigsten gestellten Fragen zu Oszillatoren sind: Was ist der Unterschied zwischen Single-Ended- und Differenz-Ausgängen und für welche Anwendungen sind sie am besten geeignet? Die Antworten finden Sie hier.



- HCSL (High Speed Current Steering Logic) 0 bis 0,75 V

Welcher Oszillatortyp ist für Ihre Anwendung am besten geeignet? Schauen wir uns die Stärken und Schwächen jedes einzelnen an:

Single-Ended-Spielarten

Wir beginnen mit den Single-Ended-Optionen:

- Sinuswelle und abgeschnittene Sinuswelle

Die Sinuswelle ist der Standard- oder „natürliche“ Signalausgang einer Quarzoszillatorschaltung. Die Sinuswellenausgänge mit Linearität bieten das beste Phasenrauschen gegenüber allen anderen Ausgängen. Sie eignen sich hervorragend für Anwendungen, die ein hochwertiges Ausgangssignal erfordern.

• Clipped Sine Wave

Der Sinuswellenausgang wird „geklemmt“/amplitudenbegrenzt, sodass die Sinuswelle nicht ihren maximalen Höchst- und Tiefstwert erreicht. Es entsteht ein Kompromiss, der die Vorteile der Rechteckwellenausgabe teilweise mit einem weiterhin niedrigen Phasenrauschen

Je nach Anwendung und benötigter Schalthäufigkeit gibt es oft mehrere Ausgangsarten, die bei einem Quarzoszillatortyp zur Auswahl stehen. Besprochen werden einige der verschiedenen Ausgaben im Detail, um die Vorteile und einzugehenden Kompromisse zu verdeutlichen. Dies sollte Ihnen eine bessere Vorstellung davon geben, welcher Typ für Ihre Anwendung am besten geeignet ist.

Hauptsächliche Möglichkeiten

Es gibt zwei Hauptausgabeformate, die verwendet werden:

- Sinuswelle, s. Aufmachergrafik

- Rechteckwelle, s. Bild 1

Für einen Single-Ended-Ausgang typisch sind:

- Sinuswelle und abgeschnittene Sinuswelle
- TTL (Transistor-zu-Transistor-Logik) 0,4 bis 2,4 V
- CMOS (komplementärer Metalloxid-Halbleiter) 0,5 bis 4,5 V
- HCMOS (Hochgeschwindigkeits-CMOS) 0,5 bis 4,5 V

- LVCMOS (Niederspannungs-CMOS) 0,5 bis 4,5 V

Für einen Differenzausgang typisch sind:

- PECL (Positiv-Emitter-gekoppelte Logik) 3,3 bis 4 V
- LVPECL (Niederspannungs-PECL) 1,7 bis 2,4 V
- CML (Strommodus-Logik) 0,4 bis 1,2 V und 2,6 bis 3,3 V
- LVDS (Niederspannungs-Differential-Signal) 1 bis 1,4 V

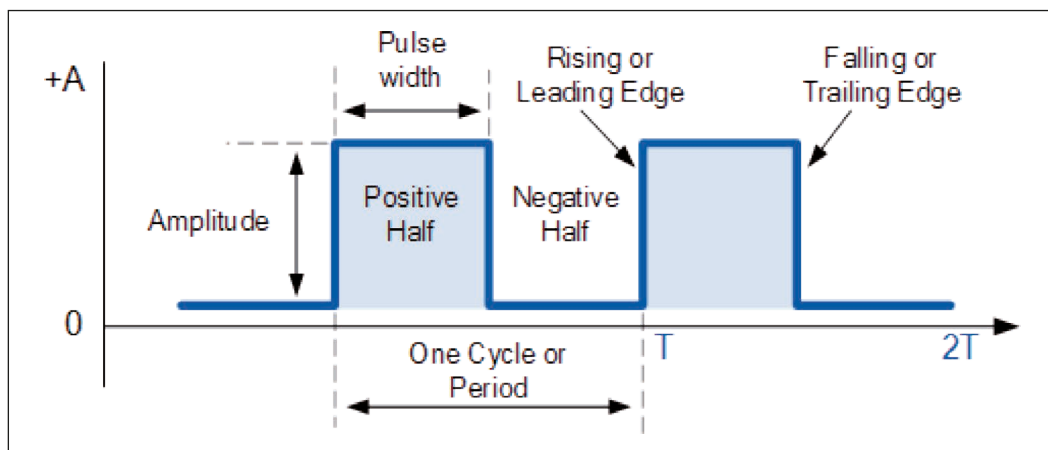


Bild 1: Darstellung der Rechteckwelle

Autor:
David Meaney
Vice President of Global
Technical Sales and Marketing
bei ECS Inc. International

Quelle:
The ECS Inc. Guide to
Oscillator Output Types, ECS
Inc. International,
www.ecsxtal.com
übersetzt von FS

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



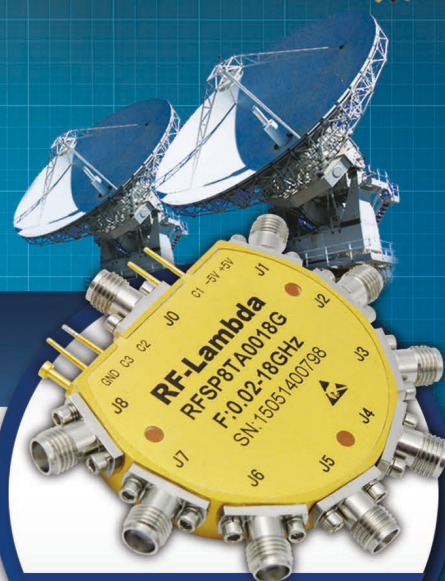
PN: RFSP4TA5M43G
FULL BAND 0.05-43.5GHz SP4T
SWITCH 50NS SPEED



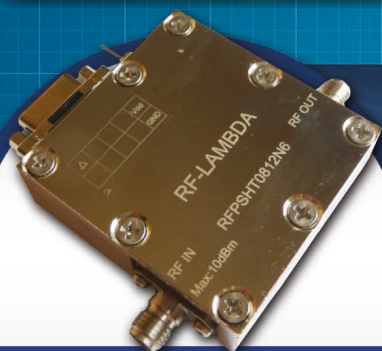
PN: RFSP2TRDC18G
HIGH POWER 10W DC-18GHz HOT
SWITCHABLE SP2T SWITCH



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



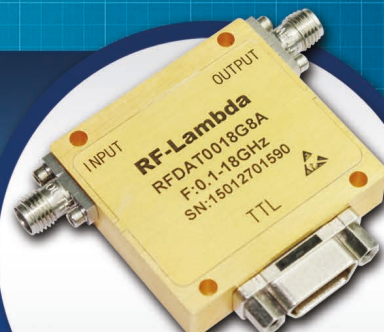
PN: RFDAT0040G5A
DIGITAL STEP ATTENUATOR
0.1-40GHz 5 BITS 31DB



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

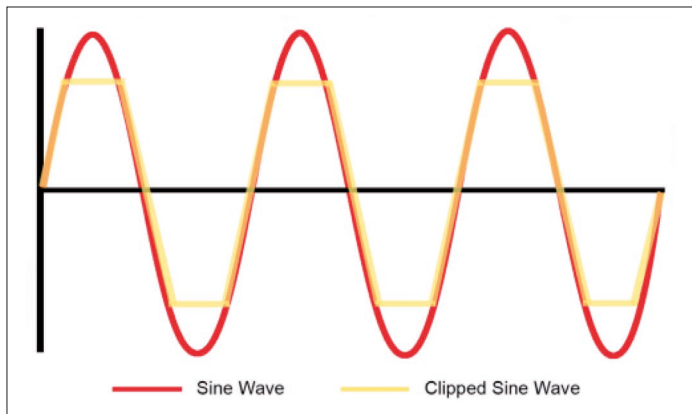


Bild 2: Eine Sinuswelle in Rot und die abgeschnittene Sinuswelle in Gelb

verbindet. Bild 2 bringt eine Sinuswelle in Rot und die abgeschnittene Sinuswelle in Gelb.

• CMOS, HCMOS und LVCMOS

CMOS, HCMOS und LVCMOS fallen alle in die Kategorie der komplementären Metalloxid-Halbleiter. Es handelt sich um einen Rechteckwellenausgang, der sich am besten für niedrige und mittlere Taktfrequenzen eignet, typischerweise unter 250 MHz. Dies ermöglicht eine direkte Verbindung zwischen Taktausgang und Chipeingang. In den meisten Fällen wird ein Reihenwiderstand mit niedrigem Wert verwendet, um Signalarückkopplungen zu reduzieren und ein zuverlässigeres Signal aufrechtzuerhalten. Es gibt auch Hochgeschwindigkeits- und Niederspannungsoptionen, die möglicherweise besser zu Ihren spezifischen Anforderungen passen.

• TTL (Transistor-zu-Transistor-Logik)

Dies ist ein älterer digitaler Ausgangsstandard und er wurde größtenteils durch die CMOS-Technologie ersetzt. Das erfolgte, weil CMOS niedrigere Kosten und eine bessere Rauschleistung bietet. Sowohl CMOS als auch TTL eignen sich hervorragend für geringer Stromverbrauch und höhere Ausgangsleistung bei relativ geringen Kosten.

Bild 3 vergleicht die typischen Spannungsbereiche von TTL und CMOS.

Optionen für differentielle Ausgangssignale

Ein Differenzausgang bietet zwei gleichwertige Signalleitungen, die um 180° phasenverschoben betrieben werden. Dies hat viele Vorteile für die Signalqualität einschließlich:

- bessere Anstiegs- und Abfallzeit
- überragende Jitter- und Phasenrauschleistung
- verbesserte Gleichtakt-Rauschunterdrückung
- robust gegen elektromagnetische Störungen

• ECL (emittergekoppelte Logik)

ECL wurde hauptsächlich als gute Alternative zu TTL eingeführt. ECL-Schaltungen können den logischen Zustand sehr schnell ändern. Dadurch sind sie besser für die Hochgeschwindigkeits-Datenübertragung geeignet. Einer der Nachteile von differentiellen Ausgängen besteht darin, dass sie einen relativ hohen Versorgungsstrom benötigen. ECL verwendet auch eine negative Versorgung. Dies kann zu Herausforderungen führen, wenn Sie versuchen, eine Verbindung mit Baugruppen mit einer positiven Basisstromversorgung herzustellen.

• PECL und LVPECL

PECL-Ausgänge werden häufig in Hochgeschwindigkeits-Taktverteilungsschaltungen verwendet. Dies liegt daran, dass PECL eine hohe Störfestigkeit bietet,

in der Lage ist, hohe Datenraten über lange Leitungen zu erreichen und eine gute Jitter Performance aufgrund der großen Spannungshübe aufweist. Jedoch erfordert PECL eine hohe Betriebsleistung, was der Hauptnachteil ist.

LVPECL bietet eine gute Grundlage für die Nutzung von Gigabit Ethernet und Fibre Channel. LVPECL ist elektrisch wie LVDS zu betrachten, bietet aber einen größeren Differenzspannungshub und eine etwas geringere Energieeffizienz. Herausfordernd kann bei der Ausgabe von LVPECL sein, dass eine Terminierung erforderlich ist, um eine Spannung korrekt abzugeben. Auch können die Differenzschaltungen in Chips unterschiedliche Eingangstoleranzen aufweisen.

• Strommodus-Logik (CML)

CML hat eine ähnliche Leistung wie LVPECL. Der Hauptunterschied besteht darin, dass CML keine externe Vorspannung benötigt. Dies macht CML zu einer guten Alternative zu LVPECL, wenn ein geforderter geringer Stromverbrauch ein Problem darstellt.

• Niederspannungs-Differenzsignal (LVDS)

Ein LVDS-Ausgang ist elektrisch wie ein LVPECL-Ausgang zu betrachten, jedoch ist der Stromverbrauch für LVDS niedriger aufgrund der kleineren Spannungspegel. LVDS wird normalerweise für Hochgeschwindigkeits-Datenübertragung für den Takt verwendet und ist z.B. in Verteilern oder Backplane Transceivern zu finden. Für hohe Datenraten sind in der Regel HCSL, CML oder LVPECL zu bevorzugen, diese erfordern aber mehr Betriebsstrom als LVDS. Weitere Vorteile von LVDS sind reduzierte Störanfälligkeit und einfache Implementierung in CMOS-ICs. Ein Nachteil von LVDS ist die reduzierte Jitter-Performance im Vergleich zu PECL, aber neue Technologien werden eventuell die gleiche Jitter-Leistung wie LVPECL erreichen.

• Hochgeschwindigkeits-Stromlenklogik (HCSL)

HCSL (High Speed Current Steering) ist ein neuerer Ausgangsstandard, aber vergleichbar mit LVPECL ist. Ein Vorteil von HCSL ist seine hohe Ausgangsimpedanz, verbunden mit kurzen Schaltzeiten. Ein Vorwiderstand von 10 bis 30 Ohm wird empfohlen, um mögliches Überspringen und Klingeln zu unterdrücken. Weitere Vorteile sind geringerer Stromverbrauch gegenüber LVDS und LVPECL und eine durchschnittliche bis gute Phasenrauschleistung.

Eine kurze Zusammenfassung

Für eine einfache Handhabung wählt man z.B. einen LVDS-Ausgang; dieser benötigt nur einen einzigen Widerstand am Empfänger, während LVPECL eine Terminierung sowohl am Sender als auch am Empfänger erfordert. Für höhere Frequenzen wählt man z.B. LVDS, LVPECL und HCSL; diese Signale haben schnellere Übergänge als CMOS, benötigen aber auch mehr Betriebsleistung. Für den niedrigsten Stromverbrauch zu empfehlen ist die Verwendung von CMOS oder LVDS, insbesondere wenn Ihre Frequenz höher ist als 150 MHz. Für beste Jitter-Leistung wären LVPECL, LVDS und dann CMOS in dieser Reihenfolge zu bevorzugen, wenn Ihre Frequenz niedrig genug ist. ◀

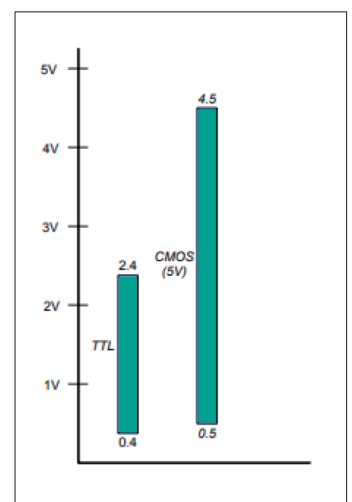


Bild 3: Typische Spannungsbereiche von TTL und CMOS

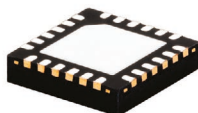
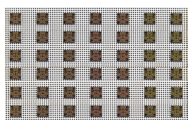
Reflectionless filters were developed to improve sensitivity in the world's most powerful receivers...



Imagine what they could do for your system.

Exclusively from Mini-Circuits

Patented topology absorbs
and terminates stopband signals



 **Mini-Circuits®**

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

FAQ Realtime Clock

Auswahl und Einsatz von RTC-Modulen

Um die Auswahl der für die jeweilige Anwendung perfekten RTC zu vereinfachen, werden hier die wichtigsten Fragen und wesentlichsten Funktionen erörtert und einige Leitlinien zum korrekten Einsatz vorgeschlagen.



Der anhaltende Trend zur Miniaturisierung und die Entwicklung immer modernerer portabler Systeme, wie beispielsweise Wearables, stellt Entwickler immer wieder vor neue und noch komplexere Herausforderungen. Immer höhere Leistung und zusätzliche Funktionen müssen auf möglichst kleinem Raum untergebracht werden und dabei auch noch batterieschonend sein.



Realtime-Clock-Module sind hilfreich

Hierbei können die von Micro Crystal entwickelten Realtime-Clock-Module (RTC) mit einer Vielzahl von verfügbaren Optionen den Entwicklungsingenieuren unter die Arme greifen.

Durch die Zusammenführung des Schwingquarzes mit dem Schaltkreis der Echtzeituhr in einem einzigen Gehäuse ermög-

lichen die RTCs von Micro Crystal eine Minimierung des Platzbedarfs. Diese RTCs bieten ab Werk eine perfekt aufeinander abgestimmte Einheit, welche während der Designphase keine zusätzliche und aufwendige Anpassung des Oszillatorschaltkreises mehr erfordern. Dadurch sind sie vielseitig einsetzbar und helfen erheblich bei der Einsparung von Entwicklungskosten und minimieren drastisch die Entwicklungszeit.

Der werkseitige Kalibrierungsprozess und das hermetische versiegelte Keramikgehäuse gewährleisten eine hohe Genauigkeit und Stabilität über die gesamte Lebensdauer und tragen damit zu höchster Zuverlässigkeit des Endproduktes bei.

Die RTC-Module sind wahlweise mit I²C- oder SPI-Schnittstelle verfügbar und bieten durch

Zusatzfunktionen wie Alarmer, Timer, Zeitstempel, Steuerung des Taktausgangs, externe Ereignisunterbrechung (z.B. zur Erkennung von Manipulationen), Energieverwaltung oder sogar genaue Temperaturüberwachung einen nicht unerheblichen Mehrwert.

Die Grundlagen

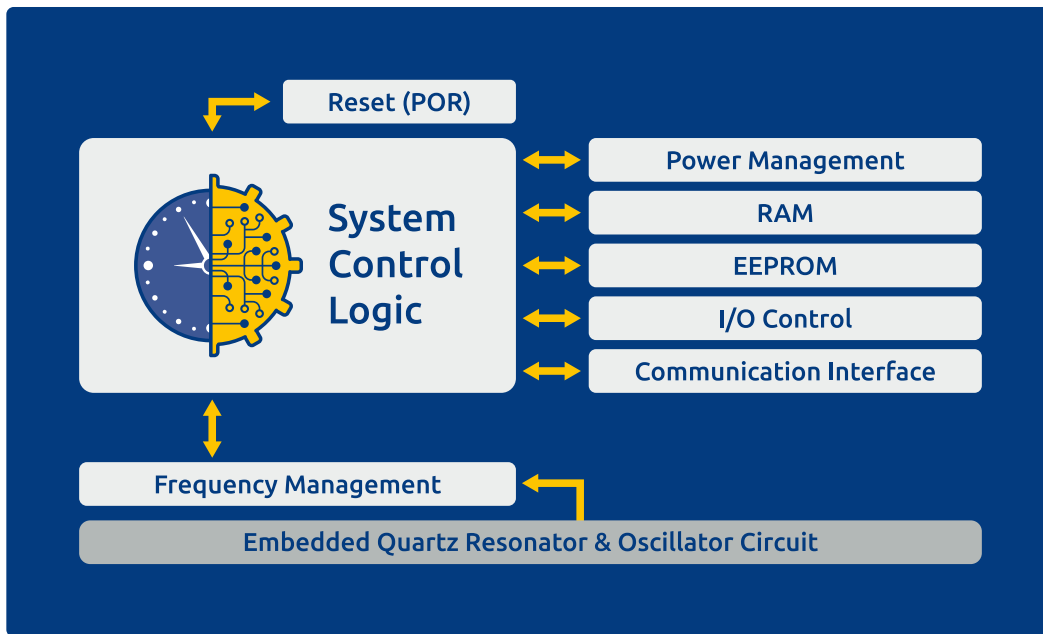
Im Wesentlichen ist eine Realtime Clock eine digitale Uhr, deren Hauptfunktion darin besteht, die Zeit auch dann genau zu verfolgen, wenn die Hauptstromversorgung ausgeschaltet ist oder das Gerät in den Energiesparmodus versetzt wird. Sie besteht aus einem Oszillator, der mit einem Steuerungssystem gekoppelt ist. Die Controller- und Oszillatorschaltungen sind in einem speziellen IC kombiniert, das mit einem externen oder integrierten Uhrenquarz mit 32,768 kHz verbunden ist.

Diese RTC-Bausteine wurden entwickelt, um eine bessere Leistung als diskrete Komponenten zu bieten, die Integration in neue Designs zu vereinfachen und die Markteinführung zu beschleunigen. Die Register werden im RAM gespeichert und während des Betriebs des RTC-Moduls regelmäßig aktualisiert.

RTC's enthalten in der Regel auch eine langlebige Batterie oder eine andere Backup-Quelle, damit sie die Zeit auch dann verfolgen können, wenn keine Stromquelle verfügbar ist. So müssen Benutzer nicht jedes Mal, wenn das Gerät eingeschaltet wird, die Uhrzeit und das Datum neu einstellen.

RTC's werden in einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt, in denen sie eine wichtige Rolle bei der Überwachung der aktuellen Zeit spielen. Gleichzeitig

Ansprechpartner:
Hendrik Nielsen
Technical Sales Specialist
FCP, WDI AG
hnielsen@wdi.ag



Funktioneller Aufbau einer Real-Time-Clock

stellen sie Alarmer, Timer- und Interrupt-Funktionen bereit und tragen zur Senkung des Stromverbrauchs bei.

Warum sollte man eine RTC verwenden?

Mit dem heutigen Zugang zum Internet oder GPS kann man davon ausgehen, dass ein Gerät, sobald es verbunden ist, die genaue Zeit abrufen kann. Bei Geräten mit ständiger Internetverbindung könnte man also ohne Probleme auf den Einsatz einer RTC verzichten. Allerdings geht das häufig mit einem höheren Stromverbrauch einher und ist daher höchstens für Geräte, die dauerhaft an das Stromnetz angeschlossen sind, akzeptabel.

Batteriebetriebene Geräte können es sich nicht leisten, den drahtlosen Transceiver ständig in Betrieb zu halten, da dies zu einer sehr schnellen Entladung der Batterie führt. Häufig benötigen diese Geräte aber in irgendeiner Form einen kontinuierlichen Betrieb, um die Zeit im Auge zu behalten. Die Verwendung einer RTC, welche diese Funktion übernimmt, ermöglicht es dem Entwickler, den Mikrocontroller abzuschalten, wenn er gerade keine Aufgabe zu erfüllen hat. Das führt zu erheblichen

Energieeinsparungen und schont somit die Batterie.

Um eine genaue Zeitmessung und Alarmfunktionen zu gewährleisten, müssen der Taktgeber und die Schaltkreise weiterlaufen, auch wenn der Mikrocontroller und eine integrierte RTC in den Tiefschlaf- oder Energiesparmodus übergehen. Zwar gibt es Mikrocontroller mit integrierter RTC, jedoch gilt zu bedenken, dass hier der Stromverbrauch, auch wenn nur die interne RTC-Funktion aktiv ist, mit $>1 \mu\text{A}$ weit über dem einer externen RTC liegt.

Die aktuellen RTC-Module von Micro Crystal erreichen einen extrem niedrigen Ruhestrom von nur 45 nA (z.B. typ. für RV-3028-C7 im Zeitmessmodus, ohne Buskommunikation) und ermöglichen damit eine deutlich längere Batterielebensdauer. Sie tragen dazu bei, dass ein immer eingeschaltetes Gerät auch tatsächlich den geringsten Strom verbraucht, wenn gerade keine andere Aufgabe erforderlich ist.

Auch wenn die RTC nie als Schlüsselkomponente im System betrachtet wird, ist die Funktion der permanenten Zeitmessung häufig ein absolutes Muss. So prägt die Wahl der RTC das heutige Design von kommerziellen elektronischen

Produkten, medizinischen Geräten oder Industrieprodukten, bei denen Energieeinsparungen und Backup-Zeitmessung von größter Bedeutung sind.

Die richtige Schnittstelle

Welche Schnittstelle wird für die Kommunikation mit der RTC verwendet? Hier stehen dem Anwender zwei Optionen zur Verfügung:

• I²C

ist ein einfacher, bidirektionaler, synchroner, serieller Zweidraht-Bus. Fast-Mode-Geräte können bis zu 400 kbit/s empfangen und senden. Es erfordert einen externen Pull-up für beide Leitungen.

• SPI

ähnelt I²C mit einer anderen Form des seriellen Kommunikationsprotokolls, das mit Vollduplex arbeitet und drei oder vier Leitungen benötigt. Es arbeitet mit schnelleren Datenübertragungsraten als I²C (bis zu 7 Mbit/s) und wird dort eingesetzt, wo Geschwindigkeit wichtig ist.

I²C ist seit Jahren der Standard, da es schnell genug für die Übertragung der RTC-Zeitdaten ist und die Anzahl der erforderlichen Leiterbahnen minimiert. Erforderlich sind hier zusätzliche Vorwiderstände, was sich

auf die benötigte Leiterplattenoberfläche auswirkt. Wenn eine hohe Geschwindigkeit der Datenübertragung erforderlich ist, sollte SPI verwendet werden. Da bei der Übertragung per I²C Strom durch die Vorwiderstände fließt, kommt es hier zu einem etwas höheren Stromverbrauch, als es bei der Übertragung per SPI der Fall ist.

Wie genau ist eine Realtime Clock?

Eine der wichtigsten Datenblattangaben bei einer RTC ist ihre Taktgenauigkeit, welche in erster Linie auf der Stabilität des verbauten Oszillators beruht. Sein Verhalten kann umwelt- (z.B. Temperatur) oder zeitlich (Alterung) bedingten Veränderungen unterliegen. Ausgedrückt wird das in parts per million (ppm) und ist direkt mit der Abweichung von Sekunden pro Tag oder Minuten pro Jahr verbunden.

Die perfekt hermetisch versiegelten Keramikgehäuse von Micro Crystal gewährleisten ein Vakuum, das den integrierten Schwingquarz und den RTC-Schaltkreis vor Druckschwankungen, Feuchtigkeit oder externe chemische Verunreinigungen schützt.

Da die in RTCs verwendete Frequenzreferenz in der Regel auf einem Stimmgabelquarzresonator mit $32,768 \text{ kHz}$ basiert, ist die Zeitabweichung direkt und hauptsächlich mit diesem Teil des Oszillators verbunden. Aufgrund seines negativen Temperaturkoeffizienten, mit einer parabolischen Frequenzabweichung kann sich eine Abweichung der Quarzfrequenz von bis zu 150 ppm über den gesamten industriellen Betriebstemperaturbereich von -40 bis $+85 \text{ °C}$ ergeben.

