

Sonderheft

hf-praxis

Einkaufsführer 2022/2023



microwave amps

IE INDUSTRIAL
ELECTRONICS GMBH

PERFORM BETTER. TDEMI® TECHNOLOGY for a smarter world.



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



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

gauss-instruments.com

Für eine Energiewende in den Laboren!



Dr.-Ing. Stephan Braun
Gauss Instruments International GmbH

Wie kann unsere Energieversorgung unter den veränderten Bedingungen möglichst nachhaltig, ökologisch und unabhängig erfolgen?

Da gibt es verschiedene Ansatzpunkte. Derzeit wird versucht, eine Energiewende durch Verordnungen herbeizuzwingen. Dies ist bedenklich, da diese Verordnungen ideologisch basieren und weitgehend einen Widerspruch zur Physik darstellen.

Zielführender ist es, durch technische Innovationen in jedem Bereich nachhaltiger Energie zu erzeugen und Energie zu sparen. In den 80er Jahren haben die Bürger in Schöna (Schwarzwald) gegen die Monopolstellung der großen Energiekonzerne ihr eigenes Energieunternehmen gegründet. Das liefert seitdem Strom aus erneuerbaren Energien. Die kWh ist sogar günstiger als konventioneller Strom aus russischem Gas oder Atomstrom. Dieses Beispiel zeigt, dass eine Energiewende dann stattfindet, wenn Hürden für Gründer beseitigt werden und innovative Ideen einfach umgesetzt werden (können). Dies kann aber ganz allgemein stattfinden, beispielsweise bei moderner Messtechnik.

In den letzten Jahren wurden im Bereich der EMV- und Funkmesstechnik neben der Digitalisierung der Messtechnik auch die

Energieeffizienz verbessert. So ist es heute möglich, mit einem portablen Full-Compliance-Empfänger eine Scan-Zeit von 5 s für eine bestimmte Messung zu erreichen, während die gleiche Messung vor vielen Jahren noch mehrere Stunden dauerte. Auch der Energieverbrauch der Messtechnik konnte durch moderne Technologie um den Faktor 10 reduziert werden. Die geringere Abwärme führt zusätzlich zu einer längeren Lebensdauer. Für die Fertigung dieser Geräte wird regenerative Energie aus Schöna verwendet.

Mit solchen Innovationen leistet auch der Bereich der HF-Messtechnik sowie der EMV-Messtechnik einen Beitrag zur Energiewende. Eine Energiewende, die darauf basiert, dass Produkte eingesetzt werden, welche Energie sparen, CO₂-neutral hergestellt sind und einen wirtschaftlichen Vorteil für den Kunden bieten, benötigen keine aufwendigen bürokratischen Verordnungen, um zum Einsatz zu kommen. Wirtschaftliche Vorteile durch verkürzte Testzeiten, Energieeinsparung, verbunden mit dem weiteren Vorteil, dass der Einsatz in einer existierenden Laborumgebung mit geringem Aufwand erfolgen kann, sind der Schlüssel, um eine Energiewende in Laboren stattfinden zu lassen.

municom[®]
Technische Beratung und Distribution

Bauelemente für die
Hochfrequenztechnik,
Opto- und
Industrieelektronik
sowie **Hochfrequenz-**
Messgeräte



www.municom.de

municom Vertriebs GmbH
Traunstein · München

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



Rubriken in diesem Heft:

Editorial.....	3
Inhalt/Impressum.....	4
Titelstory.....	6
Grundlagen.....	10
Messtechnik.....	24
Antennen.....	28
Kommunikation.....	33
Löt- und Verbindungstechnik.....	36
Index.....	40
Produkte und Lieferanten.....	42
Wer vertritt Wen.....	72
Firmenverzeichnis.....	85

hf-praxis Einkaufsführer 2022/2023

- 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:
jährlich
- 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.

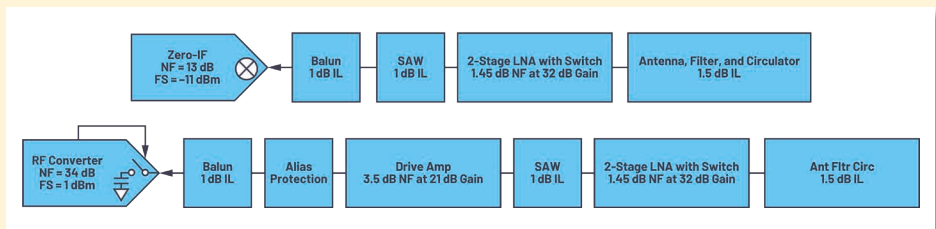
Dies berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten sind und von jedermann ohne Kennzeichnung verwendet werden dürfen.



Zum Titelbild:

Neue Verstärker für X-Band, HF-Systemtests und die Hochenergiephysik

Der Artikel stellt frisch auf den Markt gekommene Verstärker für teils außergewöhnliche Anwendungen näher vor. Den Anfang macht eine neue Generation von Klystron-Treiberverstärkern für X-Band-LINACS. **6**



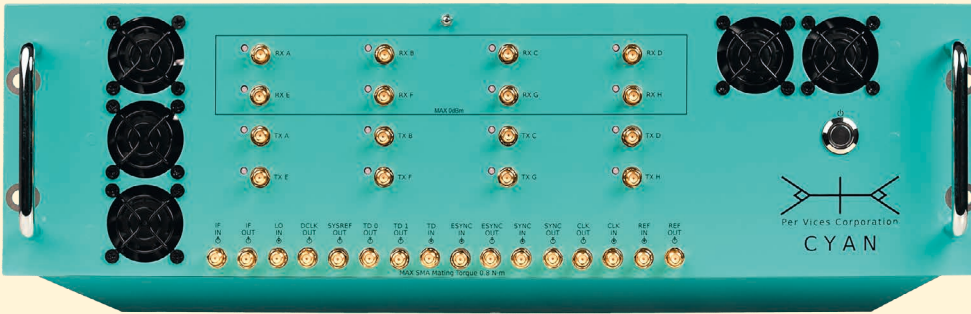
Empfängerkonzepte: HF-Abtastung vs. Zero-ZF

Der wachsenden Nachfrage nach drahtlosen Diensten müssen Designer mit der richtigen Empfängerarchitektur begegnen. Dieser Artikel untersucht und vergleicht zwei gängige Spielarten. **10**



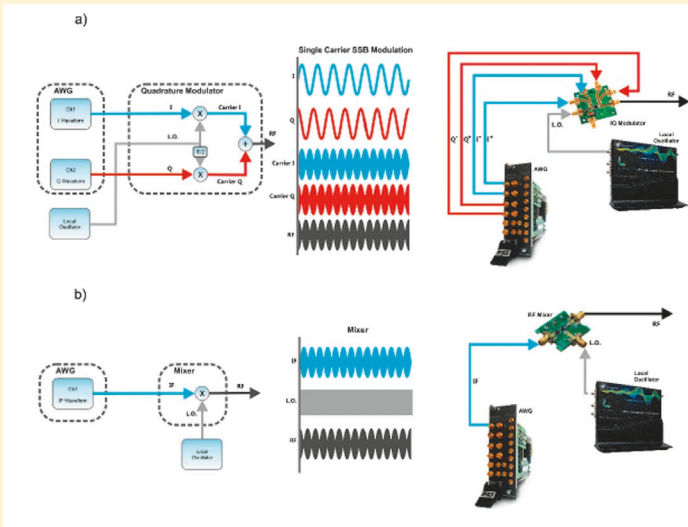
Welcher Filtertyp ist der richtige für meine Anwendung?

Hochfrequenz- und Mikrowellengeräte haben sich schnell weiterentwickelt, um höhere Frequenzen und Leistungen in kleineren und leichteren Gehäusen zu geringeren Kosten zu nutzen. HF-Filter sind notwendig, um unerwünschte Signale in Geräten für die drahtlose Kommunikation, wie Satelliten-, Radar- und Rundfunkanwendungen, sowohl in Sende- als auch in Empfangsmodulen zu blockieren. Doch welches Filter ist das richtige für Ihre künftige Anwendung? **16**



SDR und GPS/GNSS – ein überzeugendes Konzept

Dieser Artikel befasst sich mit GPS/GNSS und damit, wie SDR hier vorteilhaft eingesetzt werden kann. Es wird erörtert, wie SDR die Funkkommunikationsfähigkeiten von GPS und GNSS bereitstellen und genutzt werden. **20**



Signalerzeugung und -erfassung direkt im Mikrowellenbereich

Der Beitrag beschreibt zeitgemäße Verfahren für die Erzeugung und Erfassung von Signalen im Mikrowellenbereich. **24**

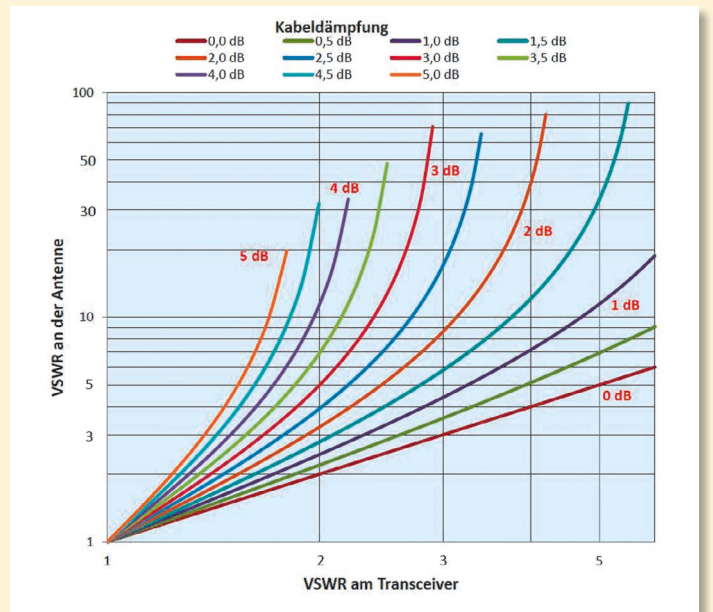
Der Aufstieg von Single-Pair Ethernet im IIoT

Ethernet ist das Backbone-Netzwerk der Wahl, um die operative Technologie mit der Informationstechnologie zu verbinden. Besonders Single-Pair Ethernet hat Vorteile und Vorzüge. **33**



Selektivlöten lohnt sich auch bei kleinen Stückzahlen

Das maschinelle Selektivlöten ist ein in der Industrie lange etablierter Prozess. Der Artikel informiert rund um das Thema und bringt den Leser auf den neusten Stand. **36**

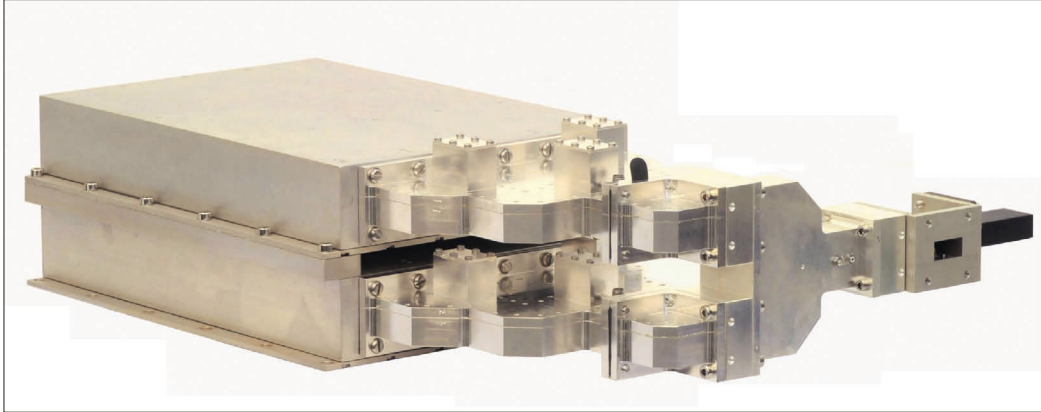


Antennenanpassung ohne Formeln erklärt

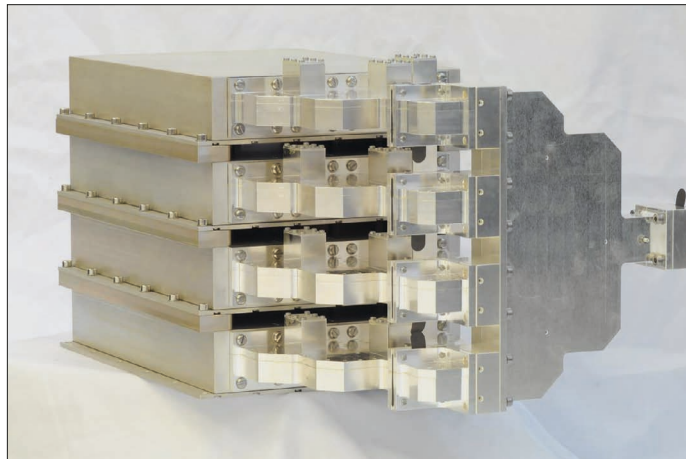
Das SWR gilt als „das“ Qualitätskriterium für ein Antennenspeisesystem. Doch lauern hier Denkfallen und Verständnis-klippen, die zu Fehlinterpretationen führen können. **28**

Neue Verstärker für X-Band, HF-Systemtests und die Hochenergiephysik

Der Artikel stellt frisch auf den Markt gekommene Verstärker für teils außergewöhnliche Anwendungen näher vor.



AM61 – 800-W-X-Band-Klystron-Treiberverstärker



AM61 – 1,4-kW-X-Band-Treiberverstärker

Den Anfang macht eine neue Generation von Klystron-Treiberverstärkern für X-Band-LINACS. Ein Linearbeschleuniger oder LINAC (Linear Accelerator) ist ein Teilchenbeschleuniger, der beispielsweise Elektronen, Positronen oder Ionen in gerader Linie beschleunigt. Der hier u.a. beschriebene 1,3-kW-X-Band-Klystron-Treiber arbeitet bei 11,4 und 11,998 GHz und wurde entwickelt, um ältere röhrenbasierte Verstärker zu ersetzen. Seit den 1930er Jahren erforschen Wissenschaftler Möglichkeiten zur Beschleunigung von Teilchen, um deren

Struktur und Verhalten zu untersuchen. Im Zuge der technologischen Entwicklung wurden höhere Beschleunigungsgradienten eingesetzt, um die Grenzen dessen zu erweitern, was in Einrichtungen auf der ganzen Welt erreicht werden kann.

Microwave Amps stellt seit vielen Jahren Festkörperverstärker für diesen Zweck her. Anfänglich bei 1,3 und 3 GHz (L- und S-Bänder) und in den letzten Jahren auch im C- und X-Band. Der hier beschriebene 1,3 kW X-Band-Klystron-Treiber arbeitet bei 11,4 und 11,998 GHz und wurde entwickelt, um ältere röhrenbasierte Verstärker zu ersetzen.

In einer Wanderfeldröhre (Travelling Wave Tube, TWT) werden elektrische Signale verstärkt, indem freie Elektronen einen Teil ihrer Bewegungsenergie abgeben. TWTs wurden traditionell verwendet, um HF-Leistungen in kW-Größen zu erreichen, aber die neusten Entwicklungen in der Halbleitertechnologie haben es möglich gemacht, dass diese Leistungen mit Festkörper-Halbleitern erreicht werden können,



AM61 – 12-GHz-Module für 1,4 kW, eingebaut in 19-Zoll-Instrumentenchassis

Die Autoren:
Neil Richardson,
Microwave Amps Ltd.
Wolfgang Uhlig,
Industrial Electronics GmbH
<https://ie4u.de/>

- Mehr als 40 000 verschiedene Produkte, die meisten davon sofort ab Lager verfügbar.
- Auf der Messgeräte-seite liegt der Fokus auf komplexen Systemen.
- Wir beraten Sie bei der Auswahl der für Ihre Applikation am besten passenden Produkte und bei der Definition kundenspezifischer Entwicklungen zusammen mit unseren Herstellern.

Weinschel ist jetzt APITech

Fixe und programmierbare Abschwächer und Phasenschieber

Abschwächer und HF-Widerstände

Abschlusswiderstände bis 2 kW, Chipwiderstände bis 60 GHz

Over-The-Air Messkammern

Für Bluetooth, Wi-Fi, IoT, V2X und Mobilfunk

Mikrowellenverstärker und Subsysteme

Breitbandige rauscharme und Leistungs-Verstärker, auch für Space

Koppler und Leistungsteiler

SMD, Drop-In und koaxiale Produkte

Isolatoren, Zirkulatoren, koaxiale Filter

Bandpassfilter und Multiplexer

Load-Pull und Rauschmesssysteme

Plus Kalibriersets, Messkabel, Messverstärker

Die größte Auswahl lagernder HF-Produkte

Mehr als 40 000 verschiedene Produkte auf Lager

GaAs und GaN MMICs und Transistoren

Plus SAW- und BAW-Filter, Front-End Module für IoT

3D-EM-Software und HF-Messtechnik

Für EMV, SAR (DASY), dielektrische Werte, gradiente Magnetfelder

M2M-Module für alle Mobilfunk-Standards

Kombimodule mit Bluetooth, GNSS, Wi-Fi

Original LMR®-Kabel, Messkabel bis 110 GHz

PIM-arme, phasenstabile, SiO₂- und andere Spezialkabel

Professionelle EMF-Meter, Sicherheitsmonitore

Tragbar oder fest installiert, DC bis 60 GHz, Kalibrierungen

 apitech™

 BARRY

 BLUETEST.se

 ERZIA

 Innovative Power Products

 JQL

 Maury Microwave

 PE PASTERNAK
an INFINITE brand

 QORVO®

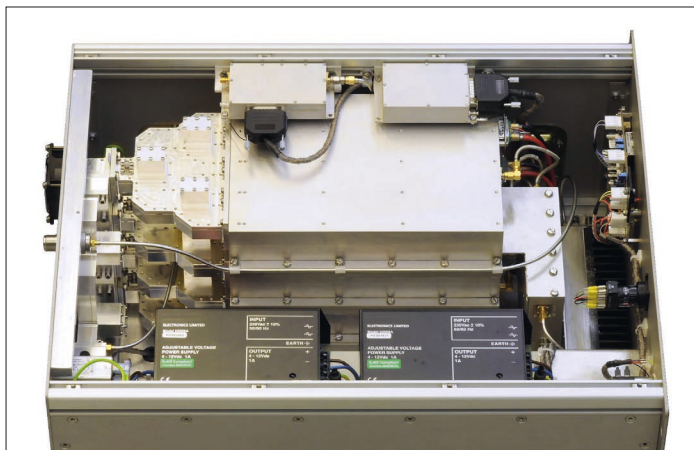
 speag

 Telit

 TIMES MICROWAVE SYSTEMS

 WAVECONTROL

Viele weitere Produkte finden Sie auf www.mrc-gigacomp.de



Blick ins Innere des Instrumentenchassis

die Vorteile in Bezug auf Kosten, Stabilität, Lebensdauer, Sicherheit und Benutzerfreundlichkeit bieten.

Die aktuell wichtigsten Technologien

sind LDMOS für Produkte unter 3 GHz und GaAs und GaN für höhere Frequenzen. Während LDMOS kontinuierlich weiterentwickelt wurde, um höhere Leistungsdichten für Kommunikationsmärkte zu erreichen, konnten GaAs-Bauelemente keine vergleichbare Leistung erzielen, sodass GaN nun für höhere Frequenzen eingesetzt wird. Diese Technologie hat gegenüber GaAs Vorteile in Bezug auf Bandbreite, Leistungsdichte, Effizienz und Kosten.

Die Entwicklung

des hier vorgestellten Verstärkers begann mit einem 400-W-Modell, das einen störenden 3-kW-TWT ersetzen sollte, der ein 6-MW-X-Band-Klystron antreibt. Vier 100-W-GaN-Transistoren wurden mithilfe von Stufenübergängen von Mikrostrips zu Hohlleitern kombiniert. Das Design erreichte die erforderliche Leistung, und in der Folge wurden Zwei- und Vierwege-Combiner entwickelt, um mehrere Leistungsmodule zu kombinieren.

Die Leistungsmodule können dann kombiniert werden, um 800 W oder 1,3 kW zu erreichen, was für eine Reihe von verfügbaren X-Band-Klystrons

geeignet ist. Die Module werden mit einer 50-V-Spannungsversorgung betrieben, die auf den zu verwendenden Arbeitszyklus abgestimmt ist, und bei Bedarf entsprechend gekühlt. Die Einschaltdauer kann bis zu 10% betragen, mit einer maximalen Impulsbreite von 100 μ s.

Ein weiterer Vorteil dieser Verstärker ist die deutlich verbesserte Stabilität von Phase und Amplitude sowohl innerhalb eines Impulses als auch von Impuls zu Impuls.

Besondere Aufmerksamkeit

muss der Gate- und Drain-Entkopplung der RF-Transistoren gewidmet werden, um sowohl schnelle Anstiegszeiten als auch einen minimalen Abfall zu erreichen, sodass ein optimaler Flat-Top erzielt wird.

Die besten Ergebnisse

werden erreicht, wenn der Verstärker in die Sättigung getrieben wird, wobei die Messwerte im Bereich von 0,02° RMS Peak to Peak liegen. Diese Art von Stabilität ist für den Teilchenstrahl von entscheidender Bedeutung, da kleine Schwankungen oder Jitter in der HF-Energie dazu führen können, dass der Strahl unscharf wird. Dies ist vor allem dann der Fall, wenn Elektronen beschleunigt werden, da sie wesentlich leichter sind als Protonen.

Die AM61-Verstärker

sind als Leistungsmodule erhältlich, werden aber in der Regel in einem 19-Zoll-Einschubgehäuse mit einer Reihe von Schutzschaltungen, Steuer- und Überwa-

chungsfunktionen untergebracht und mit Netzstrom versorgt. Kundenspezifische Konfigurationen und Benutzerspezifikationen sind in weitem Umfang möglich.

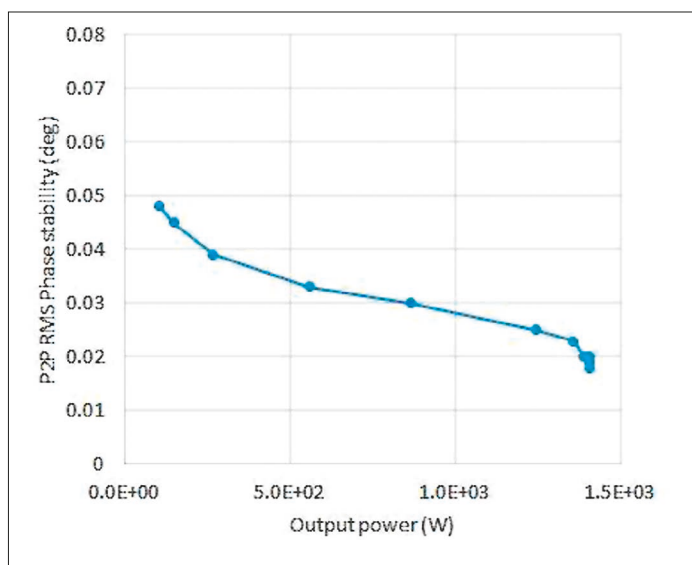
Die AM61-Verstärker in verschiedenen Leistungsstufen sind inzwischen in vielen Einrichtungen auf der ganzen Welt im Einsatz und bieten einen störungsfreien Betrieb bei minimalem technischen Aufwand.

Eine weitere Entwicklung

von SSPA-Leistungsverstärkern im Bereich um 3,9 GHz durch Microwave Amps Ltd. hat folgenden Hintergrund: Bei 3,9 GHz finden sich nicht viele Lösungen im Hochleistungsbe- reich am Markt. Die Kundenfor- derungen betrafen sowohl CW-Anwendungen wie auch Pulsanwendungen für diesen Frequenzbereich. Ergo wurde eine Plattform entwickelt, auf der beide Forderungen tech- nisch realisiert werden können. Es entstand eine Verstärkervari- ante für CW-Anwendungen für Leistungstests an HF-Strukturen.



Darstellung des Flat-Top-Pulsverhalten



Phasenverhalten über Leistung

Dieser Klasse-AB-Verstärker

ist auf dauerhafte Bereitstellung von hoher Leistung von max. 1 kW bei einer Frequenz von 3,9 GHz ausgelegt. Der Verstärker ist für den CW-Betrieb vorgesehen und kann somit vom Anwender auch als Pulsverstärker eingesetzt werden. Hierbei werden die Spezifikationen/technischen Grenzen für das Pulsverhalten

durch die bei diesem Aufbau verwendeten diskreten Bauelemente und deren Belastbarkeit bestimmt.

Das Kühlkonzept ist selbstverständlich auf die hohen Leistungen ausgelegt – sowohl Luft wie auch Flüssigkeitskühlung sind möglich. Die Spannungsversorgung erfolgt nach Kundenvorgabe. Eine Verstärkervariante

eignet sich speziell als reiner Pulsverstärker für den Betrieb bei einem sehr geringen Duty-Cycle bei 3,9 GHz. Für diesen Verstärker wurden extreme Anforderungen an die Pulseigenschaften verlangt. Durch Modifikation des Grund-Design mit anderen Komponenten, einer speziellen Ansteuerungstechnik für die Pulsvoreinstellungen wird ein Puls mit steilen Anstiegsflanken, ein flacher Pulsverlauf über die Pulsdauer (Flat-Top) sowie ein scharfer Abfall erreicht.

Eine weitere Besonderheit: Aus fünf dieser Module entstand nach Kombination der Ausgänge ein 5-kW-Pulsverstärker.

Dies ist nur ein weiteres Beispiel der vielfältigen Lösungen für die Anforderungen des Marktes für Transistor-Hochleistungsverstärker für die HF- und Mikrowellen-Community.

Anwender profitieren

von der Modifizierbarkeit dieser Designplattform-Verstärkerfamilien. Der Vorteil liegt in der Vielfalt von modularen, skalierbaren Typfamilien, die für Lösungen

über einen Frequenzbereich von 200 MHz bis 20 GHz in den letzten 25 Jahren entwickelt wurden. Der Anwender kann schnell aus einer Matrixdarstellung der verschiedenen Verstärkerfamilien grob den Typ eingrenzen bzw. abschätzen, der seine Bedürfnisse erfüllen kann.

Nach Beistellen der Spezifikation seiner speziellen technischen Anforderungen wirkt sich dann für die Herstellung des „kundenspezifischen“ Verstärkers die hohe Individualisierbarkeit des Plattformmodells aus.