Bei einem konstanten Betrieb bei 25 °C kann ein RTC-Oszillator mit einer Genauigkeit von $\pm 20 \text{ ppm}$ (Stabilität) zu einem Fehler von mehr als $\pm 10 \text{ min/Jahr}$ führen.

Die Frequenz aller RTC-Module von Micro Crystal wird schon während der Produktion bei

Umgebungstemperatur abgeglichen, um eine typische Gesamtgenauigkeit von ± 20 ppm zu erreichen. Eine aufwendige Kalibrierung durch den Anwender ist also nicht mehr erforderlich, da die Module schon während des Herstellungsprozesses mit hochgenauen Zeitreferenzeinheiten abgeglichen werden.

RTCs mit Temperaturkompensation

Erfordert eine Anwendung eine hohe Zeitmessgenauigkeit über einen großen Temperaturbereich, wie beispielsweise ein Sensor im

$$\frac{\pm 20 \text{ [ppm]}}{10^6} \times \frac{365 \text{ [days]} \times 24 \text{ [hours]} \times 60 \text{ [minutes]}}{1 \text{ [year]}} \times 1 \text{ [year]} = \pm 10.5 \text{ [minutes]}$$

$\pm$ minutes deviation per year
over a year

Was 20 ppm bedeutet

Freien, empfiehlt sich die Verwendung von RTCs mit Temperaturkompensation, welche auf einem DTCXO (Digitally Temperature Compensated Crystal Oscillator) basieren.

Diese kompensieren Beeinflussungen, die durch Schwan-

kungen der Umgebungstemperatur entstehen, indem Taktimpulse entfernt werden, um die Zählung zu überspringen, wenn der Quarz schneller schwingt. Schwingt der Quarz langsamer, werden Taktimpulse hinzugefügt. Durch diese Kompensation können die

hochgenauen RTC-Module bis auf auf ± 3 ppm ($\pm 0,26$ s/Tag) oder sogar ± 1 ppm über den gesamten industriellen Temperaturbereich kalibriert werden.

Eine hohe Zeitgenauigkeit ist beispielsweise für Anwendungen erforderlich, bei denen

Funktion	Kommentar
Jahr	mit automatischer Schaltjahrberechnung
Monat	–
Tag	–
Wochentag	–
Minuten	–
Sekunden	–
1/100 Sekunden	für genauere Zeitanzeige
UNIX-Zeitähler (32 Bits)	zählt die vergangenen Sekunden seit Donnerstag, dem 1.1.1970, 00:00 Uhr UTC
Alarmer	von Sekunden bis Jahre, definiert durch Benutzereinstellungen
Timer	bis zu zwei Timer mit programmierbarer Dauer (bis 4095 min)
Interrupts	s. Kasten
programmierbarer Frequenzausgang	einstellbare Frequenz von Hz bis MHz bei Enabled/Disabled Single CMOS Output für Peripheriegeräte
Zeitstempel	Aufzeichnung des Zeitpunktes und der Häufigkeit von externen oder internen Ereignissen, Erzeugung eines Interrupts
Temperaturmessung	für temperaturkompensierte RTC-Module
Nutzerspeicher	0 bis 256 Bytes, abhängig vom RTC-Typ (zusätzlich zum RTC-Arbeitsspeicher)
Nutzer-EEPROM	0 bis 43 Bytes, abhängig vom RTC-Typ (zusätzlich zum Konfigurations-EEPROM)
Offset-Einstellung	Einstellung der Oszillatorfrequenz (Kompensation der Alterung) und des Temperatur-Offsets
programmierbares Passwort	Sicherheit gegen versehentliches Überschreiben & Schutz von Zeit-, Überwachungs- und Konfigurationsregistern
Power On Reset (POR)	Initialisierung der RAM-Register auf ihre Reset-Werte und Auffrischung der RAM-Mirror-Werte durch die Werte im Konfigurations-EEPROM
Batterieumschaltung	Erkennung von Niedrigspannung in der Hauptversorgung und Umschaltung auf eine Backup-Quelle
Erhaltungsladung	Lade-Management der Backup-Quelle
Ladepumpe	Ermöglicht das Aufladen der Backup-Quelle bei höherer Spannung, um die Lebensdauer während eines Spannungsabfalls zu verlängern

Tabelle 1: Mögliche Funktionen einer Realtime Clock

die Zeitmessung für die Abrechnung verwendet wird, wie bei Zählern von Versorgungsunternehmen, Kassenterminals oder sicherheitsrelevanten Geräten und Systemen.

Die Temperatursensoren in DTCXO-Geräten werden ebenfalls über den gesamten Betriebstemperaturbereich kalibriert.

Die Quarzfrequenz kann mit der Zeit leicht schwanken, da die Alterung die Materialeigenschaften des Quarzes und der im Oszillatorkreis verwendeten Kondensatoren verändert. Die Alterung liegt im ersten Jahr bei ± 3 ppm (entsprechend $\pm 1,6$ min/ Jahr), verringert sich in den folgenden Jahren allerdings erheblich. Dieser Alterungseffekt der Oszillatorfrequenz lässt sich jedoch einfach durch eine Einstellung im Offset-Register korrigieren.

Wie hoch ist der Stromverbrauch einer RTC?

Wie oben schon erwähnt, gewinnt der Stromverbrauch immer mehr an Bedeutung. Hierdurch wird die Batterielebensdauer des Endprodukts nicht unerheblich beeinflusst. Bestimmt wird der Stromverbrauch unter definierten Bedingungen, typischerweise bei 3 V und 25 °C. Im Gegensatz zu MEMS-basierten RTCs, die mit > 2 μ A deutlich mehr Energie benötigen, um die hohe Grundfrequenz des MEMS-Resonators herunterzuteilen, können die niederfrequenten quarzbasierten RTCs von Micro Crystal mit nur 45 nA einen extrem niedrigen Stromverbrauch erreichen. Selbst die RTCs mit Temperaturkompensation erreichen mit 160 nA noch herausragende Werte.

Eine quarzbasierte RTC-Hardware, die weniger Strom verbraucht, ist ihrem stromhungrigen MEMS-basierten Gegenstück in jedem Fall vorzuziehen, wenn es um batteriebetriebene Anwendungen geht.

Um optimale Ergebnisse zu erreichen, muss die RTC im optimierten Zeitmessmodus so konfiguriert werden, dass

ihr Stromverbrauch minimiert wird. Der Uhrenaussgang sollte deaktiviert und die Kommunikation gestoppt werden. In diesem Modus kann das RTC-Modul dann als Watchdog mit sehr niedrigem Stromverbrauch fungieren und das System bei Bedarf aufwecken (Alarm, Timer, Ereignisinterrupt).

Außerhalb dieses Stromsparmodus variiert der Stromverbrauch einer RTC je nach ihren Merkmalen und Konfigurationseinstellungen (Schnittstellentyp, Betrieb der Stromversorgungsschaltung, aktivierter Oszillatorausgang, usw.).

Welche zusätzlichen Funktionen bietet eine RTC?

Moderne RTC-Module bieten einige zusätzliche Funktionen, die dem Anwender das Leben erleichtern und sogar die Überwachung des Systemverhaltens ermöglichen. Sie übernehmen die Energieverwaltung und Temperaturüberwachung, alarmieren bei abgelaufener Zeit oder bei externen Ereignissen – und dies alles, während sich der Host-Mikroprozessor im Leerlauf befindet.

Je nach Anwendungsfall können unterschiedliche Funktionen im Vordergrund stehen. Tabelle 1 bringt eine Übersicht aller möglichen Funktionen.

Welche Bauformen sind verfügbar?

Die RTC-Module von Micro Crystal sind in verschiedenen Bauformen erhältlich. Da die meisten batteriebetriebenen Geräte aus Gründen der Tragbarkeit oder der einfachen Installation sehr klein sein müssen, werden sie jetzt auch im 3,2 x 1,5 x 0,8 mm kleinen DFN-Gehäuse (Dual Flat No Leads) mit Metalldeckel (Typ C7) gefertigt. Wenn Größe nicht das Hauptkriterium ist, sind die Module auch in den Bauformen 5 x 3,2 x 1,2 mm (Typ C2) und 3,7 x 2,5 x 0,9 mm (Typ C3) erhältlich.

Welche Stromquelle kann als Backup verwendet werden?

Um die Zeit solange wie möglich ohne Unterbrechung und ohne erneute Einstellung der Uhrzeit genau verfolgen zu können, ist in vielen Konstruktionen eine separate Stromquelle für die RTC vorhanden. Einige Geräte sind mit einem automatischen Schalter ausgestattet, der eine niedrige Netzspannung erkennt und eine Umschaltung in den Batteriemodus vornimmt. Wie auch bei der Auswahl des optimalen RTC-Moduls ist das Energiebudget ebenfalls ausschlaggebend für die Wahl der Backup-Quelle. Die Dauer der Unterbrechung der Hauptstromversorgung oder die Anforderungen an die Batterielebensdauer bestimmen die erforderliche Leistungskapazität. Die gebräuchlichsten Backup-Quellen sind MLCC (Multilayer Ceramic Capacitor), Supercap (sehr hochwertiger Kondensator mit einem Wert von einem Zehntel Farad oder mehr) und Knopfzellenbatterie (primäre oder sekundäre).

Für die Auswahl der richtigen Backup-Quelle müssen alle Anwendungsfälle eingehend bewertet werden, um alle Parameter berücksichtigen zu können, die mit den Beschränkungen der Backup-Quelle verbunden sind. Hierzu gehören die Kosten, vorhandener Platz, Temperaturverhalten, Selbstentladung, Ladezyklen, Lagerfähigkeit, Polarisierung, Einhaltung des Reflow-Prozesses und Recycling.

Was muss beim Layout beachtet werden?

Anders als es bei einem reinen Quarzbaustein und seiner Peripherie der Fall ist, muss das RTC-Modul nicht zwingend in der Nähe der Mikrocontroller-Einheit platziert werden. Dies bietet dem Entwickler bei der Platzierung des RTC-Bausteins auf der Platine einiges an Flexibilität.

Für eine RTC, die auch die Umgebungstemperatur überwachen soll, gelten die gleichen

Diverse Interruptmöglichkeiten

- periodische Zeitaktualisierung
- regelmäßige Timer
- Alarm (von Sekunden bis Jahre, benutzerdefiniert)
- externes Ereignis (Manipulationserkennung)
- Überschreiten von Temperaturgrenzwerten
- Erkennung von Niedrigspannung
- automatische Umschaltung
- Reset beim Einschalten

Regeln wie für die Anwendung von Temperatursensoren.

Das hermetisch versiegelte Gehäuse des werksseitig kalibrierten RTC-Moduls garantiert zuverlässigen Schutz gegen äußere Einflüsse, wodurch eine zusätzliche Beschichtung nicht erforderlich ist.

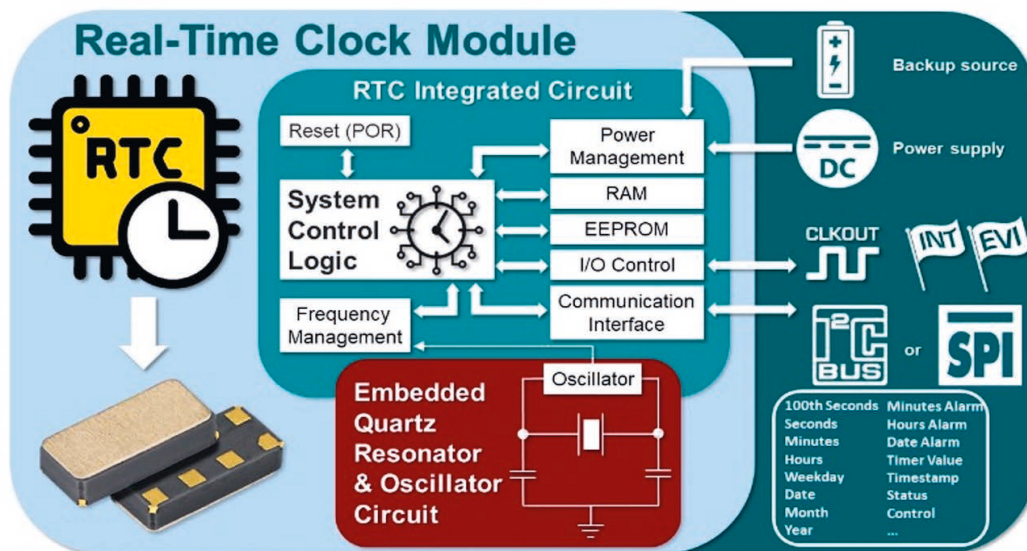
Welche Qualifizierung haben die RTCs von Micro Crystal?

Alle RTC-Module von Micro Crystal entsprechen den aktuellen RoHS-Standards, sind REACH-konform und AEC-Q200-qualifiziert, wodurch höchste Qualität und Rückverfolgbarkeit absolut gewährleistet sind. Die als „Medical“ eingestufteten RTCs erfüllen die speziellen Anforderungen, um sogar Verwendung in implantierbaren medizinischen Geräten der Klasse III zu finden.

Um Ihr nächstes Projekt zum Erfolg zu führen, erhalten Sie bei den Experten der WDI AG Unterstützung bei der Auswahl der richtigen RTC-Lösung sowie Testmuster und Evaluierungsplatinen für den Design-Prozess. WDI begleitet die Entwicklung von Anfang an und führt den Anwender schon beim Design in zielsicher zum richtigen Produkt. ◀

Echtzeituhr-Module: Auswahl leicht gemacht

Mit einer Reihe von Optionen, die die mikrocontroller-basierte Hardware bereichern, helfen RTC-Module den Elektronikingenieuren, die immer komplexeren Herausforderungen von Designs zu meistern.



Konkret gelingt es, beste Performance und zusätzliche Funktionen in einen immer kleineren Formfaktor einzubauen und zudem den Stromverbrauch zu minimieren.

Stromsparend, hochpräzise und ultraklein

Als anerkannter Branchenführer und Innovator von extrem stromsparenden, hochpräzisen und ultrakleinen Echtzeituhr-Lösungen bietet Micro Crystal (Vertrieb durch SE Spezial-Electronic GmbH) eine Reihe von RTC-Modulen für den Einsatz bei IoT, Wearables, Consumer-Produkten, GPS-Modulen, Automobilelektronik, Medizintechnik bis hin zu implantierbaren medizinischen Komponenten.

Um den Auswahlprozess eines RTC-Moduls zu vereinfachen, werden im Folgenden Schlüsselfragen und -funktionen diskutiert und einige Richtlinien empfohlen.

Die RTC/RTC-Module

Eine Echtzeituhr (RTC) ist eine digitale Uhr; ihre Hauptfunktion besteht darin, die Zeit auch dann genau zu verfolgen, wenn die Hauptstromversorgung ausge-

schaltet ist oder das Gerät in den Energiesparmodus versetzt wird. Sie besteht aus einem Oszillator, der mit einem Mikrocontroller gekoppelt ist. Die Controller- und Oszillatorschaltung sind in einem speziellen IC kombiniert, das mit einem externen oder eingebetteten 32,768-kHz-Quarzresonator verbunden ist.

RTCs werden zudem in einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt, in denen Ihre Zusatzfunktionen eine wichtige Rolle spielen, um nicht nur die aktuelle Zeit zu verfolgen, sondern gleichzeitig Alarme, Timer- und Interrupt-Funktionen bereitstellt werden die den Stromverbrauch massiv reduzieren.

RTCs von Micro Crystal verwenden einen integrierten Quarz und werden als RTC-Module bezeichnet. Diese Bausteine wurden gezielt entwickelt, um die Performance zu optimieren die mit diskreten Komponenten nicht zu erreichen ist. Das vereinfacht das Design und ermöglicht Designs auf kleinsten Raum und verkürzt die Entwicklungszeit und Markteinführung. Die Anforderung an Miniaturisierung des Designs, insbesondere für batteriebetriebenen Geräte wird ermöglicht auch

durch die neuen Generationen von RTC-Modulen im kleinen DFN-Gehäuse (Dual Flat No Leads) mit bis zu 3,2 x 1,5 x 0,8 mm (Typ C7) verfügbar sind.

Die Register werden im RAM gespeichert und während des Betriebs des RTC-Moduls periodisch aktualisiert. Das RTC-Design enthält in der Regel eine langlebige Batterie oder eine andere Backup-Energiequelle, um die Zeit auch dann zu verfolgen, wenn keine Stromversorgung anliegt, so dass der Benutzer nicht fortwährend die Uhrzeit und das Datum einstellen muss, wenn die Geräteversorgung eingeschaltet wird.

Warum eine RTC verwenden?

Mit dem heutigen Zugang zum Internet oder GPS ist davon auszugehen, dass ein Gerät, sobald es verbunden ist, die genaue Zeit abrufen kann. Für Applikationen, die eine permanente Internetverbindung haben, könnte das Fehlen einer RTC gerechtfertigt sein. Dieser Vorteil ist jedoch erkauft auf Kosten eines hohen Stromverbrauchs und kann nur für Applikationen, die permanent an das Stromnetz angeschlossen sind, akzeptabel sein.

Batterieversorge Geräte können es sich nicht leisten, den drahtlosen Transceiver ständig zu aktivieren, denn dies führt zur schnellen Entladung der Batterie. Diese Geräte benötigen aber in irgendeiner Form einen Dauerbetrieb, um die Zeit im Auge zu behalten. Eine intermittierende Aktivität ist nötig (Duty Cycle), um die Lebensdauer der Batterie zu verlängern. Die Verwendung einer RTC-Funktion ermöglicht es dem Entwickler, den Mikrocontroller abzuschalten, wenn keine Aufgabe erforderlich ist, was zu erheblichen Energieeinsparungen führt.

Oft besitzt der Mikrocontroller bereits eine integrierte RTC-Funktion, ABER wenn ein



Axel Gensler
SE Spezial-Electronic GmbH,
www.spezial.com

QUARZE, OSZILLATOREN & MEHR WELCOME TO THE WORLD OF CLOCKING

PRODUKTSPEKTRUM:

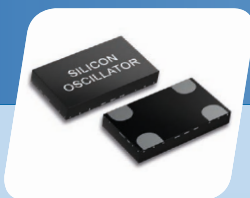
- + MHz SMD/THT Quarze
- + 32.768 kHz Quarze
- + Quarzoszillatoren
- + Silizium (wie MEMS) Oszillatoren
- + 32.768 kHz μ Power Oszillatoren
- + MHz Ultra Low Power Oszillatoren
- + Low Power Clock Oszillatoren
- + Programmierbare Oszillatoren
- + Differential Oszillatoren
- + Spread Spectrum Oszillatoren
- + VCXO, VCTCXO
- + SPXO, LPXO, TCXO, OCXO
- + High Temperature Oszillatoren
- + Automotive Oszillatoren
- + Keramikresonatoren und -filter
- + SAW Produkte

APPLIKATIONEN:

- + IoT/M2M
- + Networking/Infrastructure
- + Mobile Communication
- + Telecom (5G)
- + Wearables
- + Wireless
- + Smart Metering
- + Timing/Precision
- + Industrial/Embedded
- + Medical
- + Automotive
- + Consumer
- + Etc.

PRODUKTVORTEILE & SERVICE:

- + Passende Lösung für jede Clocking Applikation
- + Besonders umfangreiches Produktsortiment
- + Höchste Qualität und Zuverlässigkeit
- + Sehr breiter Frequenzbereich
- + Erweiterter Temperaturbereich von $-55/+125^{\circ}\text{C}$
- + Äußerst wettbewerbsfähige Preise
- + Umfangreicher Design-in-Support
- + Großserienbetreuung
- + Kurze Liefertermine
- + Kostensparendes In-House-Engineering
- + Kurze Time-to-Market-Zeiten

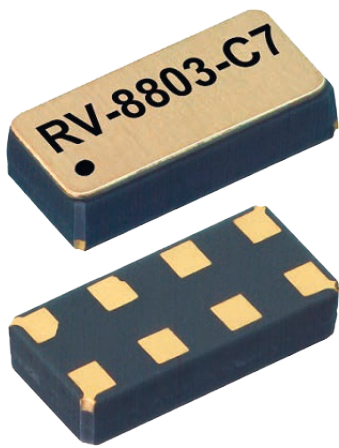


PETERMANN-TECHNIK GmbH
Lechwiesenstr. 13
86899 Landsberg am Lech
Deutschland – Germany

Tel +49 (0) 8191 – 30 53 95
Fax +49 (0) 8191 – 30 53 97
info@petermann-technik.de

WWW.PETERMANN-TECHNIK.DE





Mikrocontroller mit integrierter RTC in den Sleep Mode (Energiesparmodus) versetzt wird, müssen das Taktsignal und die Schaltkreise weiterlaufen, um genaue Zeitnahme- und Alarmfunktionen zu gewährleisten. Da diese in der Regel nicht auf die RTC-Funktion optimiert sind, liegt die Stromaufnahme des Mikrocontrollers, wenn nur die interne RTC-Funktion aktiv ist, weit über 1 μ A, also zigfach über dem Wert einer externen RTC. Der außergewöhnlich niedrige Ruhestrom, der von heutigen RTC-Modulen erreicht wird (45 nA typ. für RV-3028-C7 im Zeiterhaltungsmodus, ohne Buskommunikation) ermöglicht eine deutlich längere Batterielebensdauer.

Das RTC-Modul löst das Problem ein konstant betriebenes Gerät bei geringstem Strom zu betreiben und die Zeitreferenz zu erhalten, wenn ansonst keine andere Aufgabe erforderlich ist. Auch wenn RTCs nie als Schlüsselkomponente in Systemen in Betracht gezogen wurden, ist die „Always-on“-Zeitnahmefunktion ein „Must Have“ und die Wahl der RTC prägt das heutige Design von Elektronik, medizinischen Geräten oder Industrieprodukten, bei denen Energieeinsparung und Backup-Zeitnahme ein wichtiges Feature darstellt.

Die Schnittstelle für die Kommunikation mit der RTC

Der I²C-Bus (Inter Integrated Circuit) ist ein einfacher, bidirektionaler, synchroner, serieller Zweidraht-Bus. Fast-Mode-Geräte können bis zu 400 kbit/s

empfangen und senden. Die Beschaltung erfordert aber externe Pull-up-Widerstände für beide Leitungen (SCL und SDA). Der I²C-Bus ist mittlerweile ein Industriestandard für Steuerungs-, Diagnose- und Überwachungslösungen in unzähligen Embedded-Applikationen mit einfacher Implementierung, niedrigen Kosten.

Das SPI (Serial Peripheral Interface) stellt einen „lockeren“ Standard für einen synchronen seriellen Datenbus (Synchronous Serial Port) dar, der die digitalen Schaltungen nach dem Master-Slave-Prinzip miteinander verbindet. Ähnlich wie I²C mit einer anderen Form des seriellen Kommunikationsprotokolls, das mit Vollduplex arbeitet und drei oder vier Leitungen benötigt. Es arbeitet mit schnelleren Datenraten als I²C (bis zu 7 Mbits/s) und wird dort eingesetzt, wo Geschwindigkeit wichtig ist.

I²C ist der Standard. Es ist schnell genug für die RTC-Timing-Datenübertragung und minimiert die Anzahl der Leitungen. Zusätzliche Pull-up-Widerstände sind erforderlich, was sich auf die verwendete PCB-Fläche auswirkt. Während der I²C-Takt- und Datenübergänge fließt Strom durch die Pull-up-Widerstände, was zu einem höheren Stromverbrauch für I²C gegenüber SPI führt (bei gleicher Kommunikationsfrequenzbedingung). Wenn die Geschwindigkeit der Datenübertragung wichtig ist, verwenden Sie SPI.

RTC-Genauigkeitsgrad (Toleranz)

Eine der wichtigsten Datenblattangaben für eine RTC ist ihre Taktgenauigkeit, die auf der Oszillatorstabilität basiert. Ausgedrückt in parts per million ($\pm X$ ppm) bedeutet dies die Abweichung von $\pm X$ Schwingungen pro Million Schwingungen und ist direkt mit dem Gewinn oder Verlust von Sekunden pro Tag, Minuten pro Jahr verbunden. Bei Designs mit RTC-Chip in Kombination mit einem externen Quarzresonator kumulieren sich die Fehler:

- Quarzkristall ± 20 ppm
- externe Kondensatoren ± 7 ppm
- Leiterbahnen auf der Platine ± 2 ppm
- RTC-IC ± 8 ppm

Das ergibt in Summe bei diesem typischen Beispiel ± 37 ppm. Diese Summe stellt allerdings den hier recht unwahrscheinlichen Worst Case dar, in der Praxis wird der Gesamtfehler also deutlich kleiner sein wegen teilweise gegenseitiger Kompensation.

Die in RTCs verwendete Frequenzreferenz ist üblicherweise ein 32,768-kHz-Stimmgabel-Quarz und die Zeitabweichung direkt und hauptsächlich abhängig von diesem Bestanteil des Oszillators. Darüber hinaus, aufgrund seines negativen Temperaturkoeffizienten mit einer parabolischen Frequenzabweichung, kann sich eine Änderung der Quarzfrequenz von bis zu 150 ppm über den gesamten industriellen Betriebstemperaturbereich von -40°C bis $+85^{\circ}\text{C}$ ergeben.

Bei einem konstanten Betrieb bei 25°C mit ± 20 ppm Genauigkeit (Stabilität) kann ein RTC-Oszillator einen Fehler von mehr als ± 10 min pro Jahr aufweisen.

Einige Anwendungen erfordern eine hohe Zeitgenauigkeit über einen großen Temperaturbereich. Essenziell wenn z.B. ein Sensor im Freien installiert ist oder hauptsächlich im Freien betrieben wird. In diesem Fall empfiehlt es sich einen RTC mit integrierter Stabilisierungsfunktion. Damit ist eine Genauigkeit von ± 3 ppm ($\pm 0,26$ s/Tag) über den gesamten industriellen Temperaturbereich möglich.

Stabilität der RTCs

Die Stabilität hängt mit der Spezifikation des im RTC-Modul betriebenen Oszillators zusammen. Sein Verhalten ist umgebungsbedingter Veränderungen unterworfen, aber auch Drifts durch die Zeit (Alterung) verursacht werden.

Die Auswirkung der Temperatur wird im DTCXO (Digitally Temperature Compensated Crystal

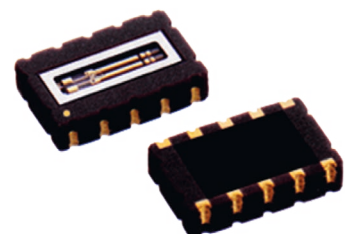
Oscillator) basierten RTC Modul kompensiert, indem Impulse entfernt werden, um die Zählung zu überspringen, wenn der Quarz schneller läuft oder durch Hinzufügen von Takten, wenn der Quarz langsamer läuft.

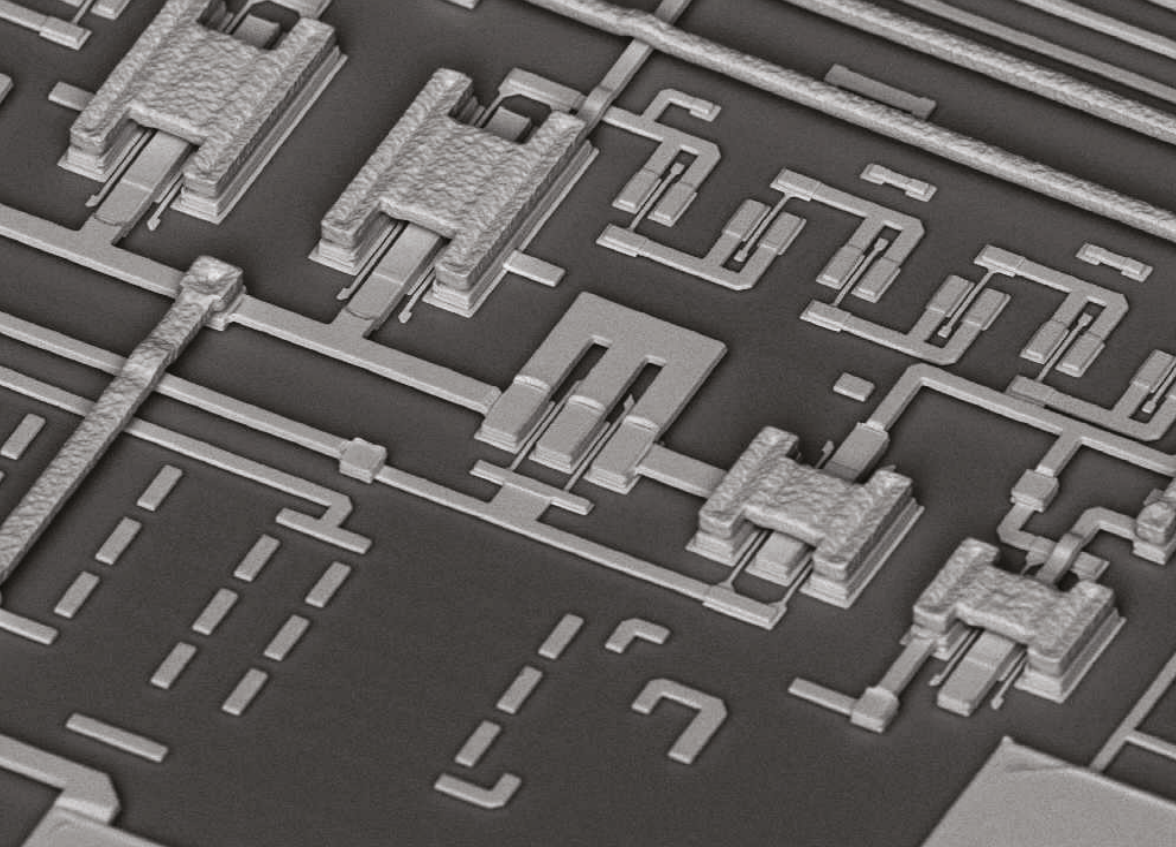
Die Quarzfrequenz wird mit der Zeit leicht variieren, da die Alterung die Materialeigenschaften des Quarzes und der im Oszillatorschaltkreis verwendeten Kondensatoren verändert. Die Alterung ist mit ± 3 ppm während des ersten Jahres spezifiziert (entsprechend einer Abweichung über das Jahr von $\pm 1,6$ min) und deutlich reduziert sich deutlich in den Folgejahren.

MicroCrystal-RTC-Module erfordern keine Benutzerkalibrierung, die Bauelemente werden während des Herstellungsprozesses mit hochgenauen Timing-Referenzeinheiten kalibriert. Die in den DTCXO-Bausteinen (Digital Temperature Compensated Crystal Oscillator) enthaltenen Temperatursensoren werden ebenfalls über den gesamten Betriebsbereich kalibriert. Somit sind alle Fehler, die bei der Zeitmessung und bei der Messung und Digitalisierung des Temperaturwertes auftreten, bereits in den Genauigkeitsangaben des Sensors enthalten. Diese RTC-Module integrieren den Quarzresonator und den RTC-Schaltkreis, und bieten damit Schutz gegen Druckänderungen, Feuchtigkeit oder externe chemische Verunreinigungen durch die perfekte Abdichtung des Keramikgehäuses unter Vakuumbedingungen. Alterungseffekt der Oszillatorfrequenz kann durch eine „Offset“-Registerabgleichfunktion korrigiert werden.

Stromaufnahme eines RTCs

Dieses wichtige Auswahlkriterium basiert auf der Stromauf-



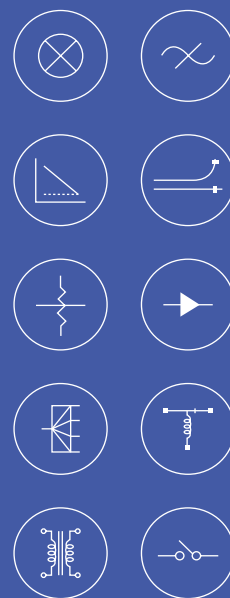
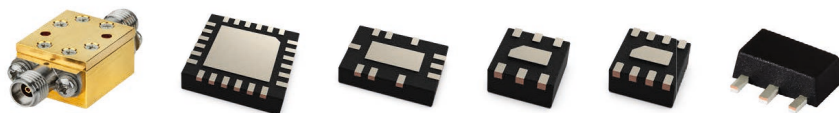


DC TO 50 GHZ

MMIC Products

In-House Design and Packaging

- 700+ models in stock and growing
- Industry-leading quality and reliability
- All models available in QFN or bare die format



 **Mini-Circuits®**

DISTRIBUTORS

IE INDUSTRIAL ELECTRONICS GMBH

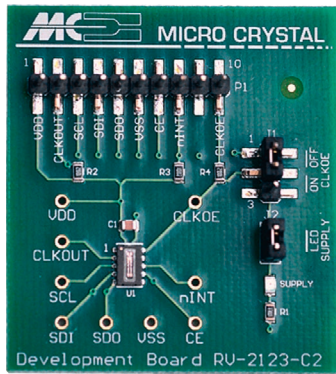
D-65719 Hofheim-Wallau, Germany
Tel. +49-6122-72660-0 Fax +49-6122-72660-29
www.ie4u.de
anfrage@ie4u.de

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



nahme der Zeitmessung, die es ermöglicht, die Batterielebensdauer des Endgerätes zu definieren, sobald die Hauptversorgungsspannungsquelle abgeschaltet wird. Sie wird unter bestimmten Betriebsbedingungen definiert, typischerweise bei 3 V @ 25 °C.

RTCs von Micro Crystal erreichen einen extrem niedrigen Stromverbrauch von 45 nA, selbst die RTC-TXCOs (mit Temperaturkompensation) liegen bei nur 160 nA.

Im optimierten Zeithaltungsmodus muss die RTC so konfiguriert werden, dass ihr Stromverbrauch minimiert wird. Der Takt Ausgang sollte deaktiviert und die Kommunikation gestoppt werden. In diesem Modus kann sich das RTC-Modul als Watchdog mit geringem Energiebudget verhalten und das System bei Bedarf aufwecken (Alarm, Timer, Event-Interrupt).

Neben dem Setting diese Low-power Timekeeping Mode variiert der Stromverbrauch einer RTC je nach ihren Funktionen und Konfigurationseinstellungen). Die Stromaufnahme wird zudem durch den Schnittstellentyp beeinflusst (z.B. Strom, der durch den Pull-up-Widerstand, während der Open-Drained-I²C-Kommunikation fließt).

Backup-Quellen für RTCs

In vielen Designs ist eine spezielle und dedizierte Stromquelle für die RTC vorhanden, um die Zeit so lange wie möglich ohne Unterbrechung, ohne erneute Einstellung, genau zu verfolgen. Einige Applikationen sind

mit einem automatischen Schalter ausgestattet, der in der Lage ist, ein niedrige Energieladung der Hauptversorgungsspannung zu erkennen und eine Umschaltung auf die Backup-Batterie durchzuführen.

Wie bei der Auswahl des optimalen RTC-Moduls für Ihre Anwendung ist auch das Leistungsbudget ausschlaggebend für die Wahl der passenden Backup-Quelle. Die Dauer des Hauptversorgungssengpasses oder die Anforderungen an die Batterielebensdauer bestimmen die erforderliche Leistungskapazität.

Die gebräuchlichsten Backup-Quellen sind MLCC (Multilayer Ceramic Capacitor), Supercap (sehr hochwertiger Kondensator mit einem Wert von einem Zehntel Farad oder mehr), primäre (Einweg-) und sekundäre (wiederaufladbare) Batterie.

Die Anwendungsfälle müssen sorgfältig bewertet werden, um alle Parameter zu berücksichtigen, die mit den Einschränkungen der Backup-Quelle verbunden sind, wie Kosten, Größe, Verhalten bei Temperatur, Selbstentladung, Ladezyklen, Lagerfähigkeit, Polarisierung, Einhaltung des Reflow-Prozesses, Recycling.

Das Entladeprofil der Backup-Quelle bei niedrigem Strom und den weiten Spannungsbereich, den die Micro Crystal RTC bietet, ist ein wichtiger Faktor bei der Auswahl der Optimierung, um die Autonomie der Zeitmessung zu verlängern. Die Möglichkeit, die in einigen Modulen enthaltene Ladungspumpe einzubeziehen, um die Ladung zu verlängern, ist ebenfalls eine Überlegung wert.

Wichtige Zusatzfunktionen

Alarme basieren auf Zeiteinstellungen (von Sekunden bis Jahre), Interrupts können von vielen Quellen generiert werden. Wichtig: Der Interrupt-Ausgang ist auch aktiv, wenn die RTC mit einer Backup-Quelle betrieben wird (V_{BACKUP} Powerstate).

Die Funktionen, die State-of-the-Art-RTC-Module integrieren, ermöglichen die Überwachung des Systemverhaltens durch Powermanagement, Temperaturüberwachung, Alarmierung bei abgelaufener Zeit oder bei externen Ereignissen, während sich der Host-Mikroprozessor im Idle-Modus befindet. Ereignis wie die Sommerzeit werden nicht berücksichtigt, da diese ortsabhängig sind. Einige Funktionen sind in allen RTC-Modulen vorhanden, andere nur in einigen Produkten.

Der breite Betriebsspannungsbereich, die geringe Leistungsaufnahme, die hohe Genauigkeit und der kompakte Formfaktor vereinfachen die Implementierung der Micro-Crystal-RTC-Modul in eine neue Hardware. Das Auswahlkriterium basiert dann maßgeblich auf anderen Merkmalen wie die Auflösung des Timers, der Ausgangsfrequenz der Uhr oder dem Bedarf an einem Zeitstempel für Ereignisse.

Layout-Empfehlungen

Das RTC-Modul muss nicht zwingend in unmittelbarer Nähe zur MCU platziert werden, wie es etwa bei der Verwendung eines reinen Quarzbausteins und Kondensatoren notwendig ist. Dies bietet dem Designer Flexibilität beim Layout und der Platzierung des RTC-Bausteins auf der Platine. Für RTCs mit Umgebungstemperaturmessung gelten die gleichen Regeln wie bei der Verwendung eines Temperatursensors.

Da der Oszillatorbetrieb der RTC konstruktionsbedingt garantiert ist und bereits in der Produktion kalibriert wird, bevor er in einem hochzuverlässigen hermetischen Gehäuse versiegelt wird, besteht keine Notwendigkeit für einen besonderen Schutz gegen Verunreinigungen.

Fazit

Durch die Kombination des Quarzes und des RTC -Schaltkreises in einem einzigen Gehäuse ermöglichen die RTCs von Micro Crystal eine Mini-

mierung des Footprints. RTCs von Micro Crystal erfordern keine Oszillatoranpassung während der Design-Phase, reduziert den Design-Aufwand und somit die Entwicklungskosten und Markteinführungszeit. Der werkseitige Kalibrierungsprozess und das hermetische dichten Gehäuse gewährleisten eine hohe Genauigkeit, Stabilität und Zuverlässigkeit über die gesamte Lebensdauer.

Das RTC-Sortiment umfasst RTC-Module mit I²C- oder SPI-Schnittstelle sowie einen breiten Funktionsumfang wie Alarmer, Timer, Zeitstempel, Steuerung des Takttausgangs, externer Event-Interrupt (z.B. zur Manipulationserkennung), Powermanagement und sogar genaue Temperaturüberwachung.

Das parametrische Suchfunktion unter Parametric Search Tool hilft, um schnell und gezielt das richtige Bauelement zu finden, passend zu Ihrer Spezifikation. Für Kundenevaluierung bietet Micro Crystal RTC-Muster sowie ein spezielles Evaluierungs-Board mit einem Interface Dongle (I²C/SPI-kompatibel) zum Testen und Kommunikation mit einem PC. Die auf den Produktseiten zur Verfügung gestellten Footprint (Landing Pattern), 3D-Modelle und Applikationschriften, verschiedene Whitepapers runden das Angebot ab.

Quellen:

Certificates for RTCs:

Certificate of Compliance Environment

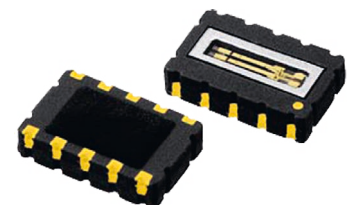
Parametric Table:

RTC Modules Parametric Table

Technical Notes:

Technical_Note_RTC_Selection

Real-Time Clock Module – Key Choice Criteria ◀



Von der Idee bis zum Service.

HF-Technik aus einer Hand,
individuell & kundenspezifisch.

- // Mechanik, Präzisionsfrästeile & Gehäuse
- // Schirmboxsysteme
- // Schalten & Verteilen von HF-Signalen
- // Mobilfunk- & EMV-Messtechnik
- // Distribution von IMS Connector Systems
- // HF-Komponenten

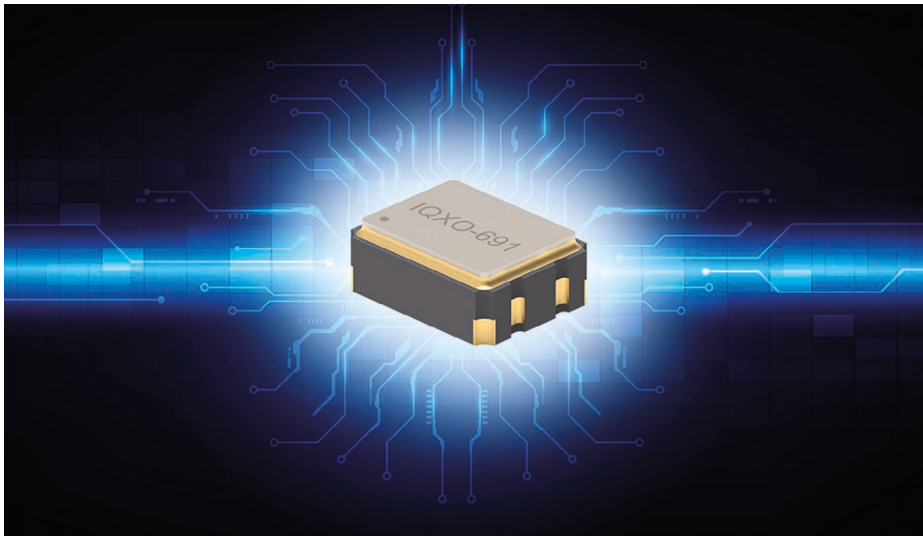


MTS Lösungen, wie z.B.

- // HF geschirmte Gehäuse
- // Schirmboxsysteme
- // Relaischaltfelder
- // Matrixsysteme
- // Air Interface Emulation
- // HF-Komponenten und Kabel
- // Gefilterte Schnittstellen

MTS
Systemtechnik

mts-systemtechnik.de



Oszillatoren für 0,9, 1,2 und 1,5 V Betriebsspannung

Heutzutage werden Milliarden von elektronischen Geräten entwickelt, um die Anforderungen der Verbraucher zu erfüllen. Da sich die Technologien weiterentwickeln, werden mehr und mehr Bauteile und Geräte mit immer niedrigeren Spannungen betrieben. Dadurch müssen die Systeme intern möglicherweise mehrere unterschiedliche Versorgungsspannungslevel haben.

Aus diesem Grund hat IQD, Teil der Würth Elektronik eiSos Gruppe, eine Reihe von Oszillatoren entwickelt, die mit niedrigeren Eingangsspannungen betrieben werden als die Standardoszillatoren. Damit wird dem Systemdesigner die Möglichkeit gegeben, Systeme zu entwickeln, die ein gemeinsames Versorgungsspannungslevel haben. Dieser Ansatz führt zu zuverlässigen PCBAs, die eine Verkleinerung der Leiterplatte unterstützen, indem sie die Anzahl der Komponenten reduzieren und gleichzeitig die Designziele verwirklichen.

Diese CMOS-Oszillatoren von IQD sind in den JEDEC-Standardspannungslevel für CMOS-Bauelemente von 0,9, 1,2 und 1,5 V erhältlich. Die Oszillatoren der IQXO-691-Serie sind ideal für den Einsatz in Designs, bei denen eine verbesserte Batterielebensdauer entscheidend ist, wie z.B. Körperkameras für Sicherheitsdienste, Digitalkameras, persönliche Navigationsgeräte (PND), tragbare Audioplayer, tragbare Testgeräte sowie USB-Interface-, WLAN- und Wearable-Anwendungen.

Die Oszillatoren sind in vier Standardgehäusen erhältlich: 2,5 x 2, 3,2 x 2,5, 5 x 3,2 und 7 x 5 mm. Außerdem ist die IQXO-691-Serie mit einer Frequenzstabilität von entweder ±20 ppm über einen Temperatur-

bereich von -20 bis +70 °C oder ±25 ppm über -40 bis +85 °C erhältlich.

■ IQD Frequency Products, Ltd.
www.iqdfrequencyproducts.de

Hochpräziser spannungsgesteuerter TCXO



Die TCXO5302BM-Serie von Dynamic Engineers umfasst hochpräzise spannungsgesteuerte TCXOs, die von 10 bis 52 MHz arbeiten. Die Frequenzstabilität beträgt 0,1 ppm und das Phasenrauschen liegt bei -154 dBc/Hz bei 10 kHz Offset. Der TCXO benötigt eine Versorgungsspannung von 2,5/3,3 V und besitzt einen CMOS-Sinuswellenausgang. Dieser RoHS-konforme TCXO ist mit einem 5 x 3,2 x 1,85 mm großen SMD-Keramikgehäuse erhältlich und eignet sich ideal für Satellitenkommunikation, Test und Messung, Telekommunikationssysteme und für die Zeitsynchronisation in der Mikrowellenkommunikation.

Weitere Produktspezifikationen:

- Versorgung mit 2,5 oder 3,3 V
- Abstimmungsspannung: 0,5 bis 2,5 V
- Stromaufnahme: 6,5 bis 7,5 mA
- Lastkapazität: 15 pF (CMOS), 10 pF (geclippte Sinuswelle)
- Ausgangslast: 10 kOhm
- Ziehen: ±5 ppm
- Startzeit: 5 ms
- Betriebstemperatur: -40 bis 105 °C

■ Dynamic Engineers
www.dynamic-engineers.com

Phasenrauscharme Oszillatoren



IQD, ein Unternehmen der Würth Elektronik eiSos Gruppe, präsentierte mit den Modellen IQXO-408 und

IQXO-455 Oszillatoren mit besonders geringem Phasenrauschen, die mit Standardgehäusen von 2,5 x 2 und 3,2 x 2,5 mm erhältlich sind. Die neuen CMOS-Taktoszillatoren können mit einem trägernahen Phasenrauschen von nur -113 dBc/Hz bei 10 Hz und einem trägerfernen Phasenrauschen von nur -175 dBc/Hz bei 100 kHz arbeiten (3,3 V, 20 MHz, IQXO-408). Die für 1,8, 2,5 oder 3,3 V lieferbaren Oszillatoren weisen einen Phasenjitter von bis zu 40 fs RMS (über 12 kHz bis 5 MHz) auf.

Hintergrund: Da die wachsenden Ansprüche verschiedenster Anwendungen immer höhere

Datenraten bedingen, werden immer mehr Oszillatoren mit extrem niedrigem Phasenrauschen benötigt. Diese Art von Anwendungen ist in der heutigen vernetzten Welt besonders häufig anzutreffen; dazu zählen unter anderem Glasfaser Transceiver, Gigabit-Ethernet und 5G-Basisstationen.

IQXO-408 und IQXO-455 eignen sich für Anwendungen mit hohen Datenraten wie IoT, 5G, PLL, Frequenzvervielfacher, Taktrückgewinnung, Gigabit-Ethernet, Glasfaser, Studiogeräte und High-End-Audiogeräte für Verbraucher.

■ IQD Frequency Products, Ltd.
www.iqdfrequencyproducts.de



Endura™ SiT5146 Super-TCXO®

MEMS performance and stability from -55°C to +105°C



Super-TCXO-Familie

SiTime Corp. stellte die SiTime Endura SiT5146 Super-TCXO Familie mit erweitertem Temperaturbereich von -55 bis +105 °C vor. Bisher war diese Baureihe bis -40 °C begrenzt. Durch die neue Spezifikation ist der SiT5146 für Anwendungen in der Luftfahrttechnik geeignet, beispielsweise in Low-Earth-Orbit-Satelliten (LEO), in Satellitenkommunikationssysteme und Verkehrsflugzeuge sowie alle terrestrischen Systeme, die in kalten Umgebungen arbeiten müssen. Die Bauelemente sind über Endrich Bauelemente Vertriebs GmbH zu beziehen.

Der SiTime Endura SiT5146 ist ein robuster MEMS Super-TCXO mit ± 1 bis $\pm 2,5$ ppm, der in zwei

Varianten von Beschleunigungsempfindlichkeiten (0,009 ppb/g und 0,1 ppb/g) erhältlich ist. Er hält starken Schock- und Vibrationseinflüssen stand und die Frequenzen können mit einer Genauigkeit von 6 Dezimalstellen von 1 bis 60 MHz programmiert werden. Der SiT5146 wird mit einem 5 x 3,2 mm großen Gehäuse angeboten und kann werkseitig für jede Kombination aus Frequenz, Stabilität, Spannung und Ziehbereich programmiert werden. Es kann zwischen LVCMOS und geclippter Sinuswelle als Ausgangstyp gewählt werden. Die Spannungsversorgung ist mit 2,5, 2,8, 3 und 3,3 V wählbar. Über I²C ist ein digitales Frequenzziehen (DCTCXO) bis zu ± 3200 ppm möglich. Eine Auflösung des Frequenz-Pullings ist bis zu 5 ppt möglich.

Der SiTime Endura SiT5146 ist nach MIL-PRF-55310 und MIL-STD-883 spezifiziert.

Low-Power TCXO

Bei Endrich Bauelemente Vertriebs GmbH ist der temperaturkompensierte Silizium-MEMS-Oszillator SiT5008 von SiTime Corp. erhältlich. Er ist ideal für Consumer- und IoT-Geräte wie beispielsweise Audio-Video-Devices mit Internetverbindung, Over-the-Top-Streaming-Geräte, industrielles Smart Metering und andere Applikationen, die drahtlose Konnektivität mit geringem Stromverbrauch benötigen. Der SiT5008 bietet programmierbare Funktionen, hohe Zuverlässigkeit, eine sehr gute Vibrations- und Stoßfestigkeit und Umweltverträglichkeit in einem kleinen Gehäuse von 2,5 x 2 mm

nach Industriestandard. Er ist mit herkömmlichen Quarz-TCXOs pin-kompatibel und ermöglicht einen 100 %igen Austausch ohne Re-Design oder Layout-Änderungen. Die einstellbaren Frequenzen liegen zwischen 10 und 60 MHz mit einer Genauigkeit von 6 Dezimalstellen und einer Frequenzstabilität von ± 2 bis ± 10 ppm. Der Betriebstemperaturbereich erstreckt sich von -40 bis +85 °C. Der Oszillator hat einen sehr geringen Stromverbrauch von 3,5 mA und besitzt einen Standby-Modus, um die Akkulaufzeit zu verlängern. Das Bauteil ist RoHS- und REACH-konform, Pb-frei, Halogen- sowie Antimon-frei.

■ Endrich Bauelemente Vertriebs GmbH
www.endrich.com

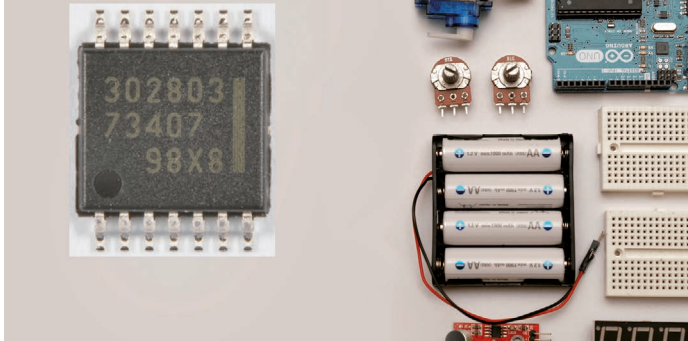


SiT5008 Low Power TCXO

For connected consumer and IoT devices

Low-Power Realtime Clock für Wireless Sensorik und IoT

EM3028 Real Time Clock für Sensor- und IoT-Anwendungen



Die EM3028 Low Power RTC von EM Microelectronic ist eine Echtzeituhr samt integrierter Frequenzerzeugung. Sie bietet Ihnen umfangreiche RTC-Funktionen inklusive programmierbare Zähler, Alarme, wählbare Unterbrechungs- und Leistungsfunktionen sowie einen 32-Bit UNIX Timer. Außerdem überzeugt die EM3028 mit ihren Werten bei

ultra-geringem Stromverbrauch (1 ppm bei 40 nA bei 3 V) und zeigt sich äußerst ganggenau. Auf diese Weise können mehrere Stunden Gangreserve mit kostengünstigen Keramik Kondensatoren realisiert werden. Zudem ist die Echtzeituhr äußerst langzeitstabil, bedarf keiner Nachkalibrierung nach der Fertigung und ist bereits ab Werk voreingestellt.