Die Skalierung

der elektrischen Eigenschaften ist leicht möglich in Richtung folgender Parameter:

- exakte Arbeitsfrequenz – schmal- oder breitbandig
- Leistung
- Verstärkung
- Signalverhalten

Im Prinzip sind auch alle sonstigen gewünschten beeinflussbaren Parameter skalierbar. Hierzu gehört die Integration der modularen mechanischen Optionen wie:

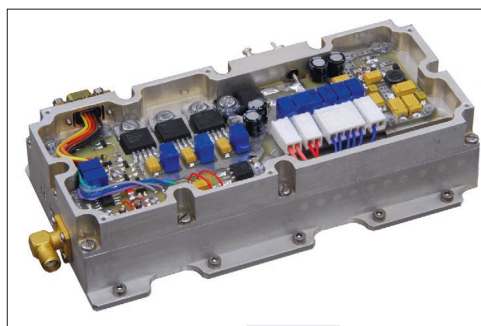
- Kühltechnik
- Anschluss-/Verbindungstechnik
- Versorgungsspannungen
- Bauformen/Verpackungen

Weitere Vorteile

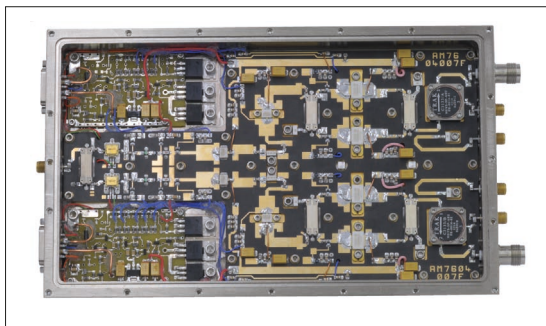
bietet die modulare Struktur, wenn in Kundensystemen Gruppen von Verstärkern für unterschiedliche Aufgaben jedoch mit gleichem Formfaktor und Abmessungen verbaut sind.

Ändern sich plötzlich beim Anwender technische Anforderungen in Systemen, brauchen mit diesem Konzept nur die Verstärker ausgetauscht zu werden, die für die neue Anwendung geforderten abweichenden Eigenschaften besitzen müssen.

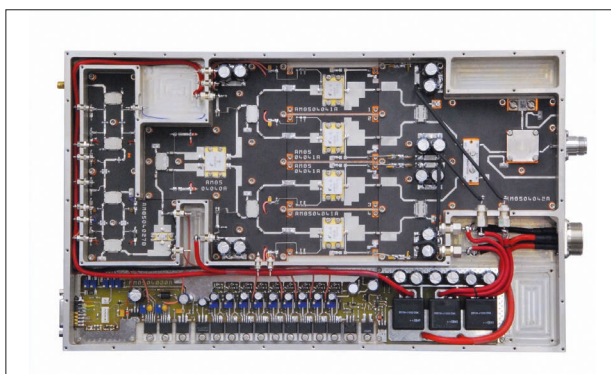
Die Webseite www.maltd.com hält detailliertere Informationen über Verstärker bereit. ◀



Verstärker AM75 und AM76

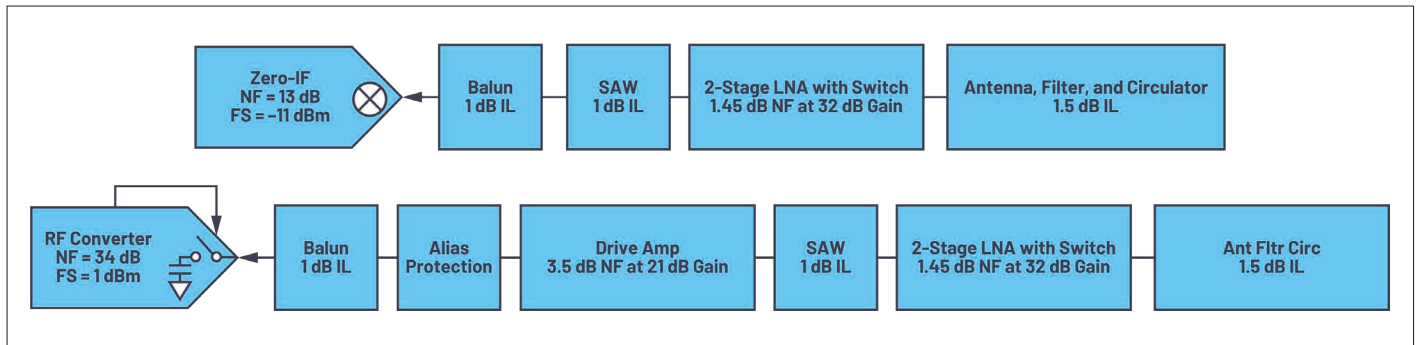


Verstärker AM81-50 und AM85 1 kW



Empfängerkonzepte: HF-Abtastung vs. Zero-ZF

Der wachsenden Nachfrage nach drahtlosen Diensten müssen Designer mit der richtigen Empfängerarchitektur begegnen. Dieser Artikel untersucht und vergleicht zwei gängige Spielarten.



Als die Drahtlos-Revolution vor etwa 30 Jahren begann, gab es nur eine Handvoll von Frequenzbändern – meist unterhalb von 900 MHz – und in der Regel ein Band pro Land. Heute gibt es 49 Bänder weltweit allein für 5G NR, mmW-Zuweisungen nicht mitgezählt. Der größte Teil liegt über 2,1 GHz, wobei Gebiete von 500 MHz (n78), 775 MHz (n46), 900 MHz (n77) und sogar 1200 MHz (n96) umfasst werden. Eine der größten Herausforderungen besteht hier darin, die Empfängerleistung bei Vorhandensein von Blockern in den alten Bändern zu gewährleisten. Dies ist besonders kritisch für Breitband-Funkgeräte.

Empfänger-Designs, HF-Schutz und Selektivität

Eine der wichtigsten Herausforderungen bei der Entwicklung eines Empfängers ist der Schutz vor unerwünschten Signalen. Zunächst bemühte man dazu die Brute-Force-Filterung und später verschiedene Heterodyning-Techniken mit verteilter Filterung. Im Laufe der Jahre wurden drei wichtige Architekturen entwickelt, um diese Herausforderungen zu bewältigen:

- direkte Umwandlung (Zero-ZF)
- Superheterodyn (ZF)
- direkte HF-Abtastung

Das ZF-Sampling ist zwar populär ist, aber nicht Schwerpunkt dieses Artikels. Stattdessen liegt der Schwerpunkt auf dem Ver-

gleich von HF-Sampling und Zero-ZF, denn das sind die progressivsten Implementierungen in der drahtlosen Domäne. Jede Technik verlangt unterschiedliche technische Kompromisse und hat unterschiedliche Auswirkungen auf die umgebenden Schaltungen. Dazu gehören die Methode der Frequenzumsetzung, die Höhe der HF- und Basisband-Verstärkung, der Umgang mit HF-Bildern und die Art und Weise, wie und wo Filterung implementiert wird (vgl. Tabelle 2 im Originalbeitrag).

Verstärkungsverteilung und Verlustleistung

HF-Sampling und Zero-ZF unterscheiden sich wesentlich in ihrer Verstärkungsverteilung. Das ergibt sich allein schon aus den ganz verschiedenen Architekturen. Im Aufmacher oben die typische zero-ZF-Struktur und unten die typische HF-Sampling-Struktur. Wie zu erkennen, hat das HF-Sampling die gesamte Verstärkung im HF-Bereich, da alle Frequenzen im Gerät konstant bleiben, während das Signal verarbeitet wird. Bei der Zero-ZF-Architektur hingegen liegt nur ein Teil der Verstärkung bei der HF und der Rest der Verstärkung liegt nach der Frequenzumsetzung im Basisband.

Beide Architekturen sind mit Kompromissen verbunden. Etwa erfordert die Verstärkung bei höheren Frequenzen mehr Versorgungsleistung als bei

niedrigeren Frequenzen, insbesondere wenn die Signale immer größer werden. Signalkette. Das bedeutet, dass eine HF-Sampling-Architektur mehr Leistung im linearen HF-Teil als einer Zero-IF-Architektur, bei der ein erheblicher Teil der Verstärkung nahe 0 Hz erfolgt, aufnimmt.

Die Herausforderung bei der HF-Abtastung besteht in der Notwendigkeit eines Abtastkondensators, der sowohl bei hoher Frequenz als auch bei relativ hoher Spannung gut funktioniert. Im Gegensatz dazu ist ein Zero-ZF-Eingang ein simpler Summierknoten eines Basisbandverstärkers für die Verstärkung, die Isolierung des Knotens vom HF-Signal und die erforderliche HF-Ansteuerung. Dies hat tiefgreifende Auswirkungen auf die Leistungsaufnahme im linearen HF-Abschnitt. Die gesamte HF-Verlustleistung liegt zwischen 25% und 50% zugunsten von Zero-IF-Architekturen durch den Wegfall einer dritten HF-Verstärkungsstufe und der geringeren Ströme, die für die Basisbandgegenüber der HF-Verstärkung erforderlich sind.

Zur linearen Leistung kommt noch die mit dem Digitalisierer verbundene Leistung hinzu. Bei Zero-ZF-Wandlern wird nur die erforderliche Bandbreite digitalisiert. Bei der HF-Abtastung wird nicht nur eine große HF-Bandbreite digitalisiert, sondern die Abtastrate geht weit über die

Quelle:
Radio Architecture Matters:
A Review of RF Sampling vs.
Zero-IF
by Brad Brannon, System
Applications Engineering
Director, Analog Devices
leicht gekürzt

RF-LAMBDA

THE LEADER OF RF BROADBAND SOLUTIONS



Made in USA

BROADBAND SSPA SOLID STATE POWER AMPLIFIERS

WWW.RFLAMBDA.COM

0.1-22GHZ ULTRA BROADBAND SSPA

RFLUPA01M22GA
4W 0.1-22GHZ



RFLUPA0218GA
10W 2-18GHZ

EMC BENCHTOP POWER AMPLIFIER



140W 6-18GHZ
SOLID STATE BROADBAND

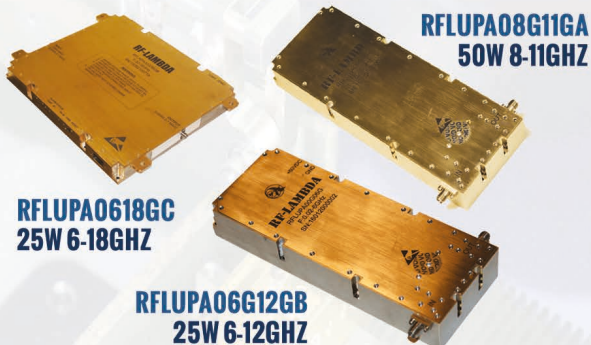
0.01-6GHZ VHF, UHF, L, S, C BAND

RFLUPA02G06GC
100W 2-6GHZ



RFLUPA0706GD
30W 0.7-6GHZ

6-18GHZ C, X, KU BAND



RFLUPA0618GC
25W 6-18GHZ

RFLUPA08G11GA
50W 8-11GHZ

RFLUPA06G12GB
25W 6-12GHZ

18-50GHZ K, KA, V BAND



RFLUPA18G47GC
2W 18-47GHZ

RFLUPA27G34GB
15W 27-34GHZ

RFLUPA28G42GA
2W 28-42GHZ

RFLUPA32G38GB
8W 32-38GHZ

BENCHTOP RF MICROWAVE SYSTEM POWER AMPLIFIER



RAMP00G06GA - 30W 0.01-6GHZ



RAMP39G48GA - 4W 39-48GHZ



RAMP01G22GA - 8W 1-22GHZ



RAMP27G34GA - 8W 27-34GHZ

www.rflambda.com
sales@rflambda.com

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

San Diego, CA, US
Carrollton, TX, US

Ottawa, ONT, Canada
Frankfurt, Germany

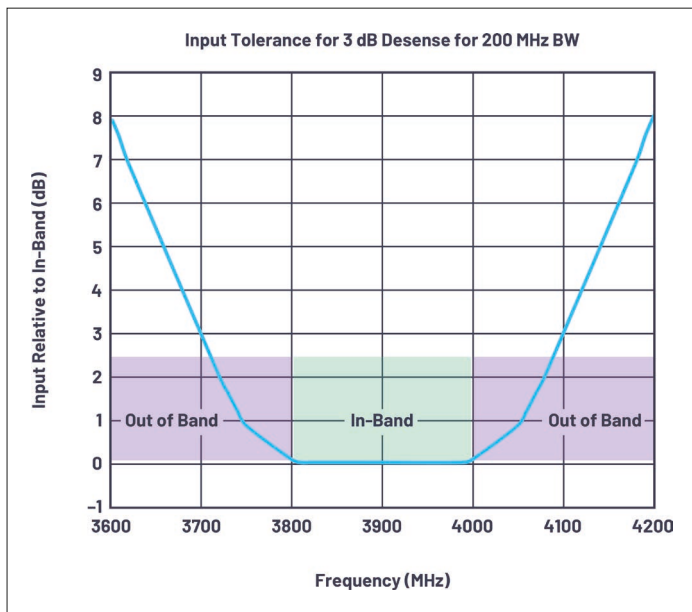


Bild 1: Ein Beispiel für die Auswirkungen der Onchip-Zero-ZF-Filterung

Nyquist-Anforderungen hinaus. Die genaue Leistungsaufnahme hängt vom Prozess ab, aber wenn sie auf demselben Prozess implementiert sind, verbrauchen HF-Wandler etwa 125% mehr Strom als Basisbandwandler für eine typische Einbandanwendung. Selbst wenn zwei Bänder digitalisiert werden, beträgt der Leistungsverlust immer noch mehr als 40%.

Spiegelfrequenzen und andere Störsignale

Bei diesen Optionen gibt es auch sekundäre Kompromisse. Zum Beispiel führt Zero-ZF zu LO-Leckagen und I/Q-Fehlanspassungen, während die HF-Abtastung Interleave-Spuren aufgrund von Fehlanspassungen innerhalb der Wandlerarchitektur sowie HF-Oberschwingungen im Wandler und abtastbedingte Jitter-Terme mit sich bringt. Die gute Nachricht ist, dass die meisten Spiegelungen und Störsignale mit verschiedenen Hintergrundalgorithmen unabhängig von der Architektur eliminierbar sind.

Die sehr unterschiedlichen Frequenzpläne der beiden Architekturen, wirken sich darauf aus, wie Aliasing gehandhabt wird und wie stark die (externe) HF-Filterung sein muss. Abgesehen

von der Architektur erzeugen alle Funkgeräte HF-Oberwellen und diese unterliegen dem Aliasing. HF-Abtast-Geräte nutzen Aliasing, um das gewünschte Signal herunterzukonvertieren, wenn es außerhalb der ersten Nyquist-Zone liegt. Allerdings stellen die unerwünschten Signale im Allgemeinen das Problem dar, da sie auf die gewünschten Signale fallen können, nachdem ein Aliasing durchgeführt wurde. Diesen Signalen muss man durch sorgfältige Frequenzplanung, durch aggressive HF-Filterung oder durch ausreichend hohe Abstraten begegnen, damit keine Aliasing-Produkte entstehen. Jedes dieser Verfahren ist jedoch mit schwierigen Kompromissen verbunden.

Zero-ZF-Architekturen übersetzen das Signal in das Basisband (nahe DC). HF-Oberwellen entstehen zwar, aber sie mischen sich in allen Fällen gut vom Basisband weg und werden durch die Tiefpässe der typischen Zero-ZF-Eingangsstruktur angemessen gefiltert. In ähnlicher Weise bleibt auch Aliasing durch die relativ hohen Abstraten des verwendeten Basisband-Samplers und die gleiche Eingangsstruktur ohne negative Auswirkungen.

Anforderungen an Zero-ZF-Filter

Ein leicht zu übersehendes Merkmal einer Zero-ZF-Architektur ist, dass der Basisband-Eingangsverstärker in der Regel als aktiver Tiefpass aufgebaut ist, was die Belastung durch das analoge Filter erheblich reduziert. Bei Verbindung mit der Onchip-Dezimationsfilterung fungiert er auch als programmierbares Kanalfilter, um Signale zu eliminieren, die näher an Nyquist-Kriterium liegen. Außerdem enthalten die Abtastvorrichtungen in Zero-ZF-Empfängern in der Regel eine Rückkopplung, die eine zusätzliche Unterdrückung von Außerbandsignalen bietet. Dies bedeutet, dass die Out-of-Band-Bereiche des Funkgeräts einen größeren Fullscale-Bereich haben als das In-Band. Wie in Bild 1 vereinfacht dargestellt, haben Zero-ZF-Funkgeräte von Natur aus eine gute Toleranz gegenüber Out-of-Band-Signalen. Bei dieser eingebauten Filterung geht es in erster Linie um den Schutz des HF-Frontends. Eine typische Konfiguration umfasst einen SAW-Filter zwischen der ersten und zweiten Stufe des LNAs für FDD und einige TDD. Bei einigen TDD-Anwendungen liegt das SAW-Filter hinter der zweiten Stufe (vgl. Aufmacher oben). Normalerweise bieten SAW-Filter eine Unterdrückung von etwa 25 dB außerhalb des

Bandes. Zusätzlich zum SAW-Filter ist ein Hohlraumfilter auf der Antennenseite des LNAs erforderlich, das gemeinsam mit dem Sender genutzt wird.

Ein typischer LNA hat einen Eingangs-1-dB-Kompressionspunkt von -12 dBm. Wenn die Out-of-Band-Anforderungen 16 dBm betragen, müssen diese Signale um etwa 10 dB (oder mehr) unterhalb des 1-dB-Kompressionspunkts des LNAs gefiltert werden. Dies entspricht einem Minimum von 38 dB Unterdrückung ($16 - (-12) + 10$). Einschließlich des SAW-Filters bedeutet dies eine Gesamtunterdrückung von 63 dB außerhalb des Bandes bezüglich des Eingangs des Zero-ZF-Systems. Unter der Annahme, dass die HF-Verstärkung nicht abfällt und unter Einbeziehung der gesamten Filterunterdrückung bis zum Eingang des Kerns beträgt der maximale Außerband-Signalpegel -20 dBm. Dieser Pegel liegt weit unter dem typischen Vollausschlag und wird durch die erläuterte Onchip-Filterung weiter gedämpft. Bei diesem Eingangspegel sind keine Störsignale zu erwarten.

Anforderungen an HF-Abtastfilter

Bei der Arbeit mit HF-Wandlern gibt es zwei Aspekte, die direkte Aufmerksamkeit für

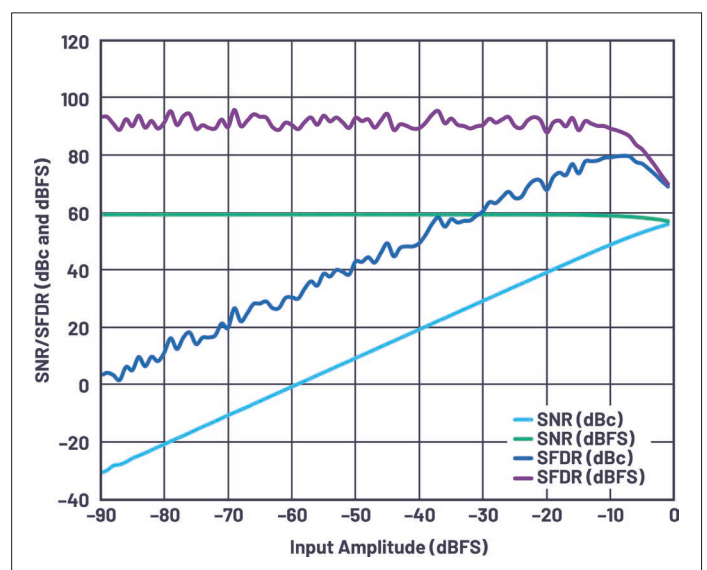


Bild 2: Ein Beispiel für einen Wandler mit Dither (Zittern, Schwanken)

RF-LAMBDA

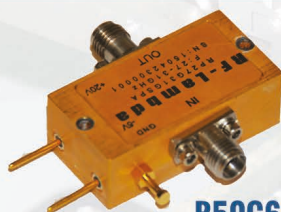
THE POWER BEYOND EXPECTATIONS

ITAR & ISO9001
Registered Manufacturer
Made in USA

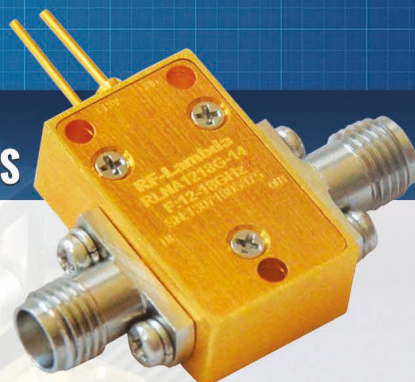


LEADER OF RF BROADBAND SOLUTIONS

ULTRA BROADBAND LOW NOISE AMPLIFIERS

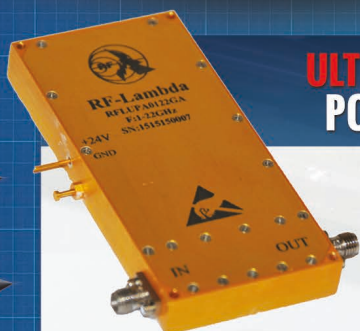


R50G69GSC
(50-69GHz LNA)

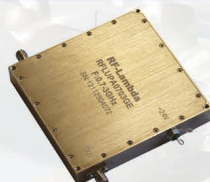


RLNA00M50GA
(0.01-50GHz LNA)

ULTRA BROADBAND POWER AMPLIFIERS



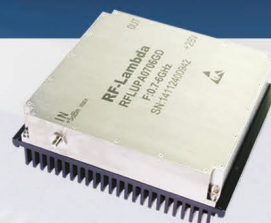
RFLUPA01G22GA
(1-22GHz 8W)



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

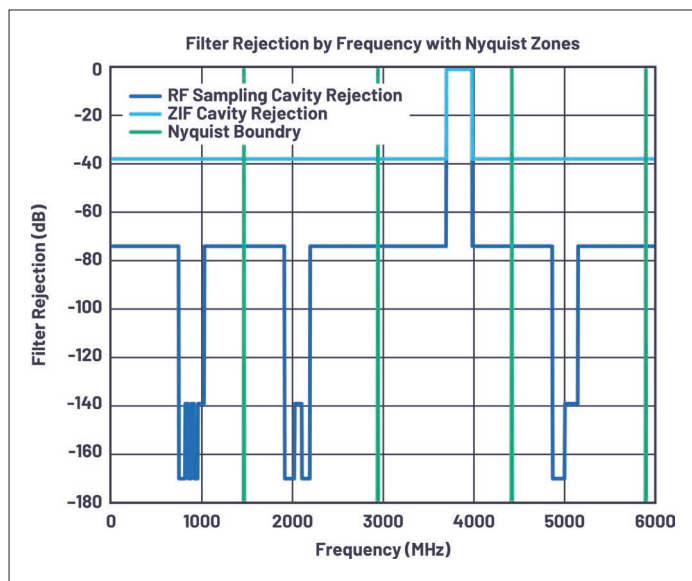


Bild 3: Anforderungen an die Cavity-Filter (Hohlraumfilter)

die Filterung erfordern. Erstens kann jedes Signal unabhängig vom Eingangspegel unerwünschte Störsignale erzeugen, die dieselbe Frequenz belegen können wie das gewünschte Signal.

Interleave-bezogene Störsignale werden durch Algorithmen behandelt, aber architektonische Störsignale sind zweitens ein anderes Problem, da sie unvorhersehbar sein können. Bei vielen älteren HF-Wandlern stellte

dies eine ständige Herausforderung für die Geräteleistung dar. Glücklicherweise verfügen viele neue Konverter über ein Hintergrund-Dithering in der einen oder anderen Form zur Abschwächung. Es werden relativ saubere SFDR Sweeps geliefert, wie in Bild 2 dargestellt.

Bemerkenswert an diesem Diagramm „SFDR vs. Eingangspegel“ ist, dass die ersten 15 dB eine Verschlechterung aufgrund der begrenzten Anstiegsrate im

Wandler zeigen, die typischerweise starke zweite und dritte Harmonische erzeugt, die reduziert werden müssen. Sobald der HF-Eingangspegel unter diesem Wert liegt, sind Oberschwingungen und architektonische Störimpulse in der Regel kein Problem mehr. Bei einem Skalenendwert von 1 dBm ist zu erwarten, dass die Störsignale deutlich zurückgehen. Bei einem Umwandlungsgewinn von 50 dB entspricht dies -64 dBm an der Antenne. Wenn der Eingang potenziell 16 dBm liefern kann, muss die HF-Filterung 80 dB oder mehr betragen.

Es gibt noch ein weiteres Problem bei aktuellen HF-Wandler-Architekturen, und das ist der Alias-Schutz. Aktuelle HF-Wandler basieren auf Kernen, die zwischen 3 GSPS und 6 GSPS arbeiten. Bei diesen niedrigen Raten ist es unmöglich, Aliasing-Terme ohne aggressive Filterung zu vermeiden, um die Auswirkungen von Aliasing abzuschwächen. Dieses Problem verschwindet erst bei Abtastraten im zweistelligen GHz-Bereich.

Eine vereinfachte Möglichkeit, die Auswirkungen von Aliasing auf die Filteranforderungen zu berücksichtigen, ist der Schutz

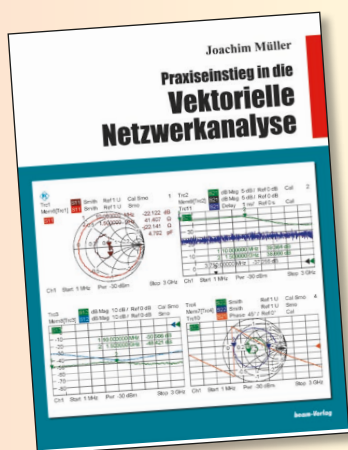
eines einzelnen Ressourcenelements vor der 16-dBm-Anforderung mithilfe von Co-Location. Das Ziel ist es, den Angreifer so weit zu unterdrücken, dass er so stark gefiltert wird, dass keine Störung auftritt.