Viele Funktionen, viele Einsatzmöglichkeiten

Die EM3028 Low Power RTC ist dank ihrer reichhaltigen Funktionsauswahl eine sehr vielseitige Echtzeituhr. Mithilfe des internen PC-Interfaces können Anwender das Bauteil problemlos mit allen möglichen Host-Systemen oder Microcontrollern integrieren. Außerdem verfügt die EM3028 über einen programmierbaren Backup-Switch, mit dem man auch nur einzelne Teile eines Devices aufwecken kann.

Die umfangreichen Features der Real Time Clock von EM Microelectronic machen sie zum nahezu perfekten Bauteil für batteriebetriebene Plattformen, für die Industrie- und Umweltüberwachung oder für Wireless-Sensor-Netzwerke. Darüber hinaus ist die EM3028 auch bestens für Wearables und IoT-Anwen-

dungen geeignet. Die Key Features der EM3028 RTC:

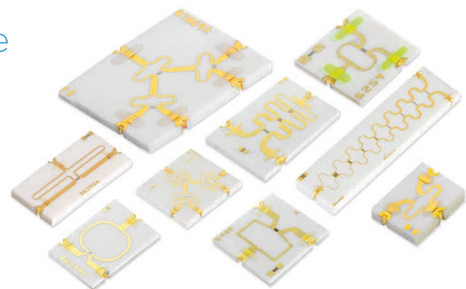
- extreme low power consumption: 40 nA @ 3 V
- wide operating voltage range: 1.2 to 5.5 V
- built-in tuning Fork crystal at 32'768 Hz
- time accuracy: possible to calibrate to ± 1 ppm @ 25 °C
- non-volatile configuration settings with user programmable offset value
- configuration stored in EEPROM and mirrored in RAM
- clock output: 32.768 kHz, 8192, 1024, 64, 32, 1 Hz
- 43 bytes non-volatile user memory, 2 bytes user RAM
- TSSOP14, part number EM3028VxTP14 (x = Version)

■ CompoTEK GmbH
www.compotek.de



Find the Right Solution for Your Low-SWaP Satcom System

Knowles Precision Devices temperature-stable dielectric materials deliver highly reliable microwave components for both ground- and flight capable satellite communications systems requiring reduced Size, Weight and Power (SWaP).



>> Learn more: rfmw.com/dielectric

Contact us today to explore a range of catalog and custom design options:
sales@rfmw.com

Vorsicht, Falle!

ESR ist nicht gleich R1

Warum ein falscher Widerstand die Anschwingsicherheit eines Quarzoszillators gefährdet, wird in diesem Beitrag erklärt.



Um die stabile Funktion eines elektronischen Systems zu gewährleisten, sind ein sauberes Anschwingen des Quarzes und ein stabiles Schwingen auf der vorgegebenen Nennfrequenz unabdingbar. Ein unsauberes Anschwingverhalten der Oszillatorschaltung ist der (vermeidbare) Albtraum eines jeden Entwicklers.

Worauf man achten muss

Neben der exakten Festlegung der Werte der parallelen Kondensatoren in Abstimmung mit der Lastkapazität des Quarzes sowie der Auswahl der passenden Toleranzparameter gibt es auch noch weitere wichtige Eigenschaften, die beim Design-In nicht vernachlässigt – und vor allem nicht verwechselt – werden dürfen.

Aufgrund seiner technischen Komplexität gilt der Quarz immer noch häufig als Problemkind, dessen korrekte Spezifizierung viele Anwender vor enorme

Herausforderungen stellt. Oftmals fehlt vielen Anwendern schlichtweg das nötige Detailwissen im Bereich der Frequenzsteuerung. Ein anderer Grund sind teils sehr irreführende Datenblattangaben. Prinzipiell gilt, so wie bei den anderen Bauelementen auch, dass nur ein vollständig und richtig spezifizierter Quarz auch ein gut brauchbarer Quarz ist.

Grundsätzlich sind zur exakten Spezifizierung eines Schwingquarzes mindestens sechs Angaben notwendig. Hierzu gehören Bauform (SMD oder bedrahtet), Ausgangsfrequenz, Frequenzto-

leranz bei 25 °C (in ppm) und Frequenzstabilität (in ppm) über den Arbeitstemperaturbereich sowie Lastkapazität.

Eine nicht unwesentliche Eigenschaft, die es bei der Auslegung einer stabilen Oszillatorschaltung zu beachten gilt, ist der ESR (Equivalent Series Resistance), der ursprünglich auch als Lastresonanzwiderstand (R_L) angegeben wurde. Er wirkt sich maßgeblich auf die Anschwingsicherheit der Oszillatorschaltung aus und sorgt im schlimmsten Fall dafür, dass ein System nicht „anläuft“. Ebenso wie die benötigte Frequenz wird auch der maximale ESR häufig vom eingesetzten Controller vorgegeben. Zu bedenken ist an dieser Stelle: Je kleiner die Bauform (bei gleichbleibender Frequenz), desto höher ist der ESR. Der benötigte ESR in Verbindung mit der geforderten Frequenz legt damit also bereits die Baugröße des Quarzes fest.

Im Ersatzschaltbild des Quarzes (Bild 1) sind:

C_0 - static capacitance (including stray cap. of package)

C_1 - motional capacitance

L_1 - motional inductance

R_1 - motional resistance

Durch den Lastkondensator C_L ergibt sich der Lastresonanzwiderstand $R_L = ESR$.



Autor:
Hendrik Nielsen
Inside Sales Specialist FCP,
hnielsen@wdi.ag
WDI AG
www.wdi.ag

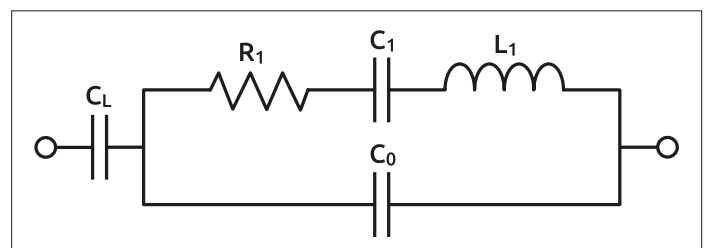


Bild 1: Ersatzschaltbild eines Quarzes

C_0	C_L	6 pF	8 pF	10 pF	12 pF	14 pF	16 pF	18 pF	20 pF	22 pF	24 pF	26 pF	28 pF	30 pF
1 pF	▶	1,361	1,266	1,210	1,174	1,148	1,129	1,114	1,103	1,093	1,085	1,078	1,073	1,068
1,5 pF	▶	1,563	1,410	1,323	1,266	1,226	1,196	1,174	1,156	1,141	1,129	1,119	1,110	1,103
2 pF	▶	1,778	1,563	1,440	1,361	1,306	1,266	1,235	1,210	1,190	1,174	1,160	1,148	1,138
2,5 pF	▶	2,007	1,723	1,563	1,460	1,389	1,337	1,297	1,266	1,240	1,219	1,202	1,187	1,174
3 pF	▶	2,250	1,891	1,690	1,563	1,474	1,410	1,361	1,323	1,291	1,266	1,244	1,226	1,210
3,4 pF	▶	2,454	2,031	1,796	1,647	1,545	1,470	1,413	1,369	1,333	1,303	1,279	1,258	1,240
4 pF	▶	2,778	2,250	1,960	1,778	1,653	1,563	1,494	1,440	1,397	1,361	1,331	1,306	1,284
4,5 pF	▶	3,063	2,441	2,103	1,891	1,746	1,642	1,563	1,501	1,451	1,410	1,376	1,347	1,323
5 pF	▶	3,361	2,641	2,250	2,007	1,842	1,723	1,633	1,563	1,506	1,460	1,422	1,389	1,361

Tabelle 1: Verhältnis zwischen R1 und ESR in Abhängigkeit von C_0 und C_L

Berechnung der Anschwingsicherheit

Die Anschwingsicherheit (Circuit Margin C_m) einer Oszillatorschaltung lässt sich mit folgender Formel berechnen:

$$C_m = \frac{-R}{ESR}$$

Da der ESR bzw. R_L direkt in die Berechnung der Anschwingsicherheit eingeht, wirkt er sich auch wesentlich auf die Circuit Margin aus. Er setzt sich aus dem dynamischen Resonanzwiderstand $R1$ und einem Faktor zusammen, in welchen die Werte für C_0 und C_L direkt einfließen.

$$R_1 = \frac{ESR}{(1 + \frac{C_0}{C_L})^2} \quad ESR = R_L = R_1(1 + \frac{C_0}{C_L})^2$$

Wichtig: ESR entspricht nicht R1

Anstatt des eigentlich sinnvollen ESR oder R_L findet man in neueren Datenblättern häufig den dynamischen Widerstand $R1$, welcher immer kleiner als der ESR ist. Den meisten Designern ist nicht bewusst, dass $R1$ für die Berechnung der Anschwingsicherheit überhaupt keine Bedeutung hat, weswegen diese Angabe in den Datenblättern eher als „Bauernfängerei“ zu bewerten ist. In der Praxis sieht der Anwender dann nur den erstaunlich niedrigen Wert und tappt in die Falle. Denkbar ist, dass ein Quarz, in dessen Datenblatt der echte ESR angegeben ist, nicht freigegeben wird, da

dieser fälschlicherweise mit dem natürlich niedrigeren Wert $R1$ aus dem Datenblatt des Wettbewerbers verglichen wird. Dabei können, je nachdem wie C_0 und C_L wertemäßig liegen, die Werte von $R1$ zu ESR sogar bis Faktor 3 auseinanderliegen.

Beispiel 1:

$C_0 = 4,5 \text{ pF}$, $C_L = 6 \text{ pF}$, $ESR = 60 \text{ Ohm}$

Ergebnis: $60 \text{ Ohm} / 19,6 \text{ Ohm}$ ($R1$) = rund 3

Beispiel 2:

$C_0 = 3 \text{ pF}$, $C_L = 12 \text{ pF}$, $ESR = 60 \text{ Ohm}$

Ergebnis: $60 \text{ Ohm} / 48 \text{ Ohm}$ ($R1$) = 1,25

Die Tabelle 1 zeigt den Faktor zwischen $R1$ und ESR in Abhängigkeit von C_0 und C_L .

Es lässt sich also deutlich erkennen, dass $R1$ keineswegs dem tatsächlichen ESR (R_L) entspricht. Dies muss man als Anwender unbedingt beachten, wenn es an das Vergleichen von Schwingquarzen geht, um die optimale Lösung für seine Anwendung zu finden. Im Umkehrschluss lässt sich somit anhand des Datenblattes bereits erkennen, welcher Quarzhersteller bzw. -anbieter sein Handwerk versteht und wer nur versucht, seine Kunden mit vermeintlich niedrigen Ohm-Werten hinters Licht zu führen. Bei der WDI AG begleitet man Kunden durch den Dschungel

der unterschiedlichsten Datenblattangaben und unterstützen sie insbesondere im Entwicklungsumfeld bei der Spezifizierung und Auswahl des für sie richtigen Quarzes sowie baugleicher Alternativen und Second Sources. Von der Erst-

bemusterung und eventuell notwendigen Schaltungsanalysen über die Prototypen- und Vorserienbelieferung bis hin zur klassischen Distributionsdienstleistung während der Serienfertigung sorgt man dafür, dass die Quarzauswahl gelingt. ◀



CompoTEK GmbH
Lindnerstraße 97a
80337 München
+49 89 544 323 0
info@compotek.de



AHB / ASL family

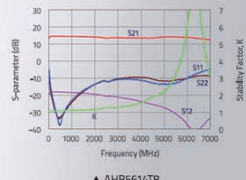
5G Ultra Wideband Optics to RF Gain Block

50-6000 MHz

- AHB5614T8 (DFNB)
Ultra Flat Gain 14.3 dB $\pm$ 0,3 dB
- AHB5614S9 (SOTB9)
Ultra Flat Gain 13.9 dB $\pm$ 1,1 dB

50-4000 MHz

- ASL5416S9 (SOTB9)
Low Noise NF < 1,9 dB, OIP3 > 34 dBm



▲ AHB5614T8

ISO 9001
ISO 14001
IATF 16949
www.asb.co.kr



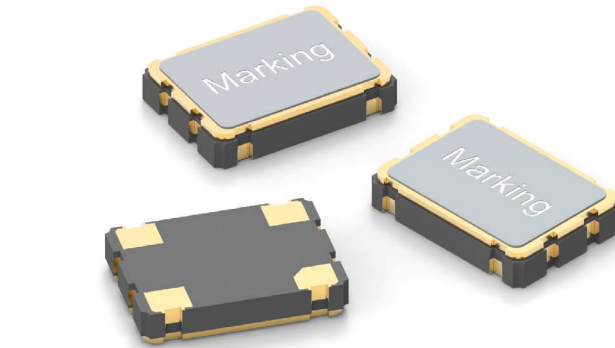
Robuste Taktgeber erweitern Oszillatoren-Programm

Würth Elektronik bringt weitere Quarzoszillatoren der WE-SPXO-Serie auf den Markt. Die Programmerweiterungen umfassen neue Bauformen mit einem LVDS- oder LVPECL-Ausgangssignal sowie 32,768-kHz-Oszillatoren.

Noch stabilere Spezialisten

Waren die hermetisch verschlossenen Oszillatoren schon bisher hervorragend für eine Vielzahl industrieller Anwendungen spezifiziert, so präsentieren sich die Neuzugänge noch temperaturstabiler und zudem präziser auf bestimmte Anforderungen hin optimiert.

Die Würth Elektronik Oszillatoren mit den LVDS- oder LVPECL-Ausgängen und Frequenzen von 100 bis 156,25 MHz (Modelle IQXO-618-18, IQXO-618-33, IQXO-623 und IQXO-624) sind auf Anwendungen mit höheren Datenraten ausgelegt: Gigabit Ethernet, Fibre Channel, PCI Express und SONET/SDH. Die jetzt verfügbaren Oszillatoren WE-SPXO



mit differentiellem LVDS- oder LVPECL-Ausgangssignal weisen eine weiter verbesserte Jitter Performance und eine höhere Störfestigkeit des Ausgangssignales auf. Auch ihr Temperaturbereich von -40 bis +105 °C übertrifft die üblichen Standards.

Der bessere Uhrenquarz

Mit den neuen 32,768-kHz-Oszillatoren (Modelle CFPS-102, CFPS-104, CFPS-107, CFPS-109, IQXO-402, IQXO-

404) offeriert Würth Elektronik Elektronikentwicklern eine Alternative zu Uhrenquarzen. Die in drei Bauformen erhältlichen Oszillatoren (3,2 × 2,5, 2,5 × 2 und 2 × 1,6 mm) sind mit einem möglichen Temperaturbereich von -40 bis +125 °C sehr robust und bieten eine Stabilität von bis zu ±25 ppm.

Der große Vorteil gegenüber normalen Uhrenquarzen ist die bessere Stabilität der Frequenz über den Temperaturverlauf und

damit auch deren Genauigkeit. Anders als bei Uhrenquarzen ist keine zusätzliche Oszillationschaltung notwendig.

Dies spart Zeit beim Design und reduziert die Anzahl der Komponenten auf der Platine. Die neuen Oszillatoren von Würth Elektronik sind durch ihre Genauigkeit und Zuverlässigkeit ideal für Real-Time-Clock-Mikrocontroller und für alle Arten elektronischer Geräte, bei denen die Uhrzeit eine Rolle spielt – angefangen bei Laptops, Smartphones und Unterhaltungselektronik über Waschmaschinen und Geldautomaten bis hin zu industriellen Steuerungen.

Alle Modelle der WE-SPXO-Quarzoszillatoren sind ohne Mindestbestellmenge ab Lager verfügbar. Kostenlose Muster können angefragt werden.

■ Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG
info@we-online.de
www.we-online.de

MEMS-Oszillator für 5G-Außenanwendungen



Das massive Wachstum des Datenverkehrs im Internet bedingt durch 5G-, AI- und Cloud-Anwendungen erhöht den Datendurchsatz in Rechenzentren. Optische Module und Datenkommunikationsgeräte müssen schnellere Datenraten liefern. Die 5G-Infrastruktur im Freien ist hohen Belastungen durch Temperatur, Vibration

und Luftströmen ausgesetzt, die den Datendurchsatz beeinträchtigen können. Dadurch sind Oszillatoren mit geringerem Jitter notwendig. Gleichzeitig darf die Elektronik so wenig Platz wie möglich in Anspruch nehmen, da schon ein Drittel der Leiterplattenfläche durch die optischen Baugruppen benötigt wird. Der



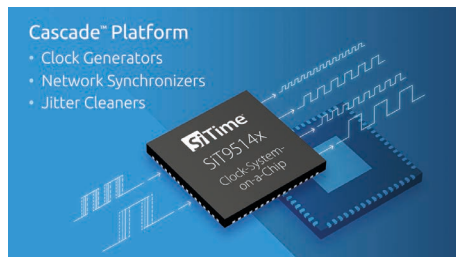
neu entwickelte Differential-MEMS-Oszillator SiT9501 von SiTime bietet mit 70 Femtosekunden einen sehr geringen RMS-Phasenjitter. Laut Hersteller ist er bei einer Gehäusegröße von 2,0mm x 1,6mm der kleinste der Branche. Er ist auch in anderen Industriestandard-Gehäusen erhältlich. Der Oszillator deckt einen Frequenzbereich von 25MHz bis 644,53125MHz ab und kann im Temperaturbereich von

-40 bis +105 °C eingesetzt werden. Er besitzt einen On-Chip-Spannungsregler zum Filtern von Stromversorgungsstörungen und einen sogenannten FlexSwing-Treiber. Dieser reduziert den Stromverbrauch um 30 % und integriert SourceBIAS LVPECL-Widerstände.

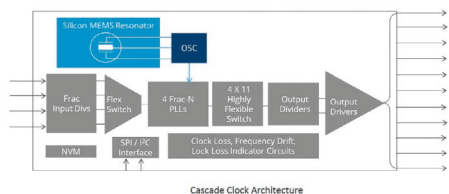
■ Endrich Bauelemente Vertriebs GmbH
www.endrich.com

FREQUENCY CONTROL PRODUCTS

MEMS-Takt-ICs für 5G



SiTime Corp. kündigte neue MEMS-Takt-ICs der Cascade-Familie für drahtgebundene 5G-Telekommunikations- und Rechenzentrums-Infrastrukturen an. Die SiT9514x-Familie mit der sogenannten ClkSoC-Technologie (Clock-System-on-a-Chip) besteht aus Jitter-Cleanern/Netzwerksynchronisierern und Taktgeneratoren, die mehrere Taktsignale in einem System liefern. Dabei werden MEMS-Resonatoren der dritten Generation verwendet, die eine höhere Performance bei geringerer Leistungsaufnahme liefern.



Beim Einsatz von Quarzen treten häufig kapazitive Fehlanpassungen, Aktivitätseinbrüche, Stoßanfälligkeit, Vibration und EMI auf. Der im SiT9514x integrierte MEMS-Resonator beseitigt diese Probleme. Es stehen vier unabhängige PLLs zur Unterstützung von Zeitsynchronisationsanwendungen sowie bis zu elf Ausgänge mit einem Betriebsfrequenzbereich von 8 kHz bis 2,1 GHz und ein Ausgang mit 1 pps (Impuls pro Sekunde) zur Verfügung. Die programmierbare PLL-Schleifenbandbreite bis zu 1 mHz filtert Wander- oder Netzwerkrauschen in IEEE 1588 und synchronem Ethernet.

Es stehen umfangreiche programmierbare Funktionen und Konfigurationsoptionen zur Verfügung. Vorprogrammierte Devices ermöglichen einen Systemstart ohne Software-Konfiguration. Der Einsatz von sehr wenigen externen Filterkreisen führt zu Platzensparnis, Vereinfachung des Designs und einer Reduzierung der Stückliste.

Der SiT9514x ist entweder eigenständig oder zusammen mit den MEMS-TCXOs und OCXOs von SiTime eine vollständige Timing-Lösung für Anwendungen wie 5G-RRUs, kleine Zellen, Edge-Computer, Switches und Router.

■ Endrich Bauelemente Vertriebs GmbH
www.endrich.com

5-V-Rubidium-Oszillator



Der neue IQRB-4 schließt die Lücke zwischen den mit 12 V betriebenen IQRB-1, IQRB-2 und IQRB-3 und dem kürzlich erschienenen ICPT-1, der mit 3,3 V betrieben wird.

IQD, ein Unternehmen der Würth Elektronik eiSos Gruppe, ist bereits seit über 45 Jahren im Frequenzproduktemarkt tätig und hat in den vergangenen Jahren weiteres Knowhow aufgebaut, um sich im Bereich der Atomuhren zu spezialisieren. Das Unternehmen hat sowohl in seine Entwicklungsmöglichkeiten als auch in entsprechendes Messequipment am Hauptsitz in England investiert, der als Kompetenzzentrum für Frequenzprodukte innerhalb der Würth Elektronik Gruppe fungiert. So kann Kunden und Interessierten auch für diesen Produktbereich der Service geboten werden, für den IQD und Würth Elektronik eiSos bekannt sind.

Der IQRB-4 bietet neben sehr guter Kurz- und Langzeitstabilität ein gutes Phasensprechen – alles kombiniert in einem kompakten Gehäuse von lediglich 50,8 × 50,8 × 25 mm. Neben der 5-V-Versorgungsspannung kommt der IQRB-4 standardmäßig mit einem CMOS-Signalausgang; dies ist ideal für die meisten Anwendungen, da diese ohnehin ein CMOS-Signal benötigen.

Der IQRB-4 eignet sich perfekt als eigenständige Zeitreferenz, beispielsweise für Kommunikationsanwendungen oder in Netzwerkstrukturen. Zudem sind Atomuhren wichtiger Bestandteil von intelligenten und autonomen Netzwerken, ebenso wie überall, wo exakte Zeit- und Phasensynchronisation notwendig ist.

Mehr Informationen zum IQRB-4 und den weiteren Rubidium-Oszillatoren finden Sie auf www.iqdfrequencyproducts.de. Für weitere Fragen können Sie sich gerne jederzeit an das IQD-Vertriebs- und Supportteam wenden.

■ IQD Frequency Products, Ltd.
www.iqdfrequencyproducts.de

High-End Produkte vom Technologieführer.

Seit über 70 Jahren

„Made in Germany“



Quartz Crystal Technology GmbH

Waibstadter Strasse 2 - 4
74924 Neckarbischofsheim

Telefon: +49 7263 648-0

Fax: +49 7263 6196

Email: info@kvg-gmbh.de

www.kvg-gmbh.de

Flexible

- Wide selection of components in stock from DC to 67 GHz
- Start small and expand and reconfigure as your needs change
- Use our software or yours. User-friendly GUI included or develop your own software with LabVIEW®, MatLab®, Python®, C#, C++ or VB.

Reliable

- All components and assembled systems fully tested and characterized in-house
- 50+ years quality, manufacturing and supply chain expertise

Affordable

- High-performance without breaking the bank
- Get more functionality and capacity without heavy investment in additional high-end instrumentation

Fast

- Wide selection of solutions in stock for immediate shipment
- Modular systems allow quick, user-defined hardware configuration
- Industry's fastest turnaround times on custom systems



Reelle Spannungsquellen mit DC/DC-Wandlern

Beim Einsatz eines DC/DC-Wandlers reicht es nicht aus, nur den Wert der Eingangsspannung zu betrachten. Den Grund dafür erfahren Sie hier.

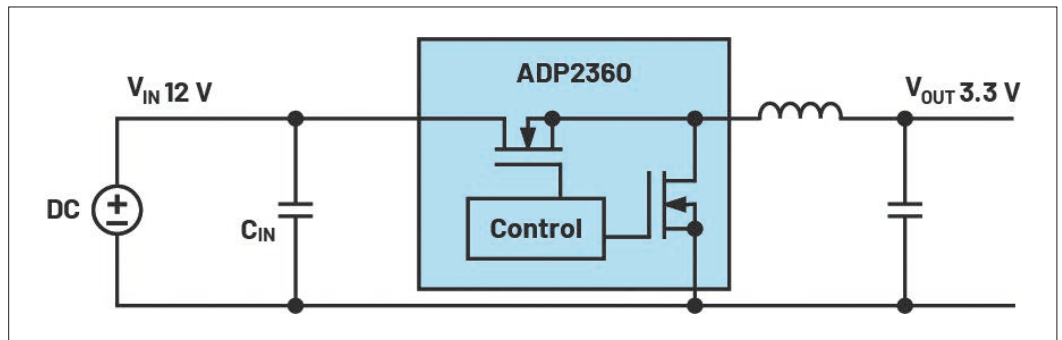
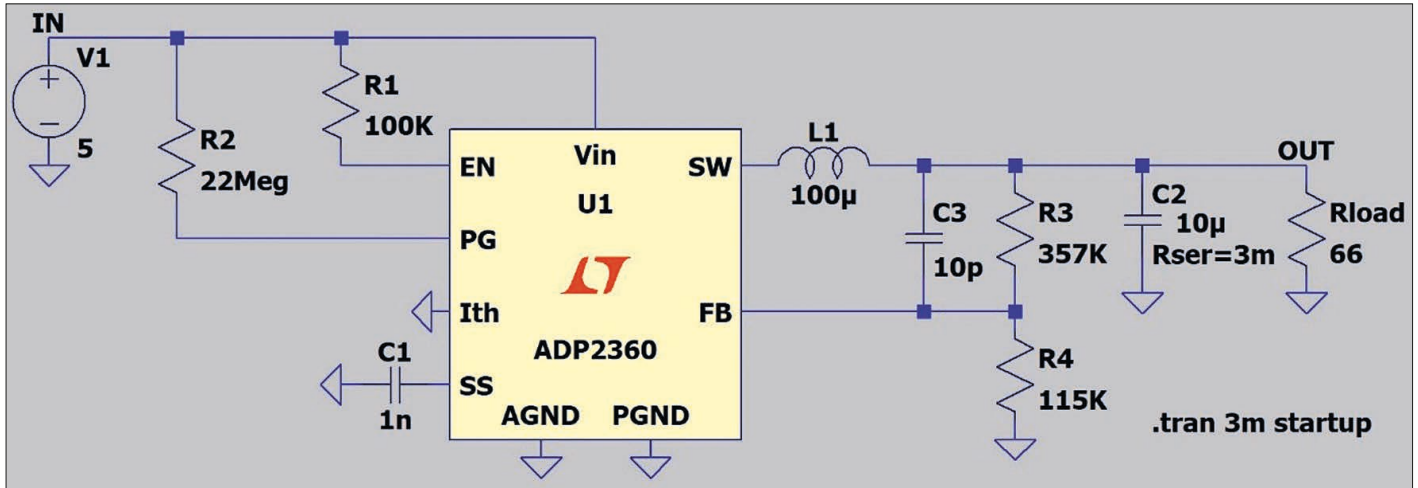


Bild 1: Ein abwärtswandelnder Schaltregler mit der Spannungsquelle (DC) eines Systems erzeugt aus nominalen 12 V eine Spannung von 3,3 V

Analog Devices Inc.
www.analog.com

Wenn wir Spannungswandler einsetzen, achten wir darauf, dass ein DC/DC-Wandler, beispielsweise ein Schaltregler, korrekt in einem Eingangsspannungsbereich lt. Datenblatt

arbeitet. Das ist gut so, da die Eingangsspannung üblicherweise nicht geregelt ist. Beispielsweise kann ein typischer Eingangsspannungsbereich einer 12-V-Versorgung zwischen 8 und

16 V liegen. Der Regler arbeitet dann entweder im Step-up- oder im Step-down-Betrieb. Üblicher, preiswerter und zuverlässiger sind allerdings Step-up- oder Step-down-Regler (Buck Topologie) etwa gemäß Bild 1.