Zusammenfassung

Bild 3 zeigt die Anforderungen an das Hohlraumfilter sowohl für die HF-Abtastung als auch für Zero-ZF. Da die HF-Abtast-Architektur zwei getrennte Anforderungen hat, wird die einschränkendste dominieren und ein realisierbares Filter müsste lediglich die 125 dB Unterdrückung bringen, um das gesamte Band abzudecken. Diese Filterung ist zwar ohne Weiteres verfügbar, doch sehr sperrig. Im Gegensatz zur Zero-ZF-Architektur, wo nur 40 dB Unterdrückung erforderlich sind, was eine erhebliche Gewichts- und Größensparnis bedeutet.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sowohl die Zero-ZF- als auch die HF-Sampling-Architektur außergewöhnliche Leistungsfähigkeit besitzen. Wenn es jedoch um die Optimierung von Kosten, Gewicht und Größe geht, hat die Zero-ZF-Architektur in mehrfacher Hinsicht die Nase vorn. ◀

Fachbücher für die Praxis



Praxiseinstieg in die vektorielle Netzwerkanalyse

Joachim Müller,
21 x 28 cm, 142 Seiten, zahlr. Abb. und Tabellen
ISBN 978-3-88976-159-0,
beam-Verlag 2011, 32,- €
Art.-Nr.: 118100

In den letzten Jahren ist es der Industrie gelungen, hochwertige vektorielle Netzwerkanalysatoren vom schwebelichtigen Gehäuse bis auf Handheldgröße zu verkleinern. Doch dem nicht genug: Durch ausgefeilte Software wurden einfache Bedienkonzepte bei steigender Funktionalität erreicht.

Auch für den Funkamateurl wird neuerdings die Welt der Netzwerkanalyse durch Selbstbauprojekte, deren Umfang und Funktionalität den Profigeräten sehr nahe kommen, erschlossen. Damit sind die Voraussetzungen für die Anwendung der vektoriellen Netzwerkanalyse im Feldeinsatz aus Sicht der verfügbaren Gerätetechnik geschaffen.

Fehlte noch die geräteunabhängige Anleitung zum erfolgreichen Einstieg in die tägliche Praxis.

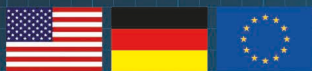
Das in Hard- und Software vom Entwickler mit viel Engagement optimal durchkonstruierte Gerät büßt alle seinen hervorragenden Eigenschaften ein, wenn sich beim Messaufbau grundlegende Fehlerquellen einschleichen.

Dieses Buch beschäftigt sich mit den Grundlagen des Messaufbaus, unabhängig vom eingesetzten Gerät, um den Praxiseinstieg zu meistern.

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

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



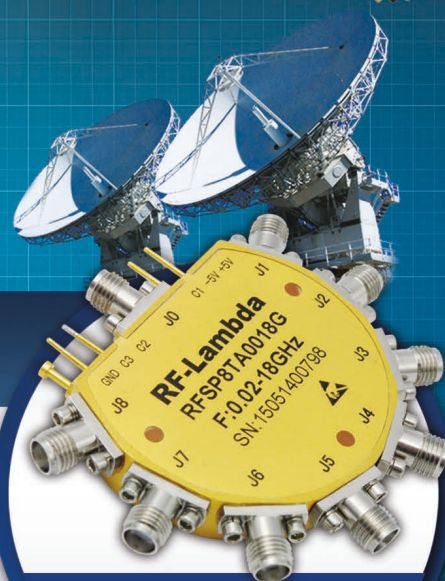
PN: RFSP4TA5M43G
FULL BAND 0.05-43.5GHZ SP4T
SWITCH 50NS SPEED



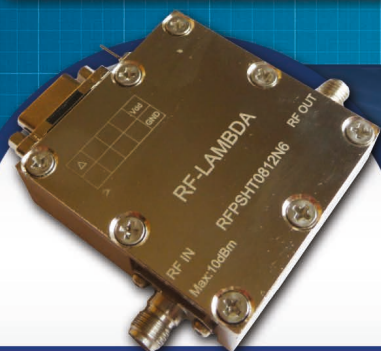
PN: RFSP2TRDC18G
HIGH POWER 10W DC-18GHZ HOT
SWITCHABLE SP2T SWITCH



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



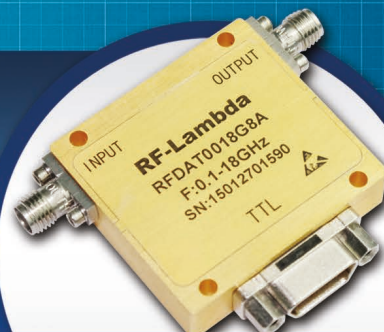
PN: RFDAT0040G5A
DIGITAL STEP ATTENUATOR
0.1-40GHZ 5 BITS 31DB



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

Welcher Filtertyp ist der richtige für meine Anwendung?

Diese Frage beantwortet der Grundlagenbeitrag recht informativ, indem er die meisten aktuellen Filterdesign-Möglichkeiten näher vorstellt.

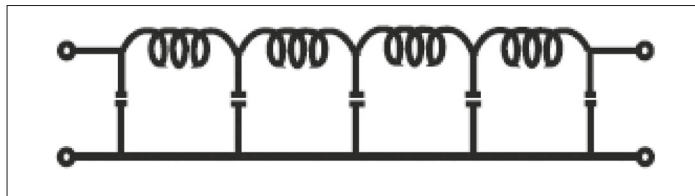


Bild 1: Schaltbild für ein Tiefpassfilter

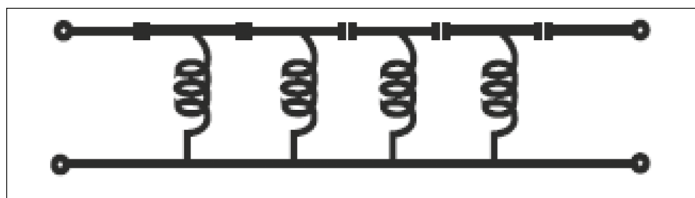


Bild 2: Schaltbild für ein Hochpassfilter

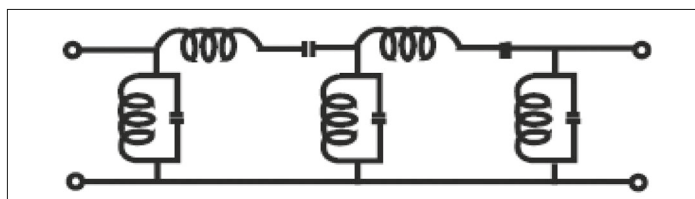


Bild 3: Schaltbild für ein Bandpassfilter

Hochfrequenz- und Mikrowellengeräte haben sich schnell weiterentwickelt, um höhere Frequenzen und Leistungen in kleineren und leichteren Gehäusen zu geringeren Kosten zu nutzen. HF-Filter sind notwendig, um unerwünschte Signale in Geräten für die drahtlose Kommunikation, wie Satelliten-, Radar- und Rundfunkanwendungen, sowohl in Sende- als auch in Empfangsmodulen zu blockieren. Doch welches Filter ist das richtige für Ihre künftige Anwendung?

Diskrete Filter

sind am längsten bekannt. Auch heute noch werden sie gefertigt und eingesetzt aufgrund ihrer weitläufigen Anpassungsfähigkeit. Die Bilder 1 bis 3 zeigen Grundstrukturen. Bandpass, Tiefpass, Hochpass oder Band-

sperrere können eine Vielzahl von Anforderungen erfüllen und dabei ein gutes Gleichgewicht zwischen Frequenzbereich (5 MHz bis 10 GHz), Durchgangsdämpfung und Steilheit der Filterflanken erreichen. Dementsprechend finden sie sich in Sende-/Empfangsmodulen, Aufwärts-/Abwärtswandlern, zur Instrumentierung, in Satellitenkommunikation, Radar- und Rundfunkanwendungen.

Ein besonderer Vorteil der diskreten Filter ist die Flexibilität der Bandbreiten, denn diese Filter können sehr schmal oder sehr breit sein (bis minimal $<0,5\%$ Bandbreite). Dies ermöglicht es ihnen, eine Präzisionsleistung zu erzielen, wenn geringe Größe und Zuverlässigkeit entscheidend sind. Eine solche Anwendung ist das Combat Navigation and Identification (CNI) System in Militärflugzeugen, wo diskrete Filter integrierten Avioniksystemen der neuen Generation helfen, mehrere kritische Funktionen gleichzeitig zu erfüllen - von der Identifizierung von Freund oder Feind und Präzisionsnavigation bis hin zu verschiedenen Sprach- und Datenübertragungen.

Diskrete Filter, auch bekannt als Lumped-Element- oder Chip- und Draht-Topologien, enthalten diskrete Spulen und Kondensatoren. Die Filter-Designs nutzen die Resonanzen von Kondensator- und Induktor-Paarungen, um Pole und Nullstellen im Frequenzbereich zu erzeugen und um die gewünschte Filterantwort zu simulieren. Die Werte dieser Komponenten werden so gewählt, dass die Pole und Nullstellen strategisch so ausfallen, dass der gewünschte Frequenzgang des Filters erreicht wird. Die Bilder 4 bis 6 stellen ein solches Filter näher vor.

Ein vereinfachtes Beispiel für ein Ersatzschaltbild mit gemeinsamen Polen und Nullstellen ist Bild 7 dargestellt. Die Resonanzfrequenz für diese Schaltungen wird durch die Werte der Induktivität und des Kondensators gemäß der bekannte Thomsonschen Gleichung bestimmt. Die Filterentwickler platzieren die Resonanzstrukturen in ihren Entwürfen in geeigneter Weise, um die gewünschte Filterantwort zu erreichen.

Die Vielseitigkeit des Einsatzes von Resonanzstrukturen ermöglicht viele Anwendungen für die diskreten Filter-Designs. Möglich sind Filter von nahe DC bis hin zum X-Band. Die obere Frequenzgrenze ergibt sich in erster Linie aus der Verfügbarkeit und Toleranz von Bauteilen mit sehr kleinen Werten (pH oder fF bzw. nH), die auch effizient sind (dissipative Verluste). Daher sind Anwendungen, die sich gut für diskrete Filter-Designs eignen Kommunikation, Radar und Oberwellenfilterung für Frequenzquellen oder Frequenzmischung. Die Entwürfe können für raue Umgebungen geeignet sein, wie z.B. Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt mit Verfahren zur Reduzierung der Vibrationsempfindlichkeit. Diese Filter eignen sich für kommerzielle, industrielle, militärische und Raumfahrtanwendungen.

Hohlraumfilter (Cavity Filters)

kommen zum Einsatz, wenn der Platz keine Rolle spielt und extrem niedrige Verluste, scharfe Selektivität und hohe Leistung Prioritäten sind. Bild 8 zeigt ein Beispiel. Hohlraum-Designs sind fast so vielseitig wie diskrete Filter: Hoch- und Tiefpässe können für Anwendungen mit geringer PIM und geringen Verlusten in hängenden Stripline-Topologien realisiert werden, während

Quelle:

White Paper:

RF Filter Topologies,

Understanding the

Performance Aspects of

Different Filter Topologie,

4.4.2022

by Sean Adams and

Mike Schweyer

Smiths Interconnect,

Salisbury, MD United States

frei übersetzt von FS



rf/microwave instrumentation

Other ar companies: modular rf • sunar rf motion • ar europe

We're with you all the way

Everything you need for **EMC Testing**.



Tailored Test
Systems

Automation
Software

Chambers

Application
Engineering
Support

Positioning
Equipment

From **complete testing systems** to **software, anechoic chambers** and **shielded rooms**, AR is your one stop for **EMC testing**.

All of our testing solutions are built to last and come with the product quality and high level support customers can expect from AR.

For more information on AR Deutschland GmbH visit us at www.ar-deutschland.com. To contact, email ardeinfo@ar-europe.com, or call **+49 6101 80270 0**, or fax **+49 6101 80270 10**.

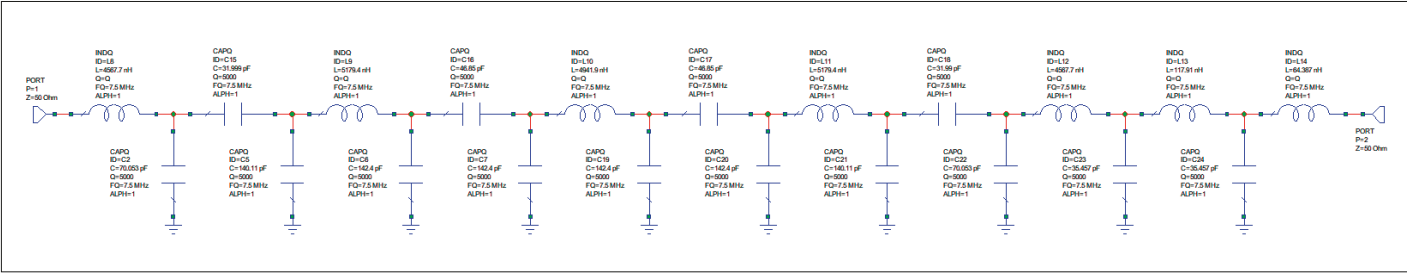


Bild 4: Schaltung eines diskreten Bandpassfilters



Bild 5: Ausführung eines diskreten Bandpassfilters

Bandpass- und Bandsperrfilter entweder mit dielektrischen Resonatoren, Metall-, Metallkoaxial- oder Hohlleitertopologien realisiert werden können.

Darüber hinaus bieten sie variable Bandbreiten ($< 0,5\%$ bis $> 66\%$), extrem niedrige Verluste und ausgezeichnete Temperaturstabilität. Dies macht sie attraktiv für eine Vielzahl von Anwendungen im Bereich von 30 MHz bis 80 GHz von der militärischen und kommerziellen Luft- und Raumfahrt und unbemannten Luftfahrzeugen bis hin zu Weitverkehrsnetzen.

Ihre Eignung für Kilowatt-Durchsatz in Verbindung mit der Fähigkeit zur Massenproduktion und niedrigen Kosten haben sie in letzter Zeit in den Vordergrund gerückt durch die Satellitenkommunikation. Infolgedessen waren sie der Filtertyp der Wahl für die neuen bodengestützten Antennenstationen, die nahtlose, superschnelle und genaue Übergaben zwischen LEO-Satelliten (Low Earth Orbit) bewerkstelligten.

Die Hohlraumfilter gibt es als Koaxialfilter, die aus einem Innen- und Außenleiter bestehen, als Hohlleiter aus Metall, der nur aus einem Außenleiter besteht,

und als Dielektrikum, bei dem die Felder meist in einem hochdielektrischen keramischen Material enthalten sind.

Die Theorie ist bei allen Konstruktionen ähnlich: Es wird eine elektromagnetische Welle erzeugt, die in den Leitern unterstützt oder eingeschränkt wird. Die Abmessungen der Leiter bestimmen die Randbedingungen, insbesondere die Resonanz. Die Frequenz dieser Resonanz wird als Hauptmode bezeichnet.

Sowohl das elektrische als auch das magnetische Feld können transversale Moden sein, bei denen das gesamte Feld in der x-y-Ebene liegt und keine z-Komponente hat. Wenn das elektrische Feld einer Welle transversal ist, wird sie als transversaler elektrischer Modus (TE) bezeichnet. Wenn das magne-

tische Feld transversal ist, wird die Welle als transversale magnetische Welle (TM) bezeichnet. Wenn sowohl das elektrische als auch das magnetische Feld transversal sind, wird die Welle als transversaler elektromagnetischer Modus (TEM) bezeichnet. Koaxiale Konstruktionen können die TEM-Welle unterstützen, aber ein einzelner Leiter ist nicht in der Lage, einen TEM-Modus zu unterstützen.

Es gibt mehrere ganzzahlige Lösungen von Moden, die innerhalb einer bestehenden Geometrie existieren können, und diese Moden werden durch einen tiefgestellten Index des elektrischen oder magnetischen Feldes gekennzeichnet. Ein wichtiger Modus für diese Resonanzstrukturen ist beispielsweise der TE_{10} -Modus. Dieser Modus hat die niedrigste Grenzfrequenz

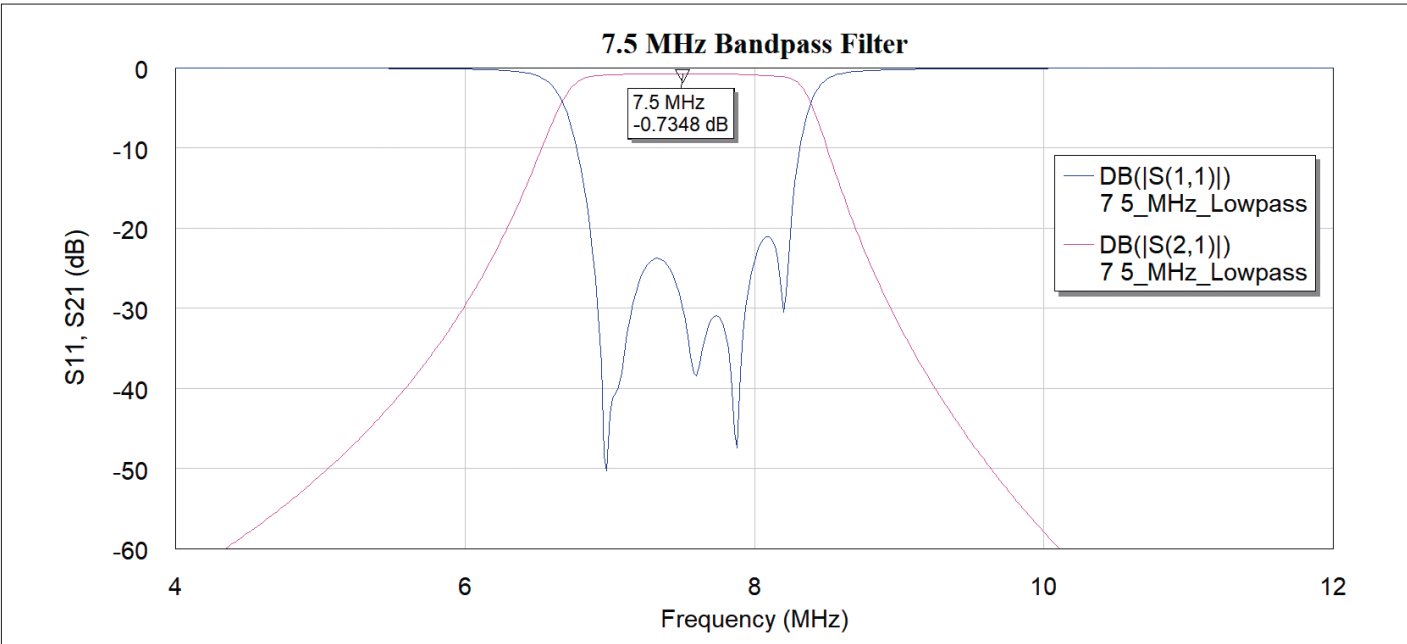


Bild 6: Frequenzgang und Anpassungsverlauf

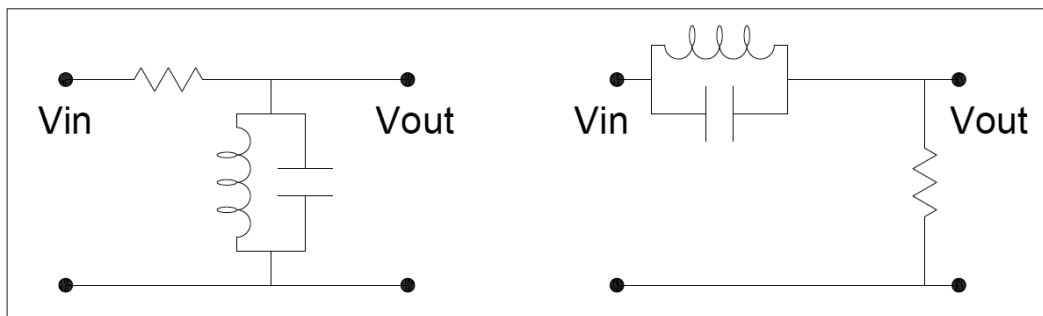


Bild 7: Struktur für Bandpass- (links) und Bandstopfilter (rechts)

und ermöglicht niederfrequente Resonanzen innerhalb des Hohlraumfilters.

Es ist wichtig zu wissen, dass die in diesen Filtern verwendeten Leiter eine sehr hohe Leitfähigkeit haben, die für den geringen Verlust und die Fähigkeit, hohe Leistungen in diesen Filtern zu transportieren, verantwortlich ist. Da die Theorie jedoch auf die physikalischen Grenzen der elektromagnetischen Wellen innerhalb des Mediums basiert, sind die Abmessungen in der Regel sehr groß.

Die typischen Anwendungen für diese Art von Filtern sind Systeme, bei denen geringe Verluste wichtig sind. Beispiele hierfür sind Sender in Kommunikations- und Radarsystemen, die in der Regel eine hohe Leistung für verbesserte Reichweite einsetzen. Satellitenempfänger sind eine weitere Anwendung für diese

Art von Filtern, um die Reichweite der Kommunikation mit Bodenstationen zu verbessern.

Keramische Filter

können die richtige Lösung sein, wenn die Leistung weniger kritisch, aber der Preis ein entscheidender Faktor ist, da sie eine gute, zuverlässige Leistung zu geringeren Kosten bieten. Außerdem sind sie in der Regel schnell auf den Markt zu bringen, da sie eine kurze Entwicklungsphase haben. Bild 9 zeigt ein Produkt. Sie eignen sich daher für die kommerzielle Kommunikation, wo ein harter Wettbewerb ein ständiges „Überbieten“ erfordert. Eine besondere Anwendung, bei der sie sich durchgesetzt haben, ist die Drohnen-Industrie.

Die keramischen Stäbe oder Resonatoren werden mithilfe einer Kopplungsplatte kapazi-

tiv gekoppelt, die in der Regel mit einer doppelseitigen Leiterplatte hergestellt wird, die das Ansprechverhalten des Filters steuert. Auf der Kopplungsplatte können verschiedene dielektrische Materialien verwendet werden, um die Leistung des Filters bei der gewählten Betriebsfrequenz zu verbessern.

Die größte Einschränkung bei diesem Filtertyp ist die Belastbarkeit, die in der Regel unter 1 W CW liegt und wahrscheinlich nicht mit den künftigen technologischen Anforderungen mithalten kann. Für Anwendungen mit geringer Leistung, wie z.B. in der Luftfahrtkommunikation für Identify Friend or Foe (IFF), bietet die hohe Güte der Resonatoren eine verlustarme und wirtschaftliche Lösung für die HF-Filterung. Außerdem können Keramikfilter hermetisch versiegelt werden, um hochzuverlässige Anwendungen im Verteidigungs- und Raumfahrtmarkt zu unterstützen.

Planare Filter

sind ebenfalls relativ klein, s. Bild 10. Mithilfe der Dünnschichtverarbeitung können diese Filter sogar nur 0,1“ x 0,1“ groß sein und bieten gleichzeitig eine hohe Unterdrückung (>30 dB) mit geringer Einfügedämpfung und einer Belastbarkeit von bis zu 20 W.

Die am häufigsten verwendete planare Topologie ist die Microstrip-Topologie, bei der eine Massefläche auf der Unterseite des Filters und Metallstreifen auf der Oberseite zusammen mit den Übertragungsleitungen die Abstimmung mit der Grund-

platte bilden. Die Microstrip Designs erlauben kompakte Filter mit dem Vorteil, dass die Grundplatte auch als Wärmesenke für die Mikrowellenenergie dient. Die Microstrip-Übertragungsleitungen können auch als Ersatzschaltungen mit konzentrierten Elementen approximiert werden, um das Filterverhalten zu bestimmen.

Zusammen mit ihrer Eignung für die Pick-and-Place-Montage sind planare Filter die ideale Wahl für oberflächenmontierte Entwürfe, bei denen nur wenig Platz zur Verfügung steht, wie z.B. bei gedruckten Leiterplatten. Sie verbessern außerdem alle Leistungsmessungen in geschalteten Filterbänken durch ihre Fähigkeit, Übergänge zwischen Schaltungen und ihre interne Kanalisierung zu eliminieren. Dies macht sie zu einer beliebten Wahl für Verteidigungsanwendungen wie Radarwarnempfänger, Empfänger für Signal- und Kommunikationsaufklärung (SIGINT und COMINT) sowie Rundfunk- und Satellitenkommunikationssystemen.

Durchbrüche bei den Werkstoffen erweitern die Substratoptionen, die wiederum die Fähigkeiten von Planarfiltern erweitern. Außerdem können optimierte Designs, die bei anderen Filtertypen nur schwer zu erreichen sind, wie fraktale Geometrien, Dualmode- und Spurline-Tiefpässe, realisiert werden. Diese kontinuierlichen Leistungssteigerungen in Verbindung mit ihrer Größe, geringen mechanischen Komplexität und der kostengünstigen Replizierbarkeit werden planare Filter eine zunehmende Rolle in Kommunikationsmärkten wie 5G-Netzwerken und LEO-Satellitenkonstellationen eröffnen. ◀

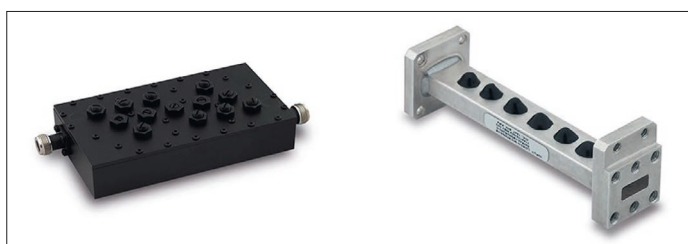


Bild 8: Hohlraumfilter

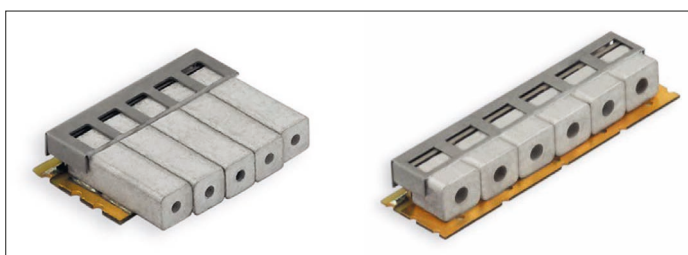


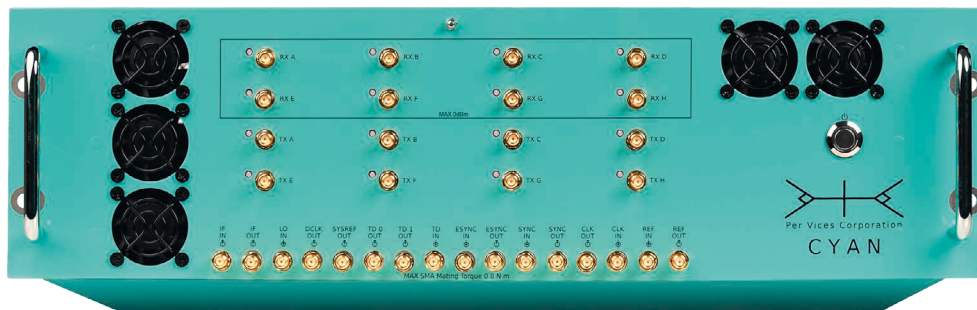
Bild 9: Keramische Filter



Bild 10: Planare Filter

SDR und GPS/GNSS – ein überzeugendes Konzept

Dieser Artikel befasst sich mit GPS/GNSS und damit, wie SDR hier vorteilhaft eingesetzt werden kann.