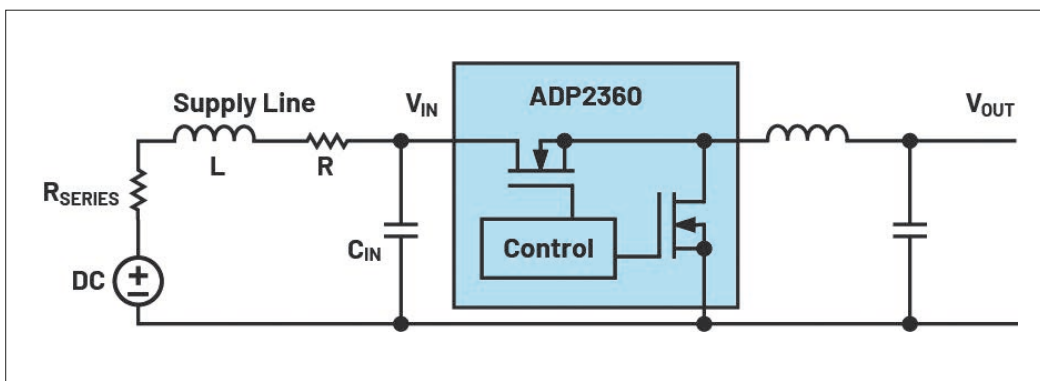


Bild 2: Die Schaltung aus Bild 1, hier jedoch mit den parasitären Elementen der Zuleitung sowie der Spannungsquelle dargestellt

Stützkondis und Parasiten

Bei der Anwendung des DC/DC-Wandlers reicht es aber nicht aus, nur den Wert der Eingangsspannung zu betrachten. Dies hat den folgenden Grund: In Bild 1 ist zu erkennen, dass der Buck-Regler an seinem positiven Eingang einen Schalter hat. Dieser ist ein oder ausgeschaltet. Die Umschaltgeschwindigkeit soll möglichst schnell sein, damit nur geringe Schaltverluste entstehen. Dadurch wird auf der Versorgungsleitung jedoch

ein gepulster Strom fließen. Nicht jede Spannungsquelle kann diese gepulsten Ströme problemlos liefern. Die Folge sind Spannungseinbrüche am Eingang des Schaltreglers. Um diese zu minimieren, sind Stützkondensatoren direkt am Eingang des Schaltreglers nötig (C_{in}).

Parasitäre Elemente

In Bild 2 ist die Schaltung von Bild 1 erweitert dargestellt, nämlich mit den parasitären Elementen der Zuleitung sowie der Spannungsquelle selbst. Sowohl der Innenwiderstand der Spannungsquelle (R_{serie}), die Induktivität und die Impedanz der Zuleitung (R, L) sowie eine mögliche Strombegrenzung sind wesentliche Eigenschaften der Spannungsquelle, die zu berücksichtigen sind, um einen reibungslosen Betrieb des Schaltreglers zu gewährleisten.

Auswahl der Eingangskondensatoren

Im Wesentlichen kann die richtige Auswahl der Eingangskondensatoren einen ordentlichen Betrieb der Schaltung sicherstellen. Der erste Ansatz sollte der empfohlene Wert für C_{in} aus dem Datenblatt sein. Wenn die Spannungsquelle oder die Zuleitung jedoch besondere Eigenschaften zeigen, ist es sinnvoll, die Kombination der Spannungsquelle mit dem Schaltregler zu simulieren. Das Aufmacherbild zeigt dies in der Simulationsumgebung LTspice von Analog Devices.

Simulieren geht über Studieren

Es ist eine Simulationsschaltung für den ADP2360 Buck-Schaltregler gezeigt. Hier ist die vereinfachte Form dargestellt, in welcher die Eingangsspannung IN mit einer idealen Spannungsquelle erzeugt wird. Da kein Innenwiderstand der Spannungsquelle definiert ist und auch keine parasitären Werte für

die Zuleitung zwischen Spannungsquelle und Schaltregler angegeben sind, liegt am Vin Pin des ADP2360 immer exakt die definierte Spannung an.

LTspice

Somit ist es auch unnötig einen Eingangskondensator C_{in} hinzuzufügen. In der Realität ist jedoch bei einem Schaltregler ein Eingangskondensator immer nötig, da die Spannungsquelle und die Zuleitung nicht ideal sind. Wenn mit einer Simulationsumgebung wie LTspice auch das Verhalten mit unterschiedlichen Eingangskondensatoren überprüft werden soll, muss unbedingt eine Spannungsquelle mit Innenwiderstand, sowie eine Zuleitung mit parasitären Werten für Widerstand und Induktivität, wie in Bild 2 gezeigt, verwendet werden. ◀

Der Autor



Frederik Dostal (frederik.dostal@analog.com) studied microelectronics at the University of Erlangen in Germany. Starting work in the power management business in 2001, he has been active in various applications positions including four years in Phoenix, Arizona, working on switch mode power supplies. He joined Analog Devices in 2009 and works as a Field Application Engineer for Power Management at Analog Devices in München.



TEST & MEASUREMENT

Messen & Kalibrieren

Als renommierter und zuverlässiger Entwicklungspartner bietet Rosenberger eine Vielzahl an HF- und Microwave-Komponenten für die industrielle Messtechnik.

Ob Präzisionssteckverbinder, Testport-Adapter, PCB-Steckverbinder, Kalibrierkits, Microwave- oder VNA-Testkabel – Präzision und Qualität unserer Messtechnik-Produkte sind in vielfältigen Anwendungen bewährt:

- Microwave-Messungen & VNA-Kalibrierungen
- Lab Testing, Factory Testing
- PCB-Steckverbindungen
- Halbleitermesstechnik & High-Speed Digital-Anwendungen
- Mess- und Prüfgeräte

www.rosenberger.com



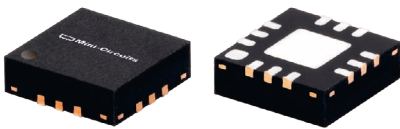
Rosenberger

Digitaler Attenuator für Signale mit bis zu 50 GHz



Das Modell ZX76-50G-30-V+ von Mini-Circuits ist ein 50-Ohm-Stufenabschwächer mit einem Dämpfungsbereich von 0 bis 31,5 dB für Frequenzen von 0,1 bis 50 GHz. Seine 6-Bit-Parallelsteuerung passt die Dämpfung in 0,5-dB-Schritten mit einer typischen Schaltgeschwindigkeit von 330 ns an. Der Abschwächer arbeitet mit einzelnen 3,3 V oder dualen Netzteilen mit +3,3/-3 V zusammen. Das typische SWR beträgt 1,5. Der RoHS-konforme Abschwächer ist mit 2,4-mm-Buchsen ausgestattet und kann Eingangsleistungspegel von bis zu 28 dBm verarbeiten. Er eignet sich gut für Kommunikation, elektronische Kriegsführung (EW) und Testsysteme.

Winziger SPDT-Schalter steuert Signale im Bereich DC bis 6 GHz



Der M3SWA2-63DRC+ von Mini-Circuits ist ein absorbierender MMIC-Single-Pole-Double-Throw-HF-Schalter (SPDT) mit internem Treiber für den Einsatz im Frequenzbereich von DC bis 6 GHz. Geliefert wird er mit einem 3 × 3 mm messenden Gehäuse. Der RoHS-konforme 50-Ohm-Switch verfügt über eine typische Isolation zwischen den Ausgangsports von 55 dB bis 2 GHz und 37 dB bis 4,5 GHz. Die Einfügedämpfung beträgt typischerweise 0,5 dB bei 1 GHz und 1,3 dB oder weniger bei 6 GHz. Der SPDT-Schalter ist ideal für Kommunikations-, Verteidigungs- und Testanwendungen und arbeitet mit ±5-V-DC-Versorgungen mit typischen Anstiegs- bzw. Abfallzeiten von 5,6 bzw. 6 ns.

HF-Drosseln führen 200 mA DC im Einsatz bis 1220 MHz



Die HF-Drosseln der Serie ADCH-1220+ von Mini-Circuits gewährleisten einen geringen Verlust bei Vorspannungsanwendungen für Signale mit Frequenzen von 5 bis 1220 MHz. Sie können bis zu 200 mA Gleichstrom bei einer geringen parasitären Kapazität von 0,1 pF und einer typischen Induktivität von 3,4 µH bei 0 mA verarbeiten. Die Einfügedämpfung beträgt typischerweise 0,3 dB oder weniger, während das VSWR typischerweise 1,1 beträgt. Die patentierten Drosseln werden in Miniaturgehäusen mit SMT-Technologie (Surface Mount-Technologie) mit Abmessungen von nur 6,91 × 7,87 mm geliefert und sind mit Wasser waschbar bei einem Betriebstemperaturbereich von -40 bis +85 °C.

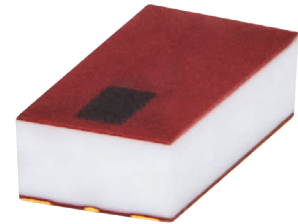
SMD-Bias-T-Stück für Signale mit hoher Leistung von 10 MHz bis 20 GHz



Das Bias-T-Stück TCBT-203+ von Mini-Circuits kanalisiert bis zu 250 mA Strom bei Spannungen bis 30 V (Eingangsleistung bis 30 dBm) von 10 MHz bis 20 GHz. Es wird in einem SMT-Gehäuse mit den Maßen 0,15 × 0,15 × 0,11 Zoll (3,81 × 3,81 × 2,79 mm) geliefert. Die Einfügedämpfung beträgt typi-

scherweise 0,4 dB bis 14 GHz und 0,9 dB bis 20 GHz, während das Vollband-SWR typischerweise 1,4 beträgt. Die DC-zu-HF-Isolation beträgt typisch 23 dB oder besser. Das RoHS-konforme Bias-T-Stück ist ideal zum Vorspannen von Verstärkern und Laserdioden und hat einen Betriebstemperaturbereich von -40 bis +85 °C.

LTCC-Tiefpassfilter weist Signale mit 33 bis 48 GHz zurück



Das Modell LFCN-2952+ von Mini-Circuits ist ein Low-Temperature-Cofired-Ceramic-Tiefpassfilter (LPF) mit hoher Unterdrückung von Signalen mit über 31 GHz zur Kontrolle von Störungen in 5G-Systemen. Das 50-Ohm-Filter hat einen Durchlassbereich von DC bis 31,5 GHz mit einem typischen Verlust von 0,7 dB von DC bis 18 GHz, 1,4 dB von 18 bis 29,5 GHz und 3 dB bei der 31-GHz-Grenze. Die Sperrbereichsunterdrückung beträgt typischerweise 30 dB oder mehr von 36 bis 41 GHz und typischerweise 42 dB bis 48 GHz. Der RoHS-konforme Filter misst 3,2 × 1,6 mm und verarbeitet 30 dBm Eingangsleistung bei Betriebstemperaturen von -55 bis +125 °C.

Hohlraum-Bandpassfilter kanalisiert 10,45 bis 10,95 GHz



Das ZVBP-10R7G-S+ von Mini-Circuits ist ein robustes Resonator-Bandpassfilter mit einer Einfügedämpfung im Durchlassbereich von 10,45 bis 10,95 GHz von typisch



Finde Dein Chi über Wireless Charging mit Qi

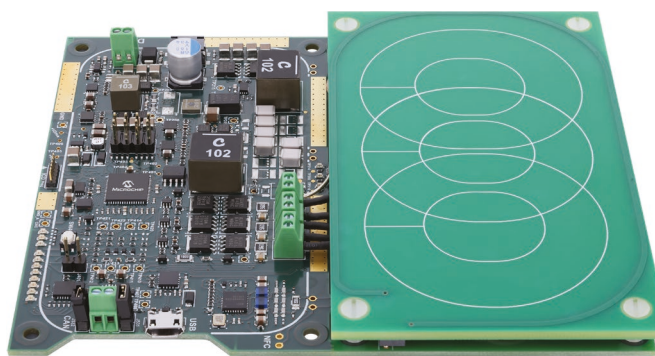
Umfassender Support, der drahtloses Laden mit Qi 1.3 ermöglicht

Sie sind Systementwickler, der unter strengen Zeitvorgaben einen zertifizierten Qi-1.3-Sender auf den Markt bringen soll? Suchen Sie nicht weiter! Das Referenzdesign des mit drei Spulen ausgestatteten Qi 1.3 Wireless Transmitters von Microchip ist die ideale Lösung. Hier ist die Funktion des sicheren Speichersubsystems vollständig in die Wireless Power MCU integriert.

Da Microchip ein vom Wireless Power Consortium (WPC) lizenzierter und zertifizierter Hersteller ist, bieten wir auch eine Anleitung für die sichere Schlüssel- und Zertifikatsbereitstellung, damit Sie Ihr Qi 1.3 Design einfach zertifizieren können.

Microchip bietet alles, was Sie brauchen:

- dsPIC33-DSC-basierter flexibler Qi-Controller mit mehreren PWM-Eingängen und schnellen A/D-Wandlern, um das Design zu optimieren
- Designflexibilität, um kundenspezifische Lösungen mit einem FuSa-basierten Controller zu entwickeln
- Qi-Anwendungssoftware
- Authentifizierungs-Controller (WPC-zertifiziertes sicheres Speichersubsystem)
- Krypto-Softwarebibliotheken
- Companion-Bausteine von Microchip sorgen für eine komplette Systemlösung



microchip.com/wireless-power



Der Name Microchip und das Microchip-Logo sind eingetragene Marken von Microchip Technology Incorporated in den USA und anderen Ländern. Alle anderen Marken sind Eigentum ihrer eingetragenen Eigentümer. © 2021 Microchip Technology Inc. Alle Rechte vorbehalten. DS70005479A. MEC2388A-GER-09-21

0,6 dB. Das Durchlass-SWR beträgt typischerweise 1,2. Die untere Sperrbereichsunterdrückung beträgt typischerweise 66 dB von DC bis 9,3 GHz, während die obere Sperrbereichsunterdrückung typischerweise 67 dB von 12,3 bis 20 GHz beträgt. Das Filter eignet sich nahezu ideal für terrestrische und satellitengestützte Kommunikationssysteme. Dieses RoHS-konforme 50-Ohm-Filter verträgt bis zu 10 W Eingangsleistung und hat einen Betriebstemperaturbereich von -40 bis +85 °C. Es ist mit SMA-Buchsen ausgestattet und misst 2,35 × 0,69 × 0,67 Zoll (59,7 × 17,5 × 17 mm).

Winziges LTCC-Filter lässt das 5G-n257-Band passieren

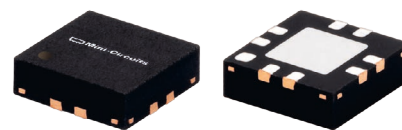
Das Modell BFCQ-2802+ von Mini-Circuits ist ein Low-Temperature-Cofired-Ceramic-Bandpassfilter (BPF) mit kleiner Größe und geringem Verlust über das 5G-n257-Frequenzband von 27,5 bis 29,5 GHz. Die Einfügungsdämpfung im Durchlassbereich beträgt typischerweise 2,4 dB, während die Rückflussdämpfung im Durchlassbereich



typischerweise 13 dB beträgt. Die untere Sperrbereichsunterdrückung beträgt typischerweise 45 dB von 100 MHz bis 20 GHz und 36 dB von 20 bis 24,2 GHz. Die Unterdrückung des oberen Sperrbereichs beträgt typischerweise 34 dB oder mehr von 32,5 bis 53 GHz. Das RoHS-konforme Filter misst nur 2,5 × 2 mm, bewältigt aber bis zu 1 W Eingangsleistung bei Betriebstemperaturen von -55 bis +125 °C.

MMIC-Verstärker hält das Rauschen bis 6 GHz niedrig

Das Modell PMA-5456-3+ von Mini-Circuits ist ein monolithischer rauscharmer Verstärker (LNA) mit einem Frequenzbereich



von 50 MHz bis 6 GHz. Die Rauschzahl beträgt typischerweise 1,8 dB bei 50 MHz, 0,8 dB bei 1 und 2 GHz und 2,4 dB bei 6 GHz. Die Verstärkung beträgt 26 dB bei 50 MHz und nimmt mit steigender Frequenz ab auf 19,4 dB bei 1 GHz und 5,8 dB bei 6 GHz. Der Ausgangs-Intercept-Point dritter Ordnung (IP3) beträgt typischerweise 31,8 dBm bei 50 MHz und 37,2 dBm bei 6 GHz. Die Ausgangsleistung beträgt typischerweise 21,6 dBm oder besser. Der RoHS-konforme 50-Ohm-Verstärker zieht 60 mA aus einer 5-V-DC-Versorgung.

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

Praxiseinstieg in die Spektralanalyse

Joachim Müller,
21 x 28 cm, 198 Seiten,
zahlr. überwiegend farbige Abb.
Diagramme, Plots
ISBN 978-3-88976-164-4,
beam-Verlag 2014, 38,- €
Art.-Nr.: 118106

Ein verständlicher Einstieg in die Spektralanalyse - ohne höhere Mathematik, der Schwerpunkt liegt auf der Praxis mit Vermittlung von viel Hintergrundwissen.

Aus dem Inhalt:

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



- Die Systemmerkmale und Problemzonen der Spektralanalyzer
- Korrekturfaktoren, äquivalente Rauschbandbreite, Pegelkorrektur
- Panorama-Monitor versus Spektralanalyzer
- EMV-Messung, Spektralanalyzer versus Messempfänger

Bestellungen unter:
www.beam-verlag.de
info@beam-verlag.de

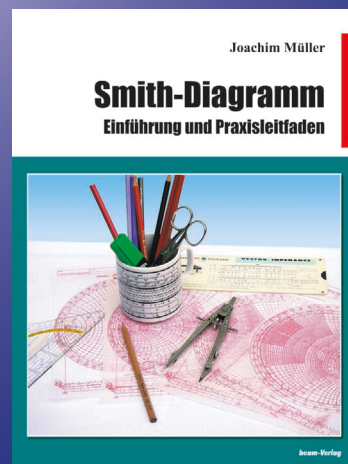
Smith-Diagramm Einführung und Praxisleitfaden

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



- CarterDiagramm - 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

Bestellungen unter:
www.beam-verlag.de
info@beam-verlag.de

Bauelemente

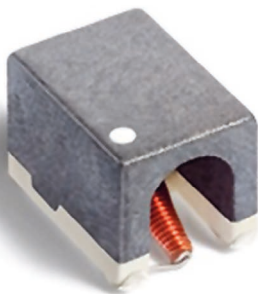
Fixed Chip Attenuators für bis zu 50 GHz



Bei der TSX-Serie von Smiths Interconnect handelt es sich um Fixed Chip Attenuators, die von DC bis 50 GHz arbeiten. Diese Dämpfungsglieder sind in Dämpfungswerten von 0 bis 10 (mit einer Schrittweite von 1 dB), 15 und 20 dB erhältlich. Sie können eine CW-Eingangsleistung von bis zu 10 W verarbeiten und haben ein SWR von weniger als 1,25. Die Dämpfungsglieder wurden mit 3D-Software zur elektromagnetischen Simulation entwickelt, um eine hervorragende Leistung in einem gesamten Dünnschichtprozess zu bieten. Sie ermöglichen eine breitere Abdeckung als herkömmliche Komponenten und bieten gleichzeitig eine optimierte Rückflussdämpfung für mehrere Frequenzbereiche. Die Betriebstemperatur der 50-Ohm-Attenuators beträgt -55 bis +150 °C.

■ **Smiths Interconnect**
www.smithsinterconnect.com

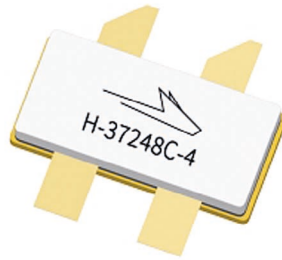
Induktivitäten für Breitband- und Hochfrequenzanwendungen



Die BCR-Serie von Coilcraft besteht aus konischen Induktivitäten, die in neun Werten von 0,22 bis 8,0 μ H erhältlich sind. Sie wurden speziell für Breitband- und Hochfrequenzanwendungen in einem Frequenzbereich von 10 MHz bis 40 GHz entwickelt. Die Induktoren sind nahezu ideal für den Einsatz in Ultrabreitband-Bias-T-Stücken, bei denen der konische Induktor den Weg für die DC-Bias-Injektion oder -Extraktion bereitstellt, während die Stromquelle vom aktiven Bauelement isoliert wird. Sie sind RoHS-konform und können bis zu 260 °C betrieben werden. Die Induktoren haben Zinn-Silber-Kupfer-über-Silber-Platin-Glasfritten-Anschlüsse.

■ **Coilcraft**
www.coilcraft.com

HEMT liefert 490 W bei 2 GHz



Der GTRA214602FC von Wolfspeed ist ein GaN auf SiC High Electron Mobility Transistor (HEMT), der von 2,11 bis 2,17 GHz arbeitet. Er liefert eine Ausgangsleistung von 490 W (P3dB) bei einer Verstärkung von 14,4 dB und hat einen Wirkungsgrad von 59 %. Der Transistor unterstützt die typische gepulste CW-Leistung mit einer Pulsbreite von 16 μ s und einem Tastverhältnis von 10 %. Dieser GaN-auf-SiC-HEMT benötigt eine Versorgungsspannung von 48 V und zieht 150 mA Strom. Dieser RoHS-konforme Verstärker ist in einem thermisch verbesserten Gehäuse mit einem ohrlosen Flansch erhältlich und wurde für die Multistandard-Mobilfunk-Leistungsverstärkung entwickelt.

■ **Wolfspeed, ein Cree-Unternehmen**
www.cree.com

Superrauscharmer GaAs E-PHEMT für drahtlose Anwendungen



BeRex (Vertrieb: Globes) gab die Verfügbarkeit der Typen BCL015 & BCL015-70 bekannt. Der BeRex BCL015 ist ein extrem rauscharmer GaAs pHEMT im Anreicherungsmodus, er wird als Chip (Die) nach Industriestandard geliefert. Dieser sehr rauscharme PHEMT mit einem breiten Frequenzbereich von 1 bis 26 GHz eignet sich für kommerzielle und militärische Anwendungen sowie für Test- und Messanwendungen und zeichnet sich durch eine typische Verstärkung von 12 dB und einem NF von 0,43 dB bei 12 GHz aus. Er arbeitet an einer einzigen positiven Spannung.

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

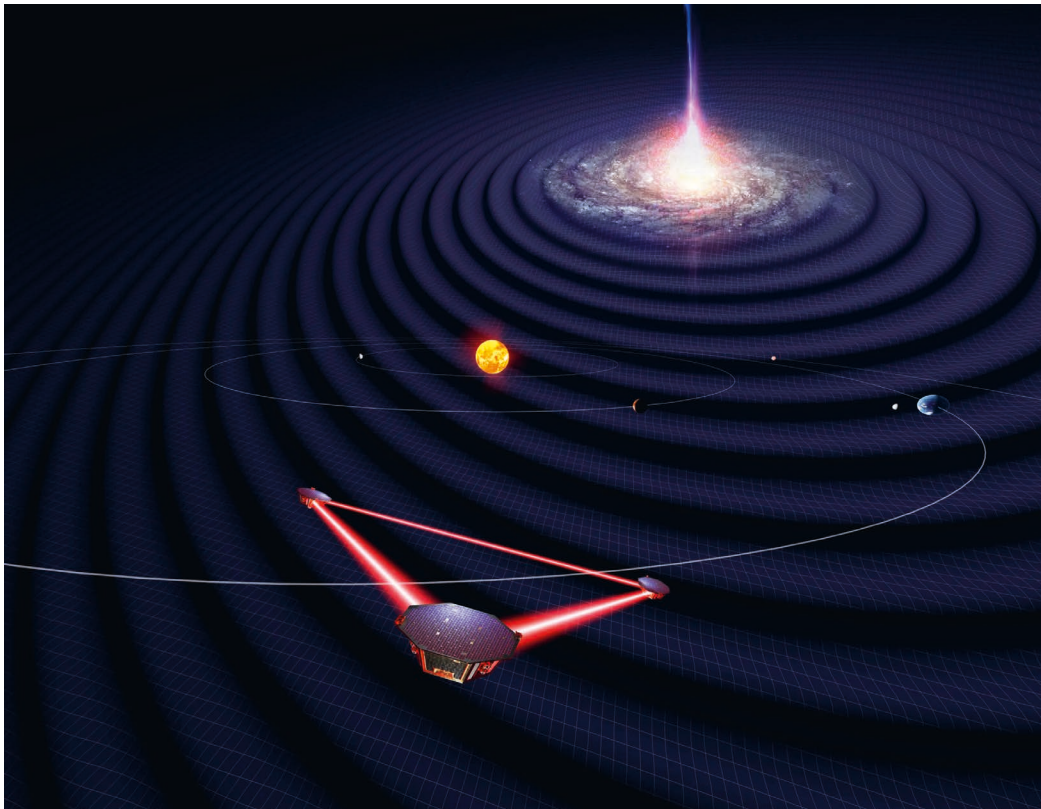


**ELECTRONIC
SERVICE GmbH**

Das spannende Projekt LISA

Koaxialkabel aus Lippstadt unterstützen Weltraummission

Das Unternehmen SSB-Electronic GmbH aus Lippstadt, das sich auf Lösungen im Bereich der Hochfrequenz spezialisiert hat, arbeitet mit der Universität von Florida zusammen und unterstützt das Team des Precision Space Systems Laboratory in einem neuen Weltraumprojekt.