Es wird erörtert, wie Software Defined Radios (SDR) die Funkkommunikationsfähigkeiten von Global Positioning Systems (GPS) und Global Navigation Satellite Systems (GNSS) bereitstellen und wie die verschiedenen von den Satellitenkonstellationen stammenden Signale genutzt werden. Der Grund dafür: Mit der zunehmenden Zahl von Satellitenkonstellationen in der Erdumlaufbahn wird die Aufrechterhaltung der Funkkommunikation zu einer besonderen Herausforderung.

Was ist GPS/GNSS?

GNSS bezieht sich auf jede Satellitenkonstellation, die Positionierungs-, Navigations- und Zeitinformationen (PNT) für Nutzer auf der Erde bereitstellt. Ein Beispiel ist GPS, ein marktführender funkgestützter PNT-Dienst, der für militärische und zivile Zwecke entwickelt wurde.

Es gibt weitere GNSS-Konstellationen wie BeiDou, Galileo, Glonass, NavIC und QZSS. Die Verwendung mehrerer Satellitenkonstellationen und -bänder erhöht die Genauigkeit, Redundanz und Verfügbarkeit. Das International Committee of GNSS Provider's Forum hat Anstrengungen unternommen, um GNSS-Dienste unter Verwendung von L1C-Signalen interoperabel zu machen und die Empfängerkosten für die Endnutzer sowie die Komplexität zu verringern.

Jeder GPS-Satellit in der Konstellation ist mit einer Reihe von Atomuhren ausgestattet, um eine hochpräzise Zeit zu gewährleisten. Dies trägt zur Aufrechterhaltung der Referenzuhr und der Synchronisation bei, die für die Übertragung/den Empfang verschiedener Entfernungs-Codes und Navigationsmeldungen erforderlich sind.

Was sind GNSS-Empfänger? Was tun sie?

Man benötigt einen speziellen GNSS-Empfänger, um die von den GPS-Satelliten gesendeten Funksignale zu interpretieren. Es werden fortschrittliche Algorithmen angewandt, um den aktuellen Standort (z.B. Breitengrad, Längengrad) aus den Signalen zu bestimmen. Die Informationen, die ein solcher Empfänger liefert, können für eine Vielzahl von Anwendungen genutzt werden. Die meisten davon beruhen auf der Navigationslösung des Empfängers, d.h. der vom Empfänger berechneten Position, Geschwindigkeit und Zeit. Heutzutage sind die Empfänger auf miniaturisierte Plattformen, Chipsätze, Mikroprozessoren, integrierte Chips, FPGAs und Handheld-Geräte ausgedehnt worden einschließlich der Integration in die meisten Mobiltelefone.

Jeder GPS-Satellit sendet einen einzigartigen Pseudo-Random-Noise-Code (PRN) aus, der zur Schätzung der Entfernung zwi-

schen der Satellitenantenne und der Antenne des Empfängers verwendet wird. Bei der gebräuchlichsten GNSS-Empfängerarchitektur gibt es Einfrequenz- und Mehrfrequenzempfänger (d.h. Empfänger, die PNT-Signale von verschiedenen GNSS-Konstellationen empfangen können), wie in Bild 1 dargestellt.

Viele Chipsätze und Module unterstützen derzeit mehrere Satellitenkonstellationen, die eine bessere Ausfallsicherheit und Verfügbarkeit von Signalen in städtischen Umgebungen bieten, in denen es häufig zu Signalbehinderungen kommt.

Die GNSS-Empfänger führen kontinuierlich Schätzungen und Korrekturen durch, hauptsächlich für drei beobachtbare Parameter: Die Code-Verzögerung quantifiziert den Versatz zwischen der lokalen PRN-Code-Replik im Empfänger und dem eingehenden PRN-Code im Funksignal des Satelliten. Carrier Phase misst die scheinbare Entfernung zwischen Satelliten und Empfänger auf der Grundlage der zirkularen Polarisation der elektromagnetischen Signale. Die Dopplerverschiebung spiegelt die relative Bewegung zwischen der Antenne des Satelliten und der Antenne des Empfängers wider, zuzüglich eines gemeinsamen Offsets, der proportional zum Taktfrequenzfehler des Empfängers ist.

Wofür werden GNSS-Empfänger verwendet?

Die GPS-Funknavigation wird in verschiedenen Industriezweigen eingesetzt, darunter:

- Transportwesen
- Verfolgung von rollendem Material, Lokomotiven und Waggons, Wartungsfahrzeugen, Streckenausrüstung usw.
- Luftfahrt
- an Bord von Flugzeugen zum Austausch genauer Positions-

Quelle:
Software Defined Radio Use
Case for GPS/GNSS
[www.everythingrf.com/
community/sdr-use-cases-1-
gps-gnss](http://www.everythingrf.com/community/sdr-use-cases-1-gps-gnss)
Per Vices Team,
November 2021

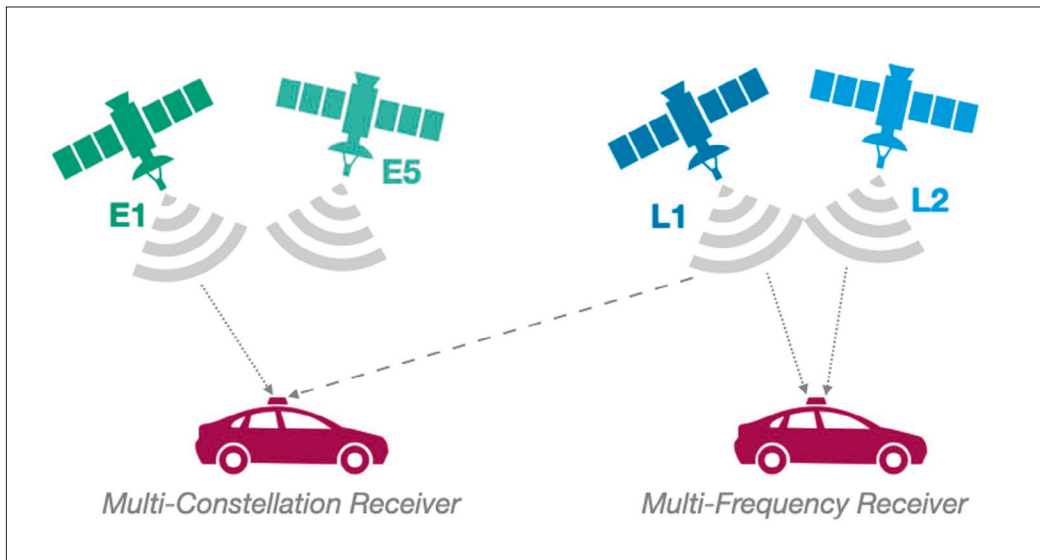


Bild 1: Mehrkonstellations- und Mehrfrequenzempfänger

daten mit der Flugsicherung am Boden, auf Flughäfen, um Start, Anflug und Landung von Flugzeugen zu unterstützen

- Telekommunikation

zur Ortung entfernter Anlagen, für Außendienstmitarbeiter und zur Durchführung von Tests zur Verbesserung der Netzabdeckung sowie zur Zeitsynchronisation

- Verteidigung

zur Navigation von Drohnen/UAVs, die bei der militärischen Überwachung/Aufklärung und im Kampf eingesetzt werden, sowie u.a. zur Steuerung von Raketen

Was sind GNSS-Erweiterungssysteme?

GPS-Signale sind anfällig für verschiedene Arten von Fehlern. Während die Fehlerkorrektur in Echtzeit mithilfe bekannter bodengestützter Referenzstationen üblich ist, könnte die absolute oder relative Genauigkeit der Positionsdaten weiter verbessert werden. Zu diesem Zweck werden die folgenden Kategorien von Erweiterungsdiensten angeboten:

Informationserweiterung durch ein bodengestütztes Verfolgungsnetz, das Signalfehlerkorrekturen und Integritätsinformationen berechnet. Anschließend

werden die Daten über das Internet oder über Satellitenkommunikationskanäle an die Nutzer übertragen. Die Signalerweiterung hingegen bezieht sich auf Systeme, die zusätzliche Entfernungssignale liefern, um die bereits vom GPS gelieferten Signale zu ergänzen.

Die Internationale Zivilluftfahrt-Organisation ICAO unterscheidet zwischen satellitengestützten (SBAS) und bodengestützten Systemen. Die verschiedenen Arten von Augmentierungssystemen werden für unterschiedliche Zwecke eingesetzt (Bild 2).

Erweiterungsdienste bieten differenzielle GPS-Korrekturen (DGPS) und Integritätsprüfungen in der Nähe von Flughäfen, die nicht über ein Instrumentenlandesystem (ILS) verfügen. Der Wide Area Augmentation Service beispielsweise ist ein Navigationshilfsmittel zur Verbesserung der Genauigkeit, Integrität und Verfügbarkeit von GPS. Er ermöglicht es Flugzeugen, alle Flugphasen sicherer zu durchfliegen. Der Local Area Augmentation Service ist ein Allwetter-Landesystem, das auf DGPS-Korrekturen basiert, die über omnidirektionale VHF-Datenübertragung in kritischen Gebieten für das Terminal-, Anflug- und Landeselement der Flugroute bereitgestellt werden.

Andere Länder haben ihre eigenen Ergänzungssysteme, wie z.B. China BDSBAS, Europa EGNOS, Russland SDCM, Indien GAGAN, Japan MSAS, Kanada CDGPS, Australien SouthPAN, Südkorea KASS und Afrika ASECNA.

Wie werden GNSS-Leistungskennzahlen bewertet?

Die Zivilluftfahrt hat Anforderungen an GNSS in Form von RNP-Normen (Required Navigation Performance) aufgestellt. Sie umfassen:

- Genauigkeit

Diese wird ausgedrückt in NVE als Differenz zwischen der tatsächlichen Position des Flugzeugs und der von der GPS-Ausrüstung in der Luft gelieferten Position. SBAS stellt die Einhaltung der Genauigkeitsanforderungen sicher, indem es dem Nutzer Korrekturen der Satellitenbahn- und Taktfehler sowie der ionosphärischen Ausbreitungsfehler zur Verfügung stellt.

- Integrität

Diese wird ausgedrückt durch den User Differential Range Error (UDRE), die Kovarianzmatrix der Uhrenephemeriden und den Ionosphären-Vertikalfehler (GIVE). Der Dual Frequency Range Error (DFRE) ist ein kritischer Parameter bei SBAS.

- Kontinuität

Diese wird ausgedrückt in der Wahrscheinlichkeit, dass die Betriebsleistung über einen bestimmten Zeitraum aufrechterhalten wird. Es ist die Fähigkeit des Gesamtsystems, seine Funktionen ohne Unterbrechung während des vorgesehenen Betriebs zu erfüllen.

- Verfügbarkeit

Diese wird ausgedrückt als prozentualer Anteil der Zeit, in der die GPS-Dienste innerhalb des festgelegten Abdeckungsbereichs für den Navigator nutzbar sind. Sie ist abhängig von den physikalischen Eigenschaften der Umgebung und den technischen Möglichkeiten der Sender.

Und wie passt ein SDR in ein GNSS? Da SDR-Geräte den Empfang von Funksignalen unterstützen können, die von jeder GNSS-Konstellation stammen, sind sie flexibel genug, um für den Aufbau eines Empfängers mit mehreren Konstellationen verwendet zu werden.

Was ist software-definierter Funk?

Eine SDR-Plattform, wie die in Bild 3 gezeigte, ist ein Funkkommunikationssystem, bei dem Software viele Funktionen wie Mischen, Filtern, Modulation usw. übernimmt, die traditionell in analoger Hardware stattfanden und jetzt mit digitalen Komponenten und eingebetteter System-on-a-Chip-Technologie ausgeführt werden. Sie bietet eine längere Lebensdauer der Geräte und Anpassungsfähigkeit an sich ändernde GPS/GNSS-Übertragungsverschlüsselungsstandards, Wellenformen, Protokolle und mehr.

SDR kann man sich als programmierbare Hardware vorstellen, die auf kostengünstigen Mehrzweckprozessoren, verschiedenen Mikrowellen-Chips und FPGAs aufgebaut ist. Das System enthält ein Radio Frontend (RFE) für eine breite Bandbreitenabdeckung und ein digitales Backend für die Verarbeitungsfunktionen.