Künstlerische Darstellung der LISA-Mission (© Universität von Florida)

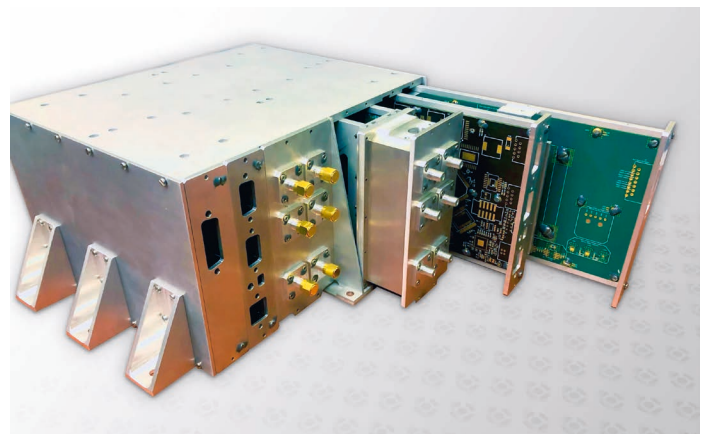
Bis Juli 2025 soll ein spezielles Ladungs-Managementsystem für die Weltraummission LISA der ESA und NASA entwickelt werden. SSB-Electronic liefert dabei seine Koaxialkabel für das Projekt, mit deren Hilfe die Einhaltung der strengen Anforderungen des LISA-Projektes überprüft werden.

LISA wäre der erste weltraumgestützte Gravitationswellendetektor (Laser Interferometer Space Antenna) und ist eines von drei ausgewählten Projekten des Cosmic-Vision-Programms der Europäischen Weltraumorganisation ESA. Die von der ESA geleitete LISA-Mission ist eine Zusammenarbeit der ESA, der

NASA und eines internationalen Konsortiums von Wissenschaft-

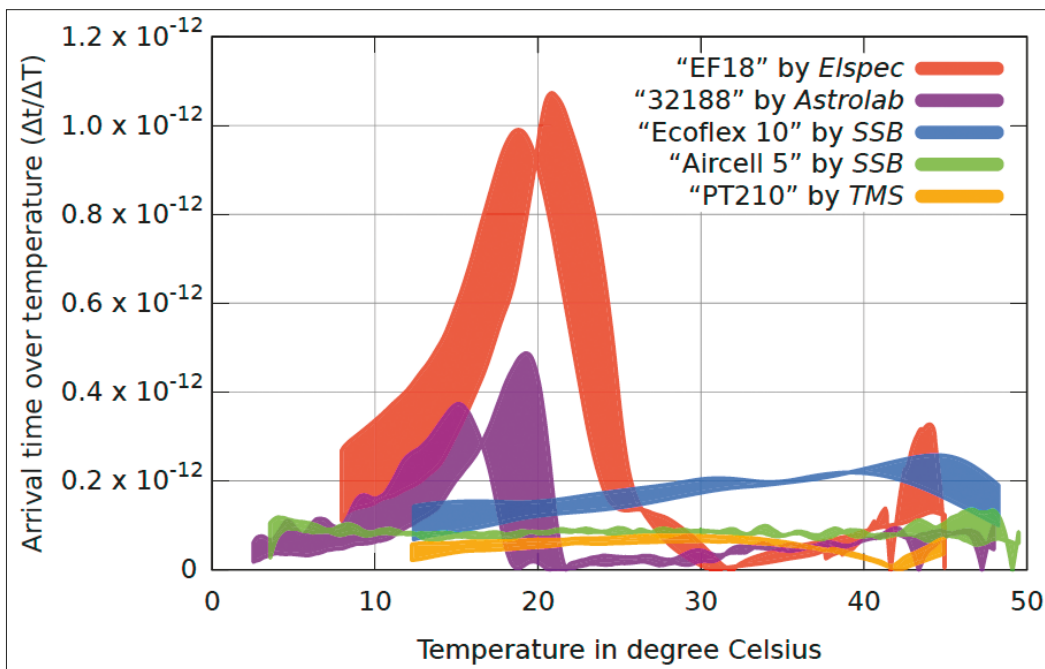
lern aus 20 ESA-Mitgliedstaaten, darunter das Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik in Hannover, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Bremen sowie zahlreiche Universitäten und Institute weltweit wie zum Beispiel die Universität Florida in den Vereinigten Staaten von Amerika [1].

LISA wird aus drei baugleichen Raumfahrzeugen bestehen, die jeweils 2,5 Mio. km voneinander entfernt der Erde auf ihrer Umlaufbahn um die Sonne in einer Dreiecksformation folgen sollen [2]. Die Raumfahrzeuge werden durch Laserstrahlen miteinander verbunden sein, die die Arme eines hochpräzisen Laserinterferometers bilden. Im Gegensatz zu den bereits existierenden bodengestützten Gravitationswellendetektoren – bspw. Geo 600, LIGO oder VIRGO4 – wird LISA Gravitationswellen niedriger Frequenz zwischen 0,1 mHz und 1 Hz messen. Diese Signale sind für erdgebundene Detektoren aufgrund seismischer Prozesse im Erdinneren aber auch durch Wol-



Ein Prototyp des LISA-Lade-Management-Geräts (© Universität von Florida)

Autorin:
Lina Schmidt, Leitung
Produktmanagement
SSB-Electronic GmbH
www.ssb-electronic.de



Phasenstabilität relevanter Kabel im Vergleich [8] (© Simon Barke)

kenbewegung, Regen, Fernzüge etc. nicht detektierbar [3, 4]. Im Weltraum kann LISA den Störungen des Planeten ausweichen und aufgrund der extrem langen Arme der Dreieckskonstellation in niederfrequenten Bereichen des Spektrums Empfindlichkeiten erreichen, die von der Erde aus nicht möglich sind [5].

Das Ziel der LISA-Mission ist es, erdgebundene Detektoren zu komplementieren, um so neue Bereiche des Gravitationswellenspektrums zu untersuchen. Wie bodengestützte Detektoren basiert LISA auf der sogenannten Laserinterferometrie. Dabei werden zwei Laserstrahlen über-

lagert, die zuvor verschiedene Laufwege zurückgelegt haben. Mit dieser Methode lassen sich Dehnungen und Stauchungen der Raumzeit, sogenannte Gravitationswellen, nachweisen. Sie entstehen bei großen astrophysikalischen Ereignissen wie der Verschmelzung von Neutronensternen sowie von Schwarzen Löchern oder beim Urknall. Von der Gravitationswellendetektion mit LISA erhoffen sich Forschende weltweit neue Erkenntnisse über den Ursprung und die Entwicklung des Universums.

Der Start der LISA-Mission ist für 2034 geplant. Die LISA-Raumfahrzeuge werden ca. ein

Jahr brauchen, um die Umlaufbahn um die Sonne zu erreichen, und dann über den Zeitraum von etwa zehn Jahren wissenschaftliche Daten sammeln.

Für die LISA-Mission werden viele neue Schlüsseltechnologien benötigt, bspw. Highend-Optik oder Mikro-Triebwerke. In zahlreichen Projekten weltweit werden unterschiedliche Systeme und Komponenten für die Mission entwickelt. Beispielsweise arbeiten die Wissenschaftler am Exzellenzcluster Quantum Universe der Uni Hamburg an einem elektronischen Auslesesystem und optischen Aufbauten für die Bodenausrüstung.

Oder ein Team von Forschern, Professoren und Studenten der Universität von Florida rund um die Experten John W. Conklin und Peter Wass (Institut für Luft- und Raumfahrttechnik) und den in Minden geborenen Prof. Dr. Guido Müller (Institut für Physik) hat einen NASA-Auftrag in Höhe von 12,5 Mio. US-Dollar erhalten, um einen Prototyp des Ladungs-Managementsystems zu entwickeln und zu testen. Hier handelt es sich um ein UV-Lichtgerät, das die elektrische Ladung der frei fallenden Testmassen im Inneren der drei widerstandsfreien LISA-Raumfahrzeuge überwachen soll. Diese Testmassen sind Würfel aus einer Gold-Platin-Legierung mit 46 mm Kantenlänge und wiegen 2 kg. Das Gerät soll die Testmassen mit der entsprechenden Menge UV-Licht bestrahlen und so ihre Ladung auf Null halten, um unerwünschte Bewegungen der Testmassen zu verhindern [6, 7].

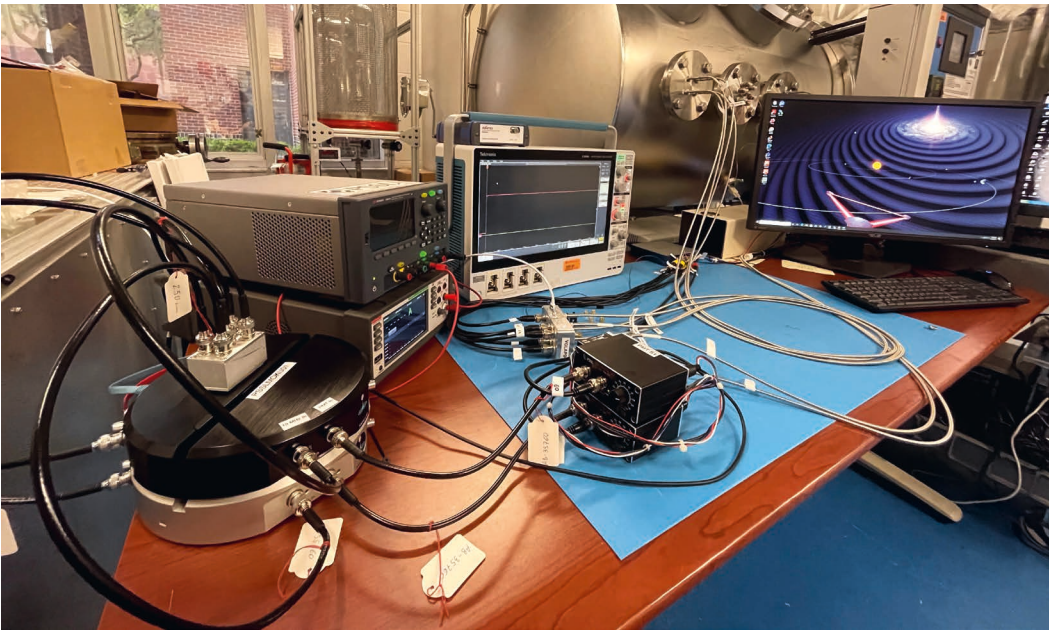
Koaxialkabel aus Lippstadt überprüfen die Erfüllung der Projektanforderungen. Die Koaxialkabel von SSB-Electronic werden im Rahmen des Projektes der Universität von Florida an dem dortigen Precision Space Systems Laboratory (PSSL) in Gainesville für Teststände im Rahmen der Technologieentwicklung eingesetzt. Laut dem Hannoveraner Simon Barke, einem der technischen Leiter des PSSL, hängt der Erfolg des PSSL-Teams aber auch der gesamten LISA-Mission von

LANGER

EMV-Technik

With our pre-compliance **EMC measurement technology** for emitted interference, and **interference immunity** as well as our **IC test system**, we research, develop, produce, and advise in the field of **electromagnetic compatibility**.

Langer EMV-Technik GmbH
 Nöthnitzer Hang 31,
 01728 Bannewitz, Germany
 P +49 (0) 351 430093-0, F -22
 mail@langer-emv.de, www.langer-emv.de



Aufbau des Teststands am Precision Space Systems Laboratory © PSSL, Universität von Florida

der Phasenstabilität hochfrequenter Signale ab, mit deren Hilfe Abstandsänderungen zwischen den Testmassen verfolgt werden. Diese 20-MHz-Signale müssen auf ein Millionstel der Wellenlänge genau vermessen werden, was einer Zeitauflösung im Pikosekundenbereich über Stunden entspricht.

Störendes Phasenrauschen, das von jedem Gerät in der Messkette verursacht wird, würde diese extrem empfindlichen Messungen verderben. Eine begrenzende Rauschquelle sind dabei die elektrischen Kabel.

Durch Temperaturschwankungen kann sich die Länge und die elektrischen Eigenschaften des Kabels verändern, was sich in einer Phasenänderung der Signale zeigt. Für das Projekt werden somit Kabel benötigt, die die Phase eines elektrischen Signals bei Temperaturschwankungen nicht verändern.

Um die Phasenstabilität unterschiedlicher Testkabel zu beurteilen, wurde die Änderung der Ankunftszeit des Signals gegenüber der Temperaturänderung pro Meter gemessen.

Das Ausgangssignal wurde dabei geteilt und sowohl durch

das Testkabel geleitet, dessen Teilstück mit der Länge von 28 cm mit einem speziellen Gerät von 5 bis 50 °C erhitzt und abgekühlt wurde, als auch durch das Referenzkabel gleicher Länge [8]. Dabei wurden fünf relevante Kabel betrachtet, die unterschiedliche Dielektrika aufweisen: Polytetrafluorethylen (PTFE), Polyethylen (PE) und TF4TM (eigenes Dielektrikum des Unternehmens TMS auf Basis von Fluorcarbon). Die Dicke der im Bild eingezeichneten Kurven entspricht der Spannenweite der gemessenen Koeffizienten. Dabei zeigt sich, dass die Kabel mit Dielektrika auf PTFE-

Basis eine inhärente, nichtlineare Phasenänderung aufweisen, wenn das Material den Temperaturbereich 15...25 °C durchläuft. Diese Kabel sind somit für das LISA-Projekt ungeeignet. Koaxialkabel von SSB-Electronic hingegen, insbesondere Aircell 5, weisen einen flachen Temperaturkoeffizienten über einen weiten Temperaturbereich von 5 bis 50°C auf und gehören mit einem Koeffizienten von max. $1,4 \times 10^{-13}$ zu den phasenstabilsten Kabeln der Branche. Daher entschied man sich, die Koaxialkabel der Serie Aircell 5 von SSB-Electronic für einen Teststand einzusetzen.

Quellen:

[1] www.lisamission.org/

[2] Universität Hamburg: Dem Universum lauschen. Knapp 1,5 Millionen Euro Förderung für Teilnahme an ESA-Weltraummission, www.uni-hamburg.de/newsroom/presse/2020/pm47.html

[3] Martin Gohlke: Ein hochsymmetrisches Heterodyninterferometer zur Demonstration einer optischen Auslesung der Inertialsensoren des weltraumbasierten Gravitationswellendetektors LISA, https://www.physics.hu-berlin.de/en/qom/publications/pdfs/DA_Martin_Gohlke.pdf

[4] www.aci.mpg.de/344324/lisa

[5] <https://lisa.nasa.gov/>

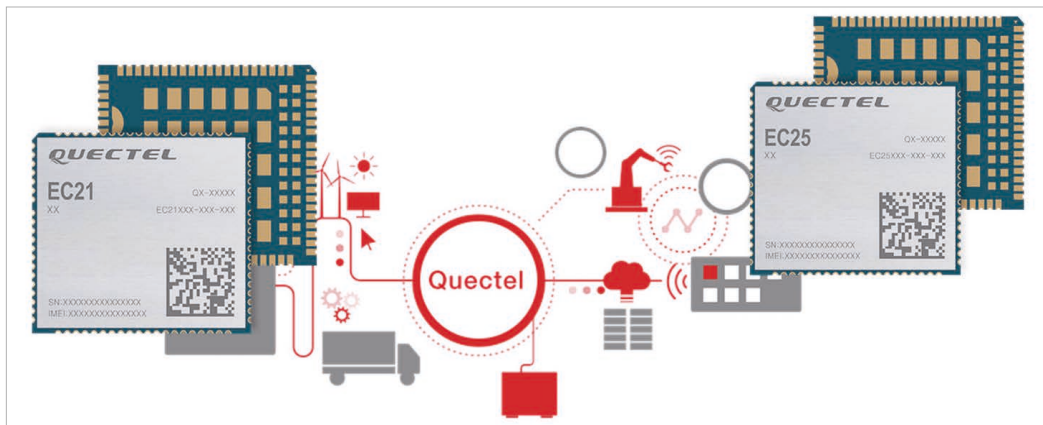
[6] Danielle Ivanov: UF awarded NASA grant for space exploration technology, The Gainesville Sun, <https://eu.gainesville.com/story/news/2021/01/09/uf-given-nasa-contract-build-lisa-cms-space-exploration-technology/4125143001/>

[7] Prof. Dr. Karsten Danzmann: LISA Laser Interferometer Space Antenna, www.elisascience.org/files/publications/LISA_L3_20170120.pdf

[8] Simon Barke: Inter-Spacecraft Frequency Distribution for Future Gravitational Wave Observatories, https://simon-barke.com/download/Simon_Barke-PhD_Thesis_2015-vorgelegt.pdf ◀

Cable name (manufacturer)	Dielectric material	Operating temperature	Max. frequency	VoP	Coefficient $\Delta t/\Delta T$ [s/K]
EF18 (Elspec)	low-density PTFE	-40...85°C	18 GHz	77%	1.2×10^{-12}
32188 (Astrolab)*	low-density PTFE	-55...200°C	27 GHz	86%	4.9×10^{-13}
Ecoflex 10 (SBB)	low-density PE	-55...85°C	6 GHz	85%	2.6×10^{-13}
Aircell 5 (SBB)	low-density PE	-55...85°C	10 GHz	82%	1.4×10^{-13}
PhaseTrack210 (TMS)*	proprietary TF4 TM	-55...150°C	29 GHz	83%	8.0×10^{-14}

Tabelle 1: Spezifikation der Testkabel [8] (© Simon Barke)



End-of-Line-Mitteilung für EC21/25-EUXGA

Modulhersteller Quectel machte eine End-of-Line-Mitteilung für das EC21-EUXGA und das EC25-EUXGA. Neben den Modulen EC25-EUX und EC21-EUX sind auch die Mini-PCIe-Varianten EC25EUXGA-MiniPCIe und EC21EUXGA-MiniPCIe davon betroffen. Die

passenden Produktalternativen sind bereits verfügbar und auch bei tekmodul erhältlich.

■ **tekmodul GmbH**
www.tekmodul.de

2,4 GHz Smart Frontend RFIC für ZigBee/Thread/Bluetooth

Der BeRex BFM4120 ist ein kompakter multifunktionaler

Frontend RFIC für den Einsatz in 802.15.4-ZigBee, Thread, Bluetooth-Smart und proprietären ISM-Funkprotokollsystemen im 2,4-GHz-Band (2,4...2,5 GHz). Der von Globes vertriebene BFM4120 ist für Batteriebetrieb mit verbesserter Effizienz optimiert und arbeitet über einen Versorgungsbereich von 1,8 bis 3,6 V und ist damit für eine Vielzahl von Anwendungen geeig-

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



net. Der BFM4120 kombiniert einen Sendeleistungsverstärker (PA), einen rauscharmen Empfangsverstärker (LNA), einen SPDP-Sende-/Empfangsschalter (T/R) und einen SPDT-Antennenschalter in einem 3 x 3 x 0,55 mm großen 16-poligen QFN-Gehäuse. Außerdem sind Filternetzwerke und eine Eingangs-/Ausgangs-Anpassungsschaltung integriert. Der IC liefert eine Sättigungs-Ausgangsleistung von bis zu 21 dBm an 3,3 V.



KONFEKTIONIERTE KOAXIALKABEL



**Qualität
direkt vom
Hersteller**

- Premium-Koaxialkabel, Koaxialverbinder aller gängigen Normen, Knickschutz u.v.m.
- HF-Messungen vor und nach der Konfektion, inkl. Messprotokoll

Sprechen Sie mit uns!
Wir freuen uns auf Ihre Anfrage!



SSB MAC

Mobilfunk Antennen Combiner & Verstärker



- Alle Frequenzbänder, inkl. 5G
- Alle Mobilfunkanbieter
- Verstärkung 63 dB downlink & 53 dB uplink

KOAXIALKABEL

dämpfungssarm & hochflexibel

- Etablierte Marken: Aircell®, Aircom®, Ecoflex®
- Mit branchenspezifischen Zulassungen:
 - ✓ Brandklasse Cca nach EN 50575 / BauPVO für öffentliche Gebäude
 - ✓ Geprüft nach EN 45545-2 R15 + R18 für Bahnanwendungen
 - ✓ Mit DNV GL-Zertifikat für Schiffbau



SSB-Electronic GmbH · Am Pulverhäuschen 4 · 59557 Lippstadt · Tel.: +49 2941-93385-0 · vertrieb@ssb-electronic.de · www.ssb-electronic.de

Silizium-Photonik-Wafer-Produktion mit vollautomatischer One-Stop-Testlösung



Keysight Technologies hat das neue Silizium-Photonik-Testsystem NX5402A angekündigt, das die Software-Technologie Keysight PathWave Semiconductor Test (Teil der Keysight PathWave Test Software) integriert.

Damit können Halbleiterhersteller die Produktion von Silizium-Photonik-Wafern mit stabilen und reproduzierbaren Testfunktionen beschleunigen. Die Silizium-Photonik ist eine der wichtigsten aufkommenden Technologien zur Bewältigung

des wachsenden Internet-Traffics und der Nachfrage nach höheren Datenraten.

Die Silizium-Photonik wird in erster Linie im Rechenzentrum eingesetzt, vor allem bei Big-Data- und Cloud-Anwendungen, aber auch in anderen Bereichen wie dem Gesundheitswesen, der Lichterkennung und Entfernungsmessung in der Automobilindustrie (LiDAR), dem optischen Computing und dem Quantencomputing. Einem aktuellen Marktforschungsbericht von Yole Développement

zufolge wird der Gesamtmarkt für Silizium-Photonik im Jahr 2025 ein Volumen von 3,9 Mrd. US-Dollar erreichen. Infolgedessen erwägen viele Hersteller den Einsatz von Silizium-Photonik. Bisher gibt es jedoch keine kommerziell erhältlichen Silizium-Photonik-Testgeräte für die Serienproduktion unter Verwendung vollautomatischer Wafer-Prober. Darüber hinaus erfordern Silizium-Photonik-Tests eine Vielzahl empfindlicher und genauer Messungen. Unternehmen und Systemintegratoren setzen auf Systemoptimierung und -wartung, da die Kommunikation mit mehreren Anbietern komplex und ineffizient ist. Das neue Silizium-Photonik-Testsystem NX5402A von Keysight bietet die folgenden wichtigen Vorteile für den Anwender:

• Alles aus einer Hand

bewährte Messtechnologien und direkte Support-Möglichkeiten, einschließlich integrierter optischer und elektrischer Testmöglichkeiten und eines von Keysight entwickelten Faserausrichtungs- und Positionierungssystems, das auf der Messtechnik von Keysight basiert

• vollständig automatisiert

Mit der PathWave Semiconductor Test Software, die mit der SPECS Software von Keysight kompatibel ist, werden manuelle Vorgänge eliminiert, was Tests der Silizium-Photonik in einem Durchgang ermöglicht.

• bereit für die Serienproduktion

Software für die Fabrikautomatisierung, Sicherheitsverriegelung und Reinraumtauglichkeit unterstützen den Einsatz in der Fertigung und bieten einen hohen Testdurchsatz auf der Grundlage einer mehrkanaligen optischen und elektrischen Testarchitektur sowie eine optimierte Faserausrichtung.

• bewährte Systemleistung

hohe Genauigkeit, Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit vom Labor bis zur Fertigung, fortschrittliche photonische Kalibrierung auf Waferebene sowie zuverlässige Leistungsüberwachung mit integrierter automatischer Systemdiagnose

■ Keysight Technologies
www.keysight.com

Keysight und MediaTek erreichen Datendurchsatz-Meilenstein

Keysight Technologies und MediaTek haben zusammen einen Datendurchsatz von 6 Gbit/s durch die Aggregation von drei 5G New Radio (NR) Carriern (3CC CA) mit 300 MHz Bandbreite im Sub-6GHz-Spektrum erreicht. Als Folge können Mobilfunkbetreiber fortschrittliche Standalone-5G-Dienste (SA) effizienter einrichten.

MediaTek verwendete sein neuestes M80 5G-Modem und das 5G Protocol R&D Toolset von Keysight, das auf der



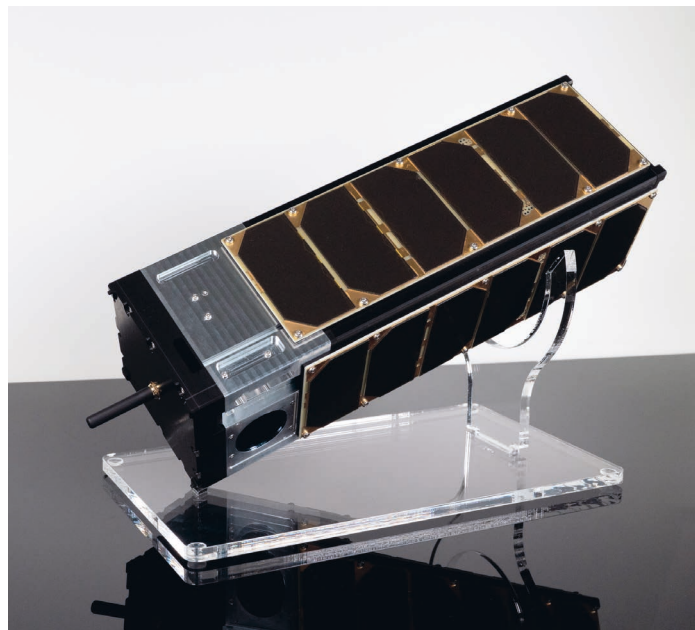
Suite von 5G-Netzwerkemulationslösungen des Unternehmens basiert, um im MediaTek-Labor im Hsinchu Science Park einen Datendurchsatz von mehr als 6 Gbit/s zu erreichen. Fast 80 Mobilfunkbetreiber auf der ganzen Welt investieren in

5G NR im SA-Modus, um die Vorteile des neuen Mobilfunkstandards voll auszuschöpfen. Mehr als 300 auf dem Markt befindliche Geräte unterstützen 5G NR im SA-Modus. Im Jahr 2018 haben Keysight und MediaTek ihre Kräfte gebün-

delt, um die neuesten 5G-Technologien zu entwickeln und zu testen und die 5G-Vision der Industrie durch gemeinsame Innovationen auf den Markt zu bringen. Zu den bisherigen Erfolgen zählen die Validierung des industrieweit ersten 5G-mmWave-Modems und der Aufbau einer 5G-Verbindung auf der Grundlage der Spezifikationen der 3GPP Release 16 (Rel-16).

■ Keysight Technologies
www.keysight.com

Hochfrequenzelektronik des Fraunhofer IAF umkreist die Erde



W-Cube sendet in 500 km Höhe Testsignale im Q- und W-Band (37,5 und 75 GHz) © Fraunhofer IAF

Im Juni begann der Nanosatellit W-Cube seine Reise an Bord einer Falcon-9-Rakete von Cape Canaveral zum polaren Orbit. Dort wurde er rund einen Monat später in seine Umlaufbahn in 500 km Höhe gebracht und sendet nun seit August erfolgreich Testsignale im Q- und W-Band (37,5 und 75 GHz) zur Erde. Dabei sammelt er wichtige Daten für die Erschließung neuer Frequenzbereiche für zukünftige Satellitenkommunikationssysteme.

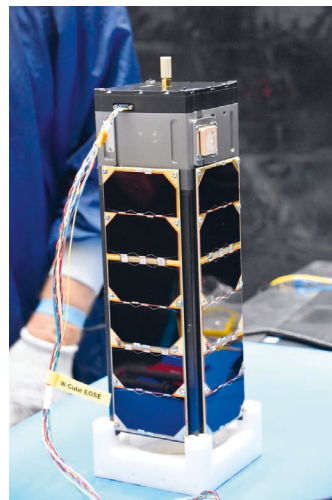
Verbundprojekts testet neue Frequenzen

Der Nanosatellit wurde im Rahmen des Verbundprojekts ARTES (Advanced Technology CubeSat-based W-band channel measurements) gebaut. Das Sendermodul des Satelliten sowie das Empfängermodul der korrespondierenden Bodenstation wurden vom Fraunhofer IAF entwickelt.

Background: Der Kapazitätsbedarf zur Datenübertragung steigt zunehmend an. Weltweit wird

an neuen Daten-Highways für den digitalen Konsum geforscht, denn die gängigen Frequenzen sind schon heute knapp. Um in Zukunft neue leistungsstarke Satelliten ans Internet anzubinden, arbeiten mehrere europäische Partner im Projekt ARTES zusammen, um bislang ungenutzte Frequenzen im Q- und W-Band (37,5 und 75 GHz) zu testen. Bei dem Projekt handelt es sich um die weltweit erste Low Earth Orbit (LEO) Mission in diesem Frequenzbereich.

Bevor der Satellit seine Reise antreten konnte, musste in der ersten Hälfte des Projekts die Hardware entwickelt und aufgebaut werden. Dabei sind die Sendermodule und extrem rauscharmen Empfängermodule Kernkomponenten, die vom Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF entwickelt wurden. Mit dem Start des Nanosatelliten beginnt nun eine zweijährige Messkampagne, bei der Testsignale routinemäßig am Boden empfangen und verarbeitet werden.



**Letzte Vorbereitungen am Nanosatelliten W-Cube
© Reactor Space**

Testsignale aus der erdnahen Umlaufbahn

Um in Zukunft neue Frequenzbänder für die Satellitenkommunikation nutzen zu können, bedarf es Messkampagnen, welche die spezifischen atmosphärischen Kanalausbreitungen charakterisieren. „Nicht jeder Frequenzbereich eignet sich für alle Übertragungen. Deswegen ist es wichtig, dass wir uns die Auswirkungen des Wetters auf die Frequenzen genau anschauen“, erläutert der Projektkoordinator Dipl.-Ing. Michael Schmidt von Johanneum Research.

W-Cube unterscheidet er sich zwar von zukünftigen operationellen Satelliten, die das W-Band in einer geostationären Umlaufbahn (GEO) nutzen werden, jedoch erlaubt die Nähe zur Erde bei der Messung entscheidende Zeitvorteile, und der Einfluss durch Wetterlagen ändert sich kaum. Basierend auf den Messdaten wird ein statistisches Modell entwickelt, das die Planung und Dimensionierung zukünftiger Satellitenstrecken in diesem Frequenzbereich ermöglichen soll.

HF-Elektronik ermöglicht klare Signale aus dem Orbit

Für präzise und aufschlussreiche Messungen der Kanalausbreitung zwischen Orbit und Erde wird hochempfindliche und extrem rauscharme Elektronik benötigt. Das Fraunhofer IAF besitzt umfangreiche Expertise in diesem Forschungsbereich und hat im Zuge des Projekts sowohl für den Satelliten selbst als auch für die Bodenstation Hochfrequenz-Frontends entwickelt. Die HF-Komponenten bestehen aus Frequenzvervielfachern sowie Treiber- und Leistungsverstärker für die beiden Frequenzbänder Q- und W-Band.

„Neben der Empfindlichkeit des Empfängers bestand eine der größten Herausforderungen in Bezug auf die HF-Hardware darin, ein Sendemodul mit ausreichender Ausgangsleistung bis zum W-Band zu entwickeln, um ein optimales Signal/Rausch-Verhältnis auch unter nichtidealen atmosphärischen Bedingungen zu gewährleisten“, erklärt Dr.-Ing. Markus Rösch, Projektleiter seitens des Fraunhofer IAF. Dem Team um Rösch ist es gelungen, durch den Einsatz der institutseigenen Technologie Sendermodule mit der nötigen Leistung zu entwerfen. Diese wurden in Split-Block-Gehäusen aufgebaut, ebenso wie die Frequenzvervielfacher.

Über das Verbundprojekt ARTES

Das Projekt wird von der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) gefördert und von den beteiligten Ländern Österreich, Finnland, Portugal und Deutschland finanziert. Auf deutscher Seite wird das Projekt durch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) unterstützt.

■ **Fraunhofer IAF**
www.iaf.fraunhofer.de

Caution Against Negative Impacts

u-blox cautions against negative impacts of the US FCC's recent approval of the use of a previously protected portion of the L band for terrestrial communication on global navigation satellite systems (GNSS) such as GPS and, subsequently, on our large US customer base. Prior to the FCC's decision, the license, granted to the American satellite communications company Ligado, was limited to use for satellite communication terminals. Such terminals transmit radio waves directionally toward satellites and receive weak satellite signals.

Following the recent FCC order

Ligado will be free to use these frequencies, which are very close to those used by GNSS receivers, to transmit downlink signals from cell towers and uplink signals from user equipment. These signals are transmitted at dangerously high levels compared to those received by nearby GNSS receivers.

These signals threaten to disrupt the operation

of GNSS receivers from any manufacturer operating in the vicinity of a Ligado base station or compatible cellular handset. In an internal study on the susceptibility of u-blox GNSS receivers to interference resulting from such activity, we confirmed that the transmissions would disrupt the operation of nearby GNSS receivers. u-blox findings, outlined in an application note, show that GNSS receivers would suffer performance losses anywhere near a transmitting Ligado handset and when located up to one kilometer from a Ligado base station, a greater distance than the permitted separation between base stations.

Although u-blox has developed recommendations to mitigate these disruptions, it is important to note that implementing these on millions of deployed products would involve a considerable cost and an inconvenience to our customers and would also affect GNSS receiver performance to some extent. The same would be true for receivers from any other manufacturer.

The FCC's decision was justified based on supposed measurements of the levels of interference causing harm to GNSS receiver operation. Drawing on our extensive expertise in this area, u-blox completely rejects the criteria employed in this testing. As a wide range of other GNSS providers and technical experts have already attested, the only generally accepted criterion for harmful interference is a level of interference that results in a 1 dB reduction in the carrier-to-noise ratio measured by a GNSS receiver.

The justification

of this 1 dB criterion is quite simple. GNSS signals are well below the levels of the background noise. The lower the carrier-to-noise ratio, the poorer many aspects of performance become. For adequate performance, receivers operate with a finite link margin, and any reduction in the carrier-to-noise ratio represents a reduction of this link margin that will impact performance. The 1 dB criterion represents the smallest easily measurable change in carrier-to-noise ratio.

u-blox makes GNSS receiver chips and modules

that are incorporated by thousands of manufacturers into equipment for use in a very wide range of applications in the USA. These applications include vehicle navigation, automated driver assistance, drone navigation, vehicle fleet tracking, asset tracking, wearable applications, machine control, base station synchronization and more. There are several generations of u-blox GNSS receivers in use in the millions of devices deployed in the USA across these application areas.

For decades, our customers have successfully designed their products to handle the expected levels of GNSS interference based on the absence of high-powered signals in nearby frequency bands. Now, in one fell swoop, the FCC has swept away that protection, leaving almost tens of millions of GNSS receiver applications at risk.

u-blox is also deeply involved in the development of products for future applications that will also be affected by this decision. One example is autonomous cars and trucks. Although these

systems will use a range of sensors, GNSS is the only available source of absolute position information that most automotive manufacturers now recognize as being vital for high levels of autonomy. As this application is safety critical, high integrity GNSS receivers are required. u-blox is involved in the development and deployment of such solutions.

The presence of strong signals

at frequencies close to GNSS frequencies will negatively impact the integrity performance of high integrity GNSS receivers. To address the reduction in integrity, car manufacturers will be forced to delay the deployment of autonomous vehicles in USA, the birthplace of GPS.

Even more paradoxical are the implications for the 5G deployments that the FCC's decision is meant to help facilitate. Public 5G cellular networks will require many more base stations than 4G networks. In urban areas and indoors, GNSS receivers will be required to keep these base stations in synch. But because these GNSS receivers will rely on fewer and even weaker signals than most GNSS receivers, their reliability and accuracy will be even more degraded by interference from strong cellular signals at frequencies close to the GNSS frequencies.

For the reasons stated above, u-blox strongly recommends that the FCC restore the original protection provided to the frequencies near the GNSS frequencies and prevent these frequencies from being used for terrestrial wireless communication – under any circumstances. ◀

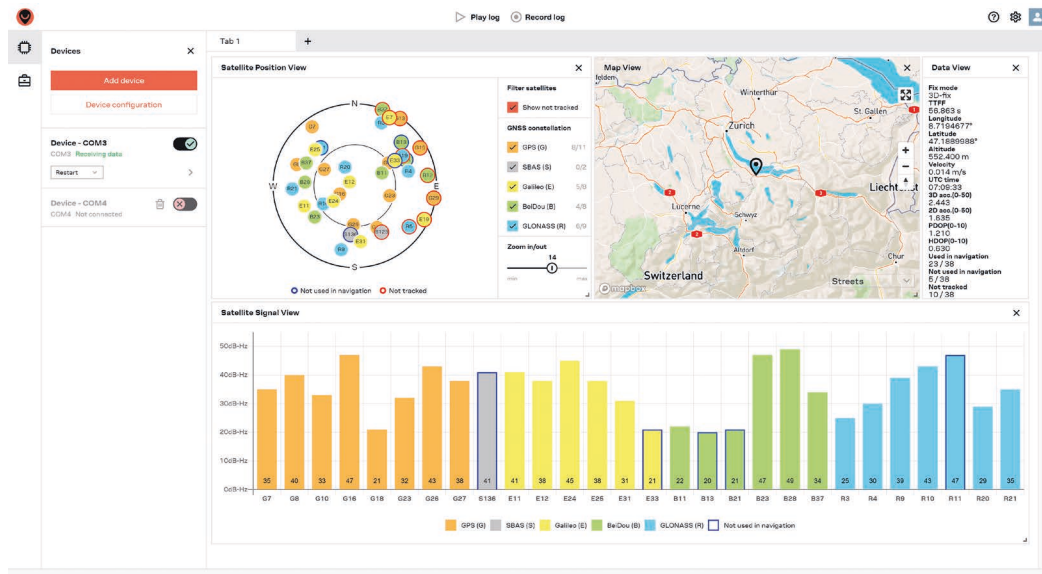
u-blox
www.ublox.com

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



www.spirig.com

Next Generation of Popular GPS Evaluation Software

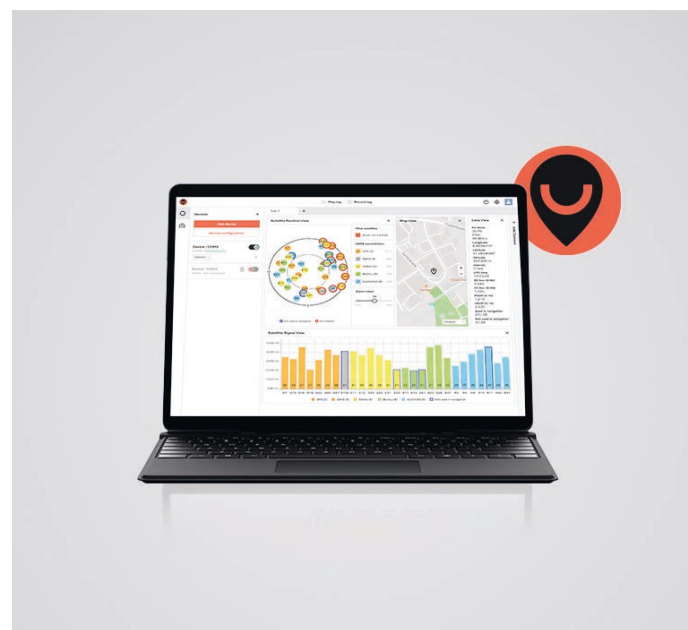


standard for design engineers developing applications using GNSS receivers. Fully compatible with the latest ublox M10 GNSS technology, u-center 2 is designed from scratch to offer improved overall performance, as well as feature additions that simplify the configuration, evaluation, and software development of GNSS-based solutions.

u-center 2 provides personalized workspaces with adaptive window elements offering a choice of views to observe static and dynamic behavior of the connected GNSS receiver. The built-in log player, which accepts log files from the previous version of the software, features easy message- and time-based navigation and lets users set the playback speed, making the development of end products more efficient. Automatic updates ensure that the software always includes the latest features with minimal user effort.

Additionally, u-center simplifies the evaluation of the growing portfolio of GNSS-related location services. This includes AssistNow, through which GNSS receivers gain access to GNSS aiding data, enhancing startup performance, and saving power.

As of today, u-center 2 lets users evaluate u-blox M10 GNSS products. Its predecessor, ucenter, will continue to be the go-to solution for GNSS solutions based on earlier technology platforms. ◀



u-blox has announced the launch of its new global navigation satellite system (GNSS) evaluation software, u-center 2. The software, which runs on Microsoft Windows, offers anyone working with tenth-generation ublox GNSS technology a highly intuitive interface to configure GNSS products, evaluate their performance, improve the quality of their software, and experience the performance boost achieved using GNSS-related services.

software, which over its almost two decades of development has become the de facto industry



u-blox
www.ublox.com

u-center 2 is the successor to the u-blox u-center GNSS evaluation



Multi-channel, Mixed-signal RF Converters

Richardson RFPD, Inc., an Arrow Electronics company, announced the availability and full design support capabilities for two highly integrated high-speed converters from Analog Devices, Inc. The AD9081 and AD9082 mixed-signal front-ends combine high-performance analog and digital signal processing and allow designers to install multiband radios in the same footprint as single-band radios. By shifting more of the frequency translation and filtering from the analog to the digital domain, the AD9081/2 provides designers with the software configurability to customize radios.

ADI's MxFE platform processes more of the RF spectrum band and embeds DSP functions on-chip to enable the user to configure the programmable filters and digital up- and down-conversion blocks to meet specific radio signal bandwidth requirements. This results in a 10X power reduction compared to architectures that perform RF conversion and filtering on the field-programmable gate array, while freeing up valuable processor resources or allowing designers to use a more cost-effective FPGA.

The new AD9081/2 MxFE platform is suitable for a range of applications, including:

- Wireless communications infrastructure
- Microwave point-to-point, E-band and 5G mmWave
- Broadband communications systems
- DOCSIS 3.1 and 4.0 CMTS
- Phased array radar and electronic warfare
- Electronic test and measurement systems

The AD9081 MxFE® includes four 16-bit, 12 gigasample-per-second RF digital-to-analog converter cores and four 12-bit, 4 GSPS RF analog-to-digital converter cores. The AD9082 MxFE® includes four 16-bit, 12 GSPS RF DAC cores and two 12-bit, 6 GSPS RF ADC cores.

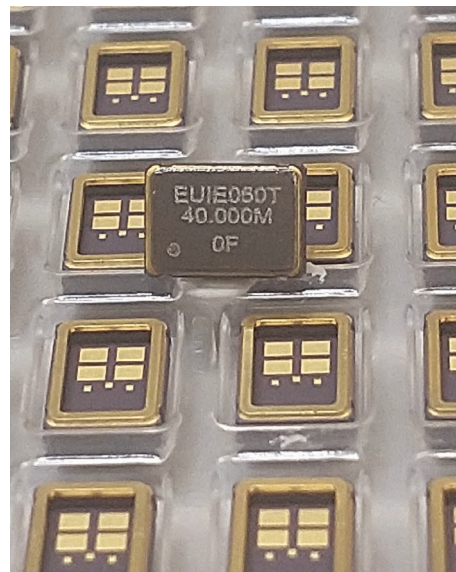
Both devices feature eight transmit lanes and eight receive lanes that support 24.75 Gbps/lane JESD204C or 15.5 Gbps/lane JESD204B standards. They are available in 15 mm x 15 mm BGA packages.

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

High-Temperature Clock Oscillators

Frequency control specialist, Euroquartz is to launch a new range of UK manufactured surface mount clock oscillators capable of up to 3000G shock survivability with extended industrial temperature range at the forthcoming Engineering Design Show (EDS 2021, October 19th & 20th, Coventry Building Society Arena, Coventry, UK). The new components are being manufactured in the company's class 7 cleanroom facility and frequencies are available from 2 to 60 MHz.

The new EQXO-75UIE oscillator is a ruggedised LVC MOS-compatible circuit with a miniature quartz crystal housed in a low-profile ceramic surface mount package measuring 7 x 5 x 1.4 mm. Designed by Euroquartz for demanding industrial applications, it will provide reliable operation with good fre-



quency stability across an extended industrial operating temperature band from -40 to +105 °C. Utilising the latest advances in production technology, the combination of optimised design and high-quality materials provides a high reliability clock oscillator suitable for industrial applications.

Available with 2.5 and 3.3 V (±10%) supply voltage options, additional features include superior phase noise performance with femto second phase jitter of 150 fs (typical) and custom crystal pre-ageing options available. A further advantage of these UK-manufactured components is that they are free from ITAR regulations with reduced shipping costs. In addition, customers can visit the production facility without facing long haul flights.

Euroquartz's new SMD EQXO-75UIE extended industrial temperature range oscillator series complements the company's existing range of frequency products and these components are ideal for use in new designs.

■ **Euroquartz, Ltd.**
info@euroquartz.co.uk
www.euroquartz.co.uk

Mechanically Tunable Waveguide Gunn Diode Oscillators

Pasternack, an Infinite Electronics brand, has released a new line of waveguide Gunn diode oscillators that are ideal for electronic warfare, electronic countermeasures, microwave radio systems, military and commercial communications systems and more.

Pasternack's new mechanically tunable waveguide Gunn diode oscillators cover WR-90, WR-42 and WR-28 waveguide

sizes and support X, K and Ka bands. All models in this line operate at 50 ohms and incorporate a mechanical tuning screw to fine tune the output frequency for specific applications. They deliver output power levels up to 18.5 dBm typical and utilize Indium Phosphide (InP) Gunn diodes that yield higher output power, higher efficiency and lower AM noise than GaAs counterparts.

These waveguide Gunn diode oscillators feature compact package designs that are highly reliable and designed to meet MIL-STD-202 test conditions for shock, vibration, altitude and humidity. They are available in rugged compact package designs with operational temperature ranges from -40 to +85 °C.

■ **Pasternack**
www.infiniteelectronics.com

OTA Measurement on IEEE 802.11ax WiFi 6E Devices



Anritsu Corporation and Bluetest combine their recent product upgrades to create a strong and up-to-date OTA measurement solution for verifying the WLAN RF-performance in this new 6 GHz band, as well as of existing WLAN standards (802.11 a/b/g/n/ac/ax) in the 2.4 and 5 GHz bands. The collaboration provides customers with a complete WLAN Over-the-Air (OTA) test solution capable of transmit power (TRP) and receiver sensitivity (TIS) measurements on devices and access points. Measuring the OTA performance

in life-like, but repeatable conditions, enable manufacturers of small and large WLAN equipped devices, including IoT and smart home appliances, to optimize the radio performance and end-user satisfaction.

6 GHz has for a long time been the upper frequency limit of most public communication systems. This is now changing with the WLAN standard IEEE 802.11ax expanding up to 7.125 GHz range ("Wi-Fi 6E"). The growth of WLAN connected devices and services are expected to bene-

fit greatly from this increase in available frequency space and number of 160 MHz channels.

The Anritsu Wireless Connectivity Test Set MT8862A is dedicated to the WLAN standard, hence optimized for stable and reliable connections with wider dynamic range, even in a faded environment such as in the Bluetest reverberation chamber. It is now updated with a new radio module adding support for the 6 GHz band and 160 MHz channels, in addition to the already supported 2.4 and 5 GHz bands. The test setup is easily expanded to support 2x2 MIMO measurements using two MT8862A units.

Bluetest has meanwhile upgraded the complete range of reverberation test systems with an increased default frequency coverage. The compact and cost-effective RTS25 chamber is upgraded by adding the

new 6...7.125 GHz band. This chamber is primarily targeting the buzzing WLAN and Bluetooth industry. The best seller RTS65, as well as the larger RTS85 and RTS95 now feature 4x4 MIMO support for frequencies all the way up to 12 GHz, in addition to previously released 5G FR2 packages with 2x2 MIMO support up to 43.5 GHz.

The Anritsu MT8862A as well as all Bluetest chambers with the extended operating frequency range are available for order, and upgrade packages are offered for already installed systems. The updated Bluetest chambers are accompanied by corresponding upgrades to the line of accessories, such as reference antennas, ISS11 Attenuator System and ISS11 Instrument Switch.

■ Anritsu Corporation
www.anritsu.com

Observed Time Difference of Arrival Positioning Test for 5G

Anritsu Corporation and MediaTek are pleased to announce that the first OTDOA Protocol Conformance Test (PCT) for 5G New Radio (NR) has been verified with a device containing the MediaTek M70 5G modem and Anritsu 5G NR Mobile Device Test Platform ME7834NR.

5G NR introduces several new use cases

involving positioning for applications in industrial automation, automotive and terrestrial arenas, consequently many positioning mechanisms have been added to the NR standards defined by 3GPP Release 16, with more planned for 3GPP Release 17 and later. OTDOA is one of the positioning methods which was originally introduced for 4G LTE and has been extended into 5G NR. OTDOA relies on the UE measuring the time difference of Positioning Reference Signal (PRS) received from multiple cells and uses this to compute its location with support from a location server.

"MediaTek's collaboration with Anritsu continues to go from strength to strength, supporting us in this rapidly evolving



industry with verification of these leading features in our 5G modems" said Mr. JS Pan, General Manager of Wireless Communication System and Partnership at MediaTek.

Mr. Shinya Ajiro, General Manager of Mobile Solutions Division at Anritsu said, "We are proud to be able to support MediaTek with our test solutions, and together we look forward to introducing Advanced 5G features to market quickly".

The conformance tests are defined by 3GPP in TS 37.571-4 and have been submitted by Anritsu to 3GPP RAN WG5 (Radio Access Network Working Group 5). These

tests will also be submitted to GCF (Global Certification Forum) CAG (Certification Agreement Group), and PTCRB (PCS Type Certification Review Board) PVG (PTCRB Validation Group) for approval in the upcoming meetings.

The 5G NR Mobile Device Test Platform ME7834NR

is registered with both the GCF and PTCRB as Test Platform 251. The ME7834NR is a test platform for 3GPP-based PCT and Carrier Acceptance Testing (CAT) of mobile devices incorporating Multiple Radio Access Technologies. It supports 5G NR in both Standalone (SA) and Non-Standalone (NSA) mode in addition to LTE, LTE-Advanced, LTE-A Pro, and W-CDMA. When combined with Anritsu's OTA RF chamber MA8171A and RF converters, the ME7834NR covers the sub-6 GHz and mmWave 5G frequency bands.

■ Anritsu Corporation
www.anritsu.com

5G Standalone Network Service Assurance

Anritsu announced the deployment of its Mobile Network Service Assurance solutions on the public cloud with AWS. Following on from a recent press release where Anritsu announced two Tier-1 5G Standalone Service Assurance wins, Anritsu, in partnership with its Mobile Network customers and with AWS, introduces a solution to fully deploy the Service Assurance systems in the public cloud.

Perceptions of public cloud for telecoms networks have seen a significant shift over the last 12 to 18 months, with many operators assessing how to move network functions from a private cloud to a hybrid or public cloud, whilst also taking into



consideration privacy, security, costs, and control. Visibility via Service Assurance solutions is vital to assure the quality of network services and achieve a return on the significant investments in 5G Standalone. Service Assurance needs to sit along-

side those network functions in the same cloud, working to understand, monitor, assure and control the network functions and services. With the complexity and dynamicity of today's and tomorrow's networks, Service Assurance, Automation, AI and Analytics are pivotal to the rollout of new services, network slices, MEC (multi-access edge computing), and customer experience.

Anritsu looks forward to working with its current customers, new customers, and partners to expand the Service Assurance possibilities of 5G Standalone, cloudification, and digital transformation.

■ Anritsu Corporation
www.anritsu.com

Broadband VNA System with Single-sweep Coverage

Anritsu introduced the VectorStar ME7838AX/EX series, the first vector network analyzer (VNA) broadband systems to offer single-sweep coverage up to 125/110 GHz with guaranteed and typical specifications. The unique capabilities of the VectorStar ME7838AX/EX systems to sweep and provide characterized data through 125 GHz provide design engineers with the ability to significantly and confidently improve their device models for dramatic improvements in first time yields and performance.

Four broadband VectorStar-based VNA models from 10 MHz (optional 70 kHz) to 125 GHz with guaranteed specifications are available. With the additional 5 GHz guaranteed frequency sweep compared to previous VectorStar systems, the ME7838AX, ME7838A4X, ME7838EX and ME7838E4X meet the market need for accurate verification of components and broadband applications operating at 122 GHz.

125 GHz Calibration/Verification Kits

To support measurements to 125 GHz, Anritsu also introduces the 3656C Series calibra-



tion and verification kits that are characterized to 125 GHz. Four versions are available to meet customer requirements and needs. Calibration kits are available with cal. coefficients (.ccf) only and with or without a verification kit. Anritsu also offers .slp database definitions (and .ccf) calibration kits with or without verification kits.

The VectorStar ME7838AX/EX continue to provide the best-in-class performance of existing VectorStar ME7838 series broadband systems, including superior time domain analysis utilizing the most points available in a single channel with the widest

broadband frequency and best resolution. Other performance benefits of VectorStar broadband systems are industry-best millimeter wave (mmWave) noise floor and dynamic range at 120/125 GHz, calibration and measurement stability of 0.05° over 24 hours, and broadband measurement speed of 1 s at 1601 points, 10 kHz IFBW.

Similar to other VectorStar broadband systems, the ME7838AX/EX are compatible with compact, lightweight mmWave modules for easy, precise, and economical positioning on the wafer probe station. They are the only mmWave modules

compact enough to provide direct connection to on-wafer probes for maximum dynamic range and measurement stability. Included in the series is the first mmWave module with electronic power leveling to offer the widest power level control of up to 50 dB. Anritsu provides an efficient upgrade path to existing VectorStar ME7838 broadband system customers. The ME7838AX/EX systems are available in 2- and 4-port configurations.

Variety of Applications

The ME7838AX/EX have been developed for communication design engineers designing systems for on-wafer applications, as well as on-wafer production facilities where a combination of RF, microwave, and mmWave devices, components, and sub-systems need to be measured on the same wafer. They are also well suited for research institutes exploring new technologies and system designs, manufacturers, institutes, and universities designing and developing silicon photonic solutions, and universities investigating emerging communications technologies.

■ Anritsu Corporation
www.anritsu.com

Portable 400G Network Tester with new Functions



Anritsu Corporation announced the launch of its 400G Dual/100G Quad Channel Expansion MT1040A-020 option offering upgraded functions for its popular Network Master Pro. Installing this new MT1040A-020 option in the MT1040A supports simultaneous dual-port 400G Ethernet (400GbE) measurements using a combination of two 400G measurement

modules. As a result, since data Tx and Rx tests can be performed simultaneously, it is possible to both test networks as well as measure the latency and execute quality tests of 400G equipment efficiently using just one MT1040A unit. Additionally, testing of 200GbE used in data centers is also supported.

By upgrading the MT1040A functions to support 400GbE in

response to customers' requirements, Anritsu is contributing to the deployment and smooth operation of high-speed networks.

Development Background

With the start of 5G services and the spread of Cloud computing, as well as the rapid increase in teleworking, supporting increased network speeds and larger data capacities has become an urgent issue for communications network operators. As a result, demand for 400GbE is increasing as a means to cope with reinforcement of these networks. However, configuring stable and high-speed, large-capacity networks using 400GbE requires careful attention to key points, such as assuring the quality of equipment prior to constructing the overall network.

On the other hand, reducing network costs is a continuing requirement, while the increasing complexity of network functions and test items demands a test solution offering easy evaluation of network equipment.

Product Outline

The 400GbE Network Master Pro MT1040A is a portable tester for evaluating the communications quality of various network types operating at speeds ranging from 10 Mbps to 400 Gbps. With its stackable configuration of measurement modules, the MT1040A can support simultaneous dual-port 400GbE measurements using a combination of two 400G measurement modules, facilitating quality tests (BER, throughput, frame loss/latency, etc.) of 400GbE equipment. Moreover, in addition to supporting 400GbE, the MT1040A also supports 200GbE, offering network operators a cost-effective, all-in-one quality tester.

The useful, automatic, one-button test function for pass/fail evaluation of multiple test results cuts the test burden and reduces the need to support inexperienced operators performing complex on-site work.

■ Anritsu Corporation
www.anritsu.com

Robust RF Amplifiers for Challenging Applications

Ampleon has announced a further expansion to its portfolio of next generation amplifier ICs. These devices are based on the company's Advanced Rugged Technology (ART). Thanks to the heavy-duty design employed, they are capable of dealing with the harshest of operational conditions.

With 1400 and 1600 W ratings, the devices in the new ART1K6x series operate over a frequency range from 1 to 450 MHz. A high breakdown voltage allows them to be used in 48 V for Class E and 55 V Class AB applications (the maximum V_{DS} figure supported being 177 V). They can cope with a 65:1 SWR, which means that any potential load



mismatch issues can be alleviated. The high impedance levels that these LDMOS amplifiers exhibit helps to reduce power

losses. Consequently, significantly lower currents are required. Less heat also needs to be dissipated, which reduces

the associated thermal management overhead and keeps system bill-of-materials costs to minimum. The ART1K6PH (G) amplifiers are each supplied in an OMP-1230 straight lead or gull wing package, while the ART1K6FH devices come in SOT539AN packages. All of them have a dual-sided electro-static discharge (ESD) protection mechanism included. Among the various applications which they can be used for are plasma generators, magnetic resonance imaging (MRI) systems, CO2 lasers and particle accelerators. Other possible uses include broadcasting and wireless communications.

■ Ampleon Netherlands B.V.
www.ampleon.com

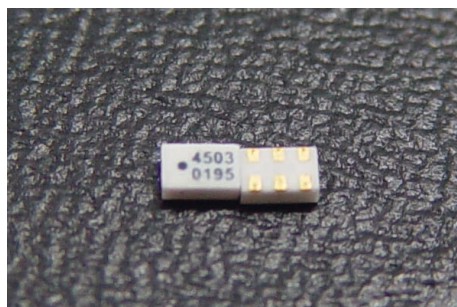
RFMW introduces new products

4 W Small Cell Amplifier serves 5G



RFMW announced design and sales support for a high efficiency amplifier from Qorvo. The QPA9942 power amplifier supports small cells operating in the 3.3 to 3.8 GHz frequency range with up to 35.5 dBm P3dB and 31 dB of gain. DPD corrected ACPR is -50 dBc at 28 dBm output power. Drawing 84 mA from a 5 volt supply, the QPA9942 also supports DAS and mMIMO systems. Internally matched to 50 ohms at both input and output, it is offered in a 5x5 mm, SMT package.

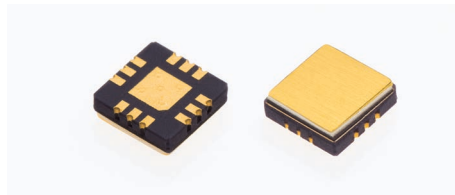
Tiny SMT Couplers with High Power Handling



RFMW announced design and sales support for surface mount couplers from RN2. The RN2 CMX45 series of couplers offer power handling and coupling factor options for a variety of radio applications. Offered in 2 different sizes, the P series is the smallest at 2 x 1.25 mm and can handle 5 W of RF power over a span of 3 to 5.1 GHz. The E Series measures 5.08 x 3.18 mm with power handling to 25 W over the 4 to 5 GHz frequency range.

As an example, the CMX45P03 is a hybrid, 3 dB coupler spanning 3 to 5.1 GHz with 20 dB isolation, 0.5 dB insertion loss and capable of handling 5 Watts average power. RN2 offers the CMX45P series in asymmetric 2 and 5 dB coupling factors for asymmetric Doherty power amplifier designs. The variety of sizes, power handling and coupling factors offer splitting and combining in standard and Doherty power amplifier designs, RSSI circuits and feedback loops for 5G NR.

High-Reliability Low-Noise Amplifier



RFMW announced design and sales support for a GaAs pHEMT low noise amplifier from KCB Solutions. Offered in a 3 x 3 mm hermetic, surface-mount (SMT) package for harsh environments, the KA107C delivers high linearity in applications including Defense and Satellite. The KA107C provides 20 dB gain, 1.5 dB noise figure and 38 dBm OIP3 from 1.3 to 3 GHz for service as a driver amplifier, gain block or IF amplifier. It can be supplied and tested to the equivalent screening requirements of MIL-PRF-38535 Class B and S screening flows. MIL-PRF-38535 equivalent QCI product flows, EEE-INST-002 flows, and/or other specialized testing is available upon request.

Trimming Capacitors



RFMW announced availability of the Knowles (Johanson Manufacturing) portfolio of Giga-Trim trimmer capacitors. The portfolio provides a straight forward technique for fine tuning RF and microwave circuits by eliminating time consuming methods of abrasive trimming, cut and try adjustment techniques, and interchange of fixed capacitors. The Knowles 27273 has a capacitance range from 0.6 to 4.5 pF with up to 8 turns and a working voltage of 500 V DC. Giga Trim capacitors withstand the rigors of soldering heat, excessive turning and rough handling. Benefits include a fixed length, increased Q, essentially zero noise and reduced susceptibility to solder flux intrusion during installation.

NXPs RapidRF speeds mMIMO Radio Design

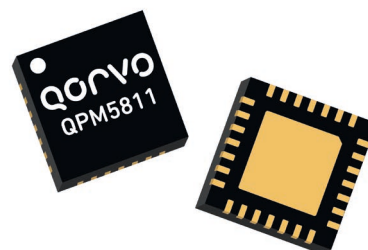
RFMW announced design and sales support for NXP's RapidRF front-end reference

designs. Accelerating design time and prototyping for massive MIMO radio units, or small cell output devices or even as drivers for high-power macro base stations, RapidRF reference boards incorporate a T/R switch, circulator, Rx LNA, Rx linear amplifier, Tx path pre-drivers and an asymmetrical Doherty output.



Also included are the TDD I2C logic controls for a complete 5G, TDD radio system RF front-end solution. Ideal for transmitters requiring 2.5 to 5 watts average at the antenna with approximately 8.5 dB PAR LTE/NR signals, RapidRF reference boards can be linearized for up to 200 MHz instantaneous bandwidth while meeting regulatory emissions requirements when used in conjunction with digital pre-distortion.

X-band FEM supports Phased Array Radar



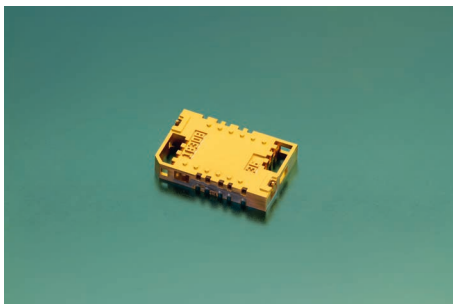
RFMW announces design and sales support for a front-end module (FEM) from Qorvo. The Qorvo QPM5811, GaAs MMIC front-end module, is designed for 8.5 to 10.5 GHz radar and combines a T/R switch, LNA and PA. Receive path performance is 26 dB gain with 2 dB noise figure. The transmit path offers 30 dB small signal gain and 23.5 dB of large signal gain with 0.5 W P_{Sat} (45% PAE). A 6 x 6 mm QFN surface mount package with over-mold encapsulant, coupled with high thermal conductivity die-attach process, allows the QPM5811 to perform well in high temperature environments. Its compact size supports tight lattice spacing requirements needed for X-Band phased array radar applications.

DC to 110 GHz Attenuators for Precision Testing



RFMW announced design and sales support for precision-grade attenuators from Marki Microwave. Enabling the most demanding applications up to 110 GHz, these 10 dB, 1 mm coaxial connected attenuators are serialized for traceability and offered as ATN10-00110-2W (Male – Female) ATN10-00110 (Female to Female) and ATN10-00110-3W (Male to Male). Typical return loss is >15 dB over the entire bandwidth. With high performance and reliability, these fixed attenuators provide signal attenuation and SWR matching for applications such as automotive radar, emerging 5G bands and wireless backhaul.

Exceptional Filter Performance with PolyStrata Technology



RFMW announced design and sales support for mmWave, surface mount filters from Cubic Nuvotronics. The PSF19B02S interdigital filter has a pass band of 17.7 to 20.2 GHz with 50 ohm characteristic impedance. Handling a maximum input power of 2 W, this SMT filters' low insertion loss is 2.5 dB max. and boasts 46 dB lower bandpass rejection and 36 upper bandpass rejection. PolyStrata technology provides wide bandwidth, exceptional filtering performance and minimal part-to-part variation for consistent results in production environments supporting 5G backhaul, satellite communications, RF telemetry, and instrumentation. RoHS compliant, PSF19B02S filters are available on tape and reel for standard SMT process assembly

Single-ended B-13 SAW Duplexer



RFMW announced design and sales support for a Surface Acoustic Wave (SAW) duplexer from Qorvo. The QPQ1013Q is a compact, high-performance NoDrift Surface Acoustic Wave duplexer designed to meet the strict band 13 NS07 rejection requirements mitigating signal migration in the public safety frequency band for use in NAD (Network Attached Device) applications. The QPQ1013Q boasts only 1 dB uplink insertion loss and 1.4 dB downlink insertion loss.

Affordable Test Bench in a Box

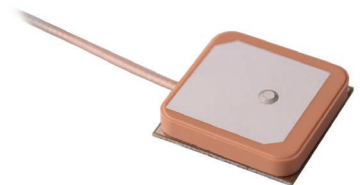


RFMW announced sales support for the S-Series "Test Bench in a Box" from Elite RF. The S-Series is a general-purpose, all-inclusive RF test bench in one enclosure. The RF equipment built into the S-series can be used "stand-alone" or with other external equipment. A compact and cost-effective alternative to bulky and expensive test equipment has been the dream of many RF engineers. Elite RF developed the S-Series, multi-purpose test equipment product, to be a workhorse with development goals to be as versatile as possible, have a small footprint and yet remain affordable compared to the typical RF test equipment on the market. With the goals met, the standard line S-series RF test equipment is an all-in-one, cost-effective piece of equipment that incorporates a Spectrum Analyzer, RF Tracking Generator, Dual Signal Generator, RF Power Amplifier, 4 Channel Scope, and RF Power Meter. Multiple configurations are available depending on frequency range and required functionality.

For example, the model SPA1241 includes a 100 kHz to 12.4 GHz Spectrum Analy-

zer, a 100 kHz to 12.4 GHz RF Tracking Generator, a 54 MHz to 13.6 GHz Dual Signal Generator, a 100 MHz to 18 GHz RF/1 W Power Amplifier, a 200 MHz 4 Channel Scope and a 10 MHz to 12.5 GHz RF Power Meter.

CE Approved Active GPS Antenna Module



RFMW announced design and sales support for Unictron (formerly SANAV) antenna modules. The Unictron AM-25 is a small form factor, Active GPS Antenna module, with full CE approval for use within the European Market for L1 applications. The high gain (28 dB) antenna assembly operates from a 2.5 V supply and contains passive filtering for improved selectivity. With a 1.5 dB noise figure and excellent gain performance almost to the horizon, The AM-25 will provide the user with coverage within foliage or urban canyon environments. CE certification approval offers an ideal solution for the designer who is in a hurry and requires the security that his product will meet the emissions standards required by the market. Customer specific cable lengths and connector options are available upon request.

4 W High-Efficiency Amplifier serves Small Cells



RFMW announced design and sales support for a high efficiency amplifier from Qorvo. The QPA9940 power amplifier supports small cells operating in the 2.3 to 2.4 GHz frequency range with up to 36 dBm P3dB and 34 dB of gain. DPD corrected ACPR is -50 dBc at 28 dBm output power. Drawing 100 mA from a 5 volt supply, the QPA9940 also supports DAS and mMIMO systems. Internally matched to 50 ohms at both input and output, it is offered in a 5 x 5 mm, SMT package.

■ **RFMW**
www.rfmw.com

Leistungsfähiger Lownoise-Amplifier



Mit dem neuen ASL16C Low-noise Automotive Amplifier erhalten Anwender einen extrem zuverlässigen Verstärker für FM-, DAB-, DVB-, CMMB-Antennen im Automotive-Sektor. Dabei zeichnet sich der ASL16C vor allem durch seine hohe Linearität aus und zeigt sich äußerst rauscharm.

Außerdem erreicht er bei 470 MHz einen Gewinn von 16,4 dB (maximaler Gewinn 16,7 dB bei 170 MHz). Darüber hinaus erreicht der ASL16C bei 470 MHz einen sehr guten OIP3 von 36,5 dBm und einen P1dB von 20 dBm. Seine mittlere Zeitspanne bis zum ersten Ausfall beträgt respek-

table über 100 Jahre und sein Rauschfaktor liegt bei lediglich 1,5 dB.

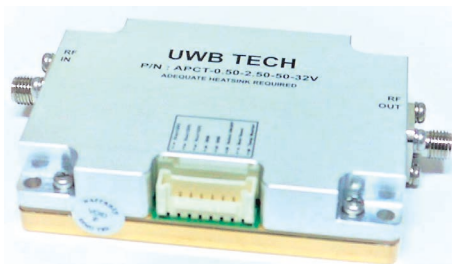
Seine geringe Stromaufnahme von nur 68 mA und die sehr guten genannten Werte machen ihn zu einer hervorragenden Wahl für Ihre nächste Automotive-Applikation. Der ASL16C ist dank seines kompakten, sta-

bilen Formfaktors sowie durch seine Top-Werte nahezu ideal für den langlebigen Einsatz im Automobilbereich geeignet.

Technische Daten und Features:

- Frequency: 470 MHz
 - Gain: 16,4 dB
 - S11: -15 dB
 - S22: -15 dB
 - Noise Figure: 1,5 dB
 - OIP3: 36,5 dBm
 - P1dB: 20 dBm
 - Current: 68 mA
 - Device Voltage: 5 V
- CompoTEK GmbH
www.compotek.de

GaN-Ultrabreitband-Leistungsverstärker für 500 bis 2500 MHz



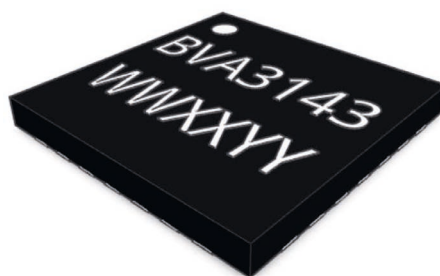
Der leistungsstarke Ultrabreitband-GaN-HF-Verstärker UWBTECH-APCT-0.50-2.50-50-32 V ist ein Best-in-Class Verstärker. Er arbeitet von 500 bis 2500 MHz und ist nahezu ideal für kommerzielle Breitband-Plattformen sowie für militärische Anwendungen geeignet, da er robust ist und eine hohe Leistung über eine ultraweite Bandbreite liefert.

Die Betriebstemperatur dieses Verstärkers reicht von -20 bis +80 °C. Seine Abmessungen betragen 72 (B) x 50,8 (L) x 16,6 (H) in mm mit SMA-Buchse am HF-Eingang und N-Typ-Buchse am HF-Ausgang. Dieser Verstärker hat eine Sättigungslei-

stung von mindestens 45 dBm und typisch 47 dBm, er bietet eine minimale Leistungsverstärkung von 36 dB und typische 38 dB mit einem typischen flachen Verlauf der Leistungsverstärkung von ± 10 dB. Der Ruhestrom in Klasse-AB-Betrieb beträgt typischerweise 1,2 A bei Verwendung einer 32-V-Versorgung.

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

Digital gesteuerter Medium-Power-Verstärker für 3,3...3.8 GHz



Der von Globes vertriebene BeRex BVA3143 ist ein digital gesteuerter Verstär-

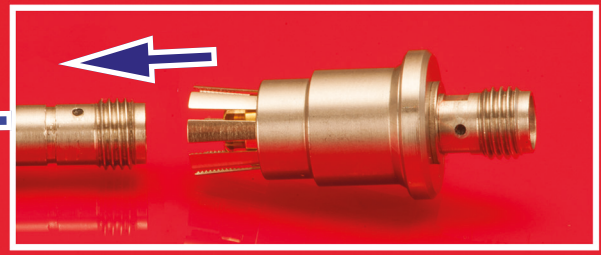
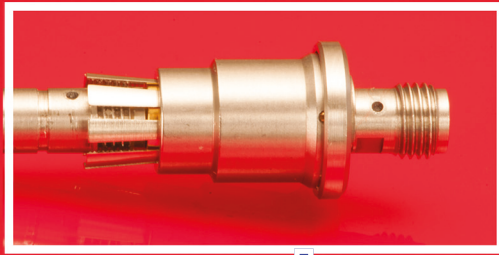
ker mit variabler Verstärkung mit einem 6 x 6 mm großen LGA-Gehäuse. Der Einsatzfrequenzbereich reicht von 3,3 bis 3,8 GHz, als Betriebsspannung genügen 5 V.

Der BVA3143 ist durch seine hohe Leistung von bis zu 40 dBm bei 3,55 GHz und seinen großen Dynamikbereich nahezu ideal geeignet für den Einsatz in drahtloser 5G/LTE-Infrastruktur und anderen drahtlosen Hochleistungs-HF-Anwendungen. Er vereint in einem Gehäuse ein digitales siebenstufiges Hochleistungs-Dämpfungsglied mit einem Dämpfungsbereich bis zu 31,75 dB in 0,25-dB-Schritten und einen Breitbandverstärker, bestehend aus drei Verstärkerblöcken.

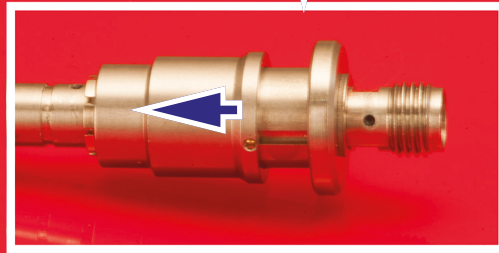
Die Programmierung des Dämpfungsglieds erfolgt über eine serielle Schnittstelle; diese erlaubt auch das Auslesen der Statusmeldungen. Die Implementierung erfordert nur wenige externe Komponenten, wie z.B. Trennkondensatoren an den Eingangs- und Ausgangspins. Ein externer DC-Blockkondensator ist nicht erforderlich.

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

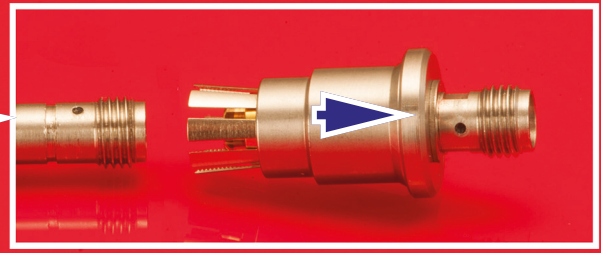
SMA Push-On auf die SMA Buchse aufstecken



verriegeln



Verriegelung zurück



Buchse ist wieder frei

**SMA
Push-ON,
....aber
jetzt...**



verriegelbar

= 8019-SM21-02



Spectrum

Elektrotechnik GmbH

wenn Qualität benötigt wird

80905 München

Telefon: 089-3548-040

www.spectrum-et.com *

Postfach 450533

Fax: 089-3548-0490

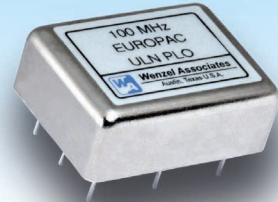
Email: sales@spectrum-et.com

QUARZSZILLATOREN.

“Quietly the Best”

100 MHz EUROPAC PHASE LOCK OSCILLATOR

- Europac Case: 1.44" (36.576 mm) x 1.13" (28.702 mm) x 0.5" (12.7 mm)
- Ultra Low Noise: -178 dBc/Hz (100 kHz offset)
- Temperature Stability: ± 250 ppm, -20 to +70°C
- Low Power Consumption: ≤ 1.2 Watts, steady state
- Locks to 10 MHz Sine (-5 to +15 dBm) or LVTTTL (3.3V); ≤ 10 Hz LBW



10 MHz QRb Sync – LOW PHASE NOISE RUBIDIUM + OCXO CLOCK

- Case Size: 6" (152.4 mm) x 5.7" (144.78 mm) x 1.1" (27.94 mm)
- Locks to 1 PPS Input; GPS/GNSS Disciplining Technology
- Low Phase Noise: -165 dBc/Hz (10 kHz offset)
- Excellent Stability: ≤ 5 E-11/month; ≤ 1 E-10, 0 to +50°C
- Low G-Sensitivity: to 1 E-10/g per axis
- Internal Vibration Isolation Options: for ~ 5 E-12/g @ 2 kHz offset



5, 10 & 100 MHz LOW NOISE FREQUENCY STANDARD – W2U

- Standard 19" (482.6 mm) RETMA Rack Mount, 2U (3.5", 88.9 mm), 17" (431.8 mm) depth, max
- (3) 5 MHz, -174 dBc/Hz; (3) 10 MHz, -169 dBc/Hz; (3) 100 MHz, -174 dBc/Hz
- Locks to External 5 MHz or 10 MHz Reference
- CE, RCM, RoHS 9/10 Compliant



Weitere Informationen erhalten Sie über →

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



GLOBES 
a  millexia company
 hf-welt@globes.de
www.globes.de