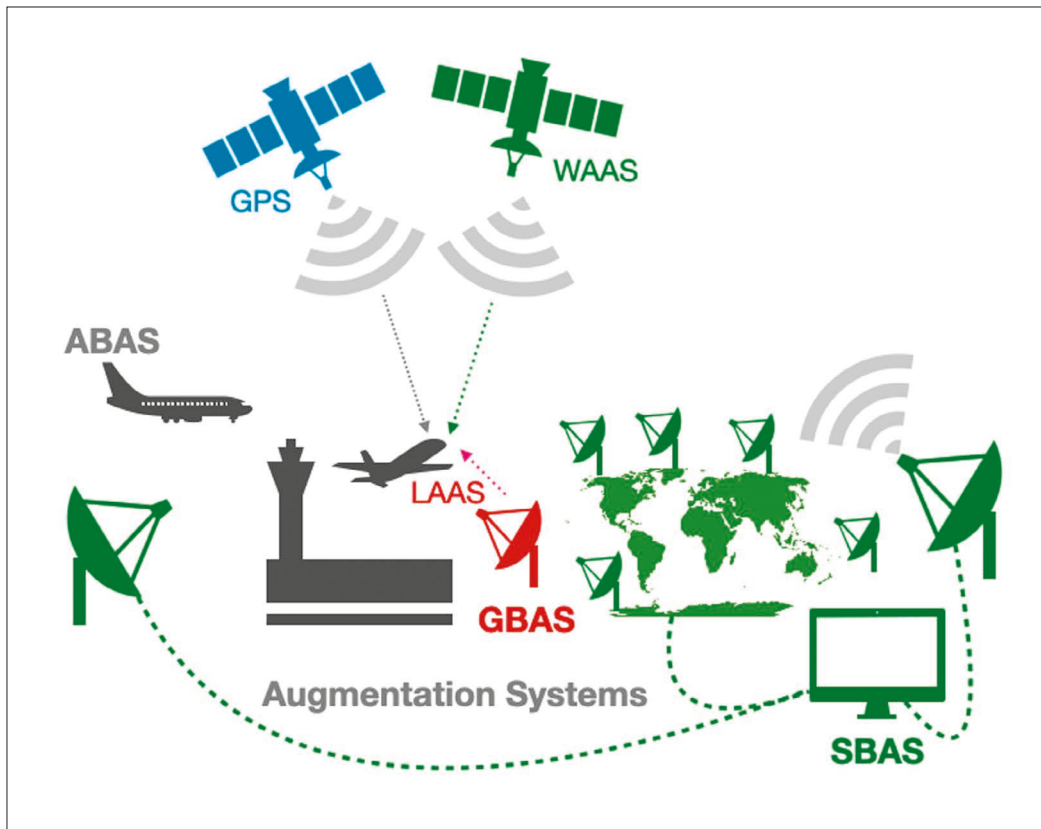


Bild 2: Verschiedene Arten von Augmentierungssystemen werden für unterschiedliche Zwecke eingesetzt

Das RFE umfasst MIMO-Funktionsplatinen für die Übertragung (Tx) und den Empfang (Rx) von Multi-Input-Multi-Output-Signalen einschließlich Verstärker, Modulatoren und Demodulatoren, Filter, ADC und DAC. Das digitale Backend umfasst FPGAs für verschiedene digitale Signalverarbeitungen, wie z.B. Decodierung, Demodulation, Fehlerkorrektur von GPS-Signalen usw.

Im Vergleich zu herkömmlichen GNSS-Empfängern, die sperrig und hardware-definiert sind und eine begrenzte Funktionalität aufweisen, sind die SDR-Plattformen modular, kompakt, leicht aufzurüsten oder neu zu konfigurieren und bieten eine wesentlich höhere Genauigkeit.

Herausforderungen beim Empfang von GPS/GNSS-Signalen

Ein GNSS-Empfänger, der HF-Signale erfasst, muss kontinuierlich die folgenden Aufgaben erfüllen:

• Erfassung

Die Erfassung bestimmt die im Empfangsbereich sichtbaren Satelliten. Der Empfänger muss die Ausbreitungsverzögerung der Funkwellen und die Dopplerverschiebung der einzelnen Satelliten abschätzen. Dazu werden DFT- und IDFT-Verfahren eingesetzt.

• Nachverfolgung

Die Verfolgung umfasst die Verfeinerung der Schätzungen der Funkwellen-Ausbreitungsverzögerung und der Dopplerverschiebung sowie die Verfolgung von Änderungen dieser Merkmale im Laufe der Zeit. Hierfür werden DLL- und PLL-Techniken verwendet. Die Verfolgung der einzelnen Satelliten wird im DSP-Bereich durchgeführt. Jede HF-Signalquelle wird als eine Kette behandelt. Das HF-Signal an der Antenne wird verstärkt, in eine Basisband- oder Zwischenfrequenz umgewandelt, gefiltert und kontinuierlich in Abtastwerte digitalisiert und an ein Host-System gesendet,

wo die Verfolgung in Software möglich ist.

• Navigation

Die Navigation besteht aus Messungen aller sichtbaren Satelliten im Bereich, um die Position, die Geschwindigkeit und das Timing des Empfängers zu schätzen.

Wenn sich ein Niederfrequenzsignal durch die Atmosphäre bewegt, ändert sich seine Geschwindigkeit aufgrund atmosphärischer Störungen. Die GPS-Zentrale wendet atmosphärische Modelle an, um Frequenzfehler zu bewerten und sie von Zeit zu Zeit zu aktualisieren. Ein Empfänger kann direkte Signale nicht von mehreren Mehrpfadsignalen unterscheiden. Dieses Problem muss in der Verfolgungsschleife mithilfe von SNR-Optimierung, Korrelationsmethoden und Wavelet-Filtertechniken angegangen werden.

Die Erfassung, Verfolgung und Navigation von GPS-Signalen kann durch die folgenden Faktoren beeinträchtigt werden:

- Exzentrizität des Orbits
- Uhrzeiten
- Ionosphäre
- Troposphäre
- Code-Mehrweg
- C/A-Code-Rauschen
- Trägermehrweg
- L1-Trägergerauschen
- Antennen-Phasenzentrumsvariation

GPS-Signale sind extrem schwach und anfällig für Störungen. Sie können mit kostengünstigen Störsendern oder durch Interferenzen aus der Ionosphäre blockiert werden. Mithilfe von Simulatoren lassen sich falsche GPS-Signale erzeugen, die einen Empfänger zur Berechnung einer falschen Position verleiten.

Es gibt auch einen Mangel an Signalverfügbarkeit aufgrund von Hindernissen oder einer Signalschwäche oder einer Verwässerung der Genauigkeit, was zu Fehlern führt, die durch die relative Position der Satelliten im 3D-Raum entstehen. Außerdem wirkt sich die Anordnung der Satelliten im Raum auf die Genauigkeit der Positionsbestimmung aus. Es gibt eine ideale Anordnung von Satelliten, um genaue Signale zu übertragen. In der Regel befindet sich ein Satellit direkt über dem Boden und andere sind gleichmäßig in der Nähe des Horizonts verteilt. So sind beispielsweise in der Nähe von Hochhäusern in städtischen Gebieten Überkopfsatelliten vorteilhaft.

Die Erfassung von GPS-Signalen mit mehreren Frequenzen hilft bei der effizienteren Fehlerkorrektur. Die Erfassung von GNSS-Signalen in mehreren Konstellationen bietet Redundanz, allerdings um den Preis einer höheren Komplexität.

Wo wird SDR in einem GPS/GNSS eingesetzt?

Eine SDR-Plattform eignet sich besonders für folgende Anwendungen:

- Augmentierungssysteme
- da es sich um ein extrem leistungsfähiges Gerät handelt, das eine hohe Phasenstabilität

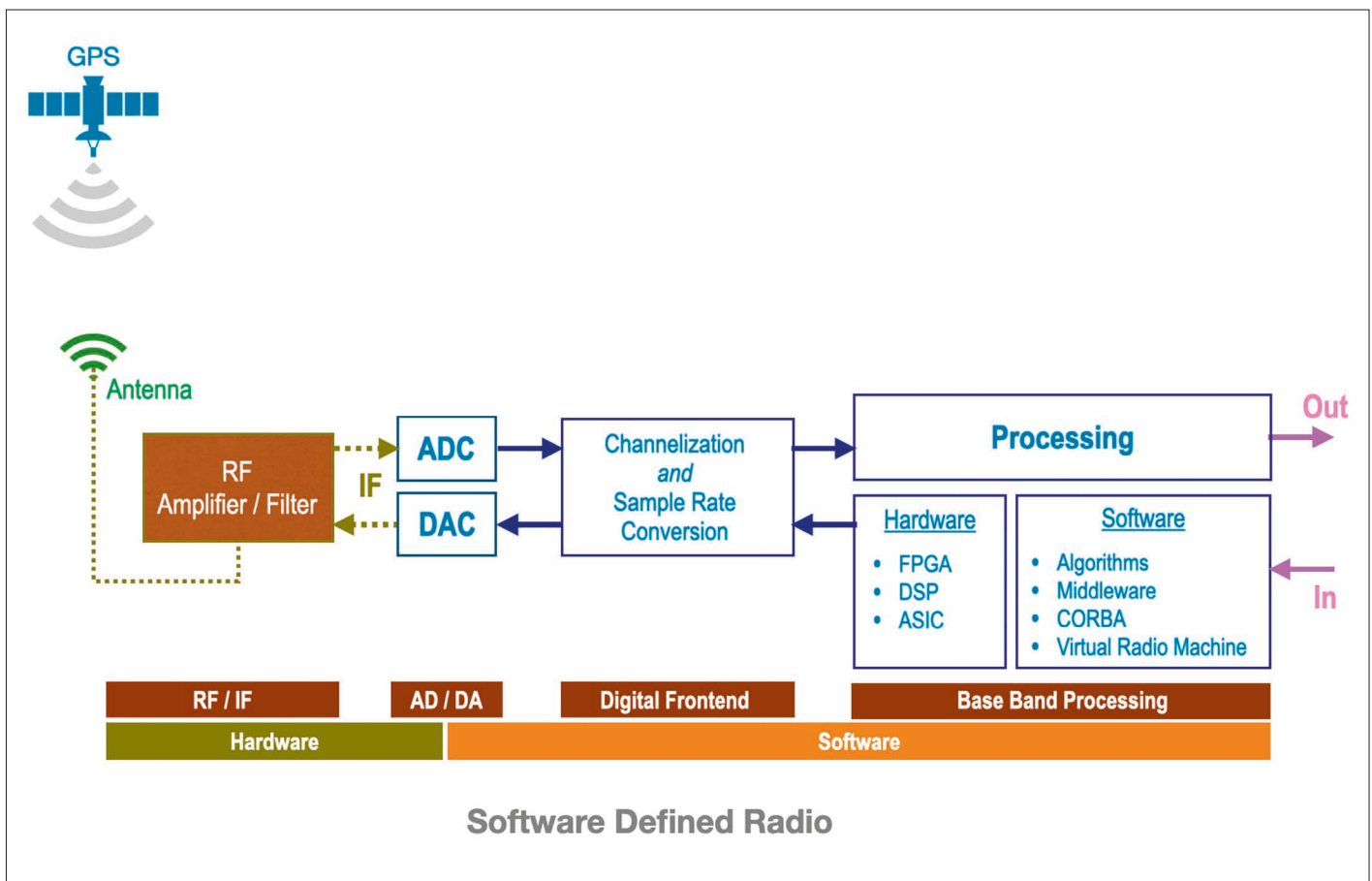


Bild 3: Die verschiedenen Komponenten einer SDR-Plattform unterstützen die Funktion von GNSS-Systemen

und Komponenten bietet, die aufgrund des hohen SNR und SFDR auch schwächste Signale erkennen können

- Test eines GNSS-Empfängers um zu sehen, wie SDR mit Jamming- oder Spoofing-Angriffen fertig wird. Dies ist für die Entwicklung neuer Systeme unerlässlich und kann durch GPS-Signalsimulationen erreicht werden.

- Simulation eines Multikonstellationsempfängers

z.B. für selbst fahrende Autos, Drohnen mit großer Reichweite oder Möglichkeiten zur Verhinderung von Spoofing-/Störangriffen usw.

- Track&Trace-Lösungen

wie Standortverfolgungsdienste oder sicherheitskritische Navigationssysteme

GNSS-Systeme werden von den Betreibern laufend aufgerüstet, um die Genauigkeit und Zuverlässigkeit zu erhöhen. Die Erwei-

terungssysteme werden regelmäßig aktualisiert. Typische Hardware-Empfänger sind in diesem vielschichtigen, sich ständig ändernden Kontext im Nachteil, während SDR-Plattformen an die neuen Anforderungen angepasst werden können.

Vorteile von SDR-Plattformen in GPS/GNSS-Anwendungen

SDRs können sich auf mehrere Satellitenkonstellationen einstellen, verschiedene Protokolle einsetzen und schnell aufrüsten, wenn neue Protokolle verfügbar sind. Da die Signalverarbeitung in der Software und nicht in der Hardware erfolgt, ist eine digitale Abwärts-/Hochkonvertierung und Filterung auf FPGAs möglich, was einen robusten und genauen Empfang von GNSS-Signalen ermöglicht. SDR unterstützt mehrere Latenz- und Zuverlässigkeitskonfigurationen, eine einfach zu bedienende Web-Schnittstelle und Kompatibilität mit USRP-Hardware-Treibern.

SDR bietet eine einstellbare Kanalkapazität. Es kann viele DSP-Kanäle verwenden, um mit mehreren Satelliten gleichzeitig zu kommunizieren. Per Vices' Cyan SDR (Aufmacherfoto) bietet beispielsweise die Flexibilität, die Kapazität zu erweitern und unterstützt maximal 64 Kanäle. SDR unterstützt Filterung/Nachbarkanalunterdrückung.

Die kinematische Echtzeitpositionierung (RTK) wird in der Vermessung eingesetzt, die eine höhere Präzision erfordert. RTK verwendet eine einzige feste Basisstation und mobile Rover-Stationen, um Positionsfehler zu reduzieren. Die Basisstation überträgt Korrekturdaten an die Rover. Anstelle der code-basierten Positionsbestimmung wird auf trägerbasierte Entfernungsmessung zurückgegriffen. Um häufige Fehler im derzeitigen Satellitennavigationssystem zu korrigieren, stützt es sich auf Trägerphasenkorrekturen. CORS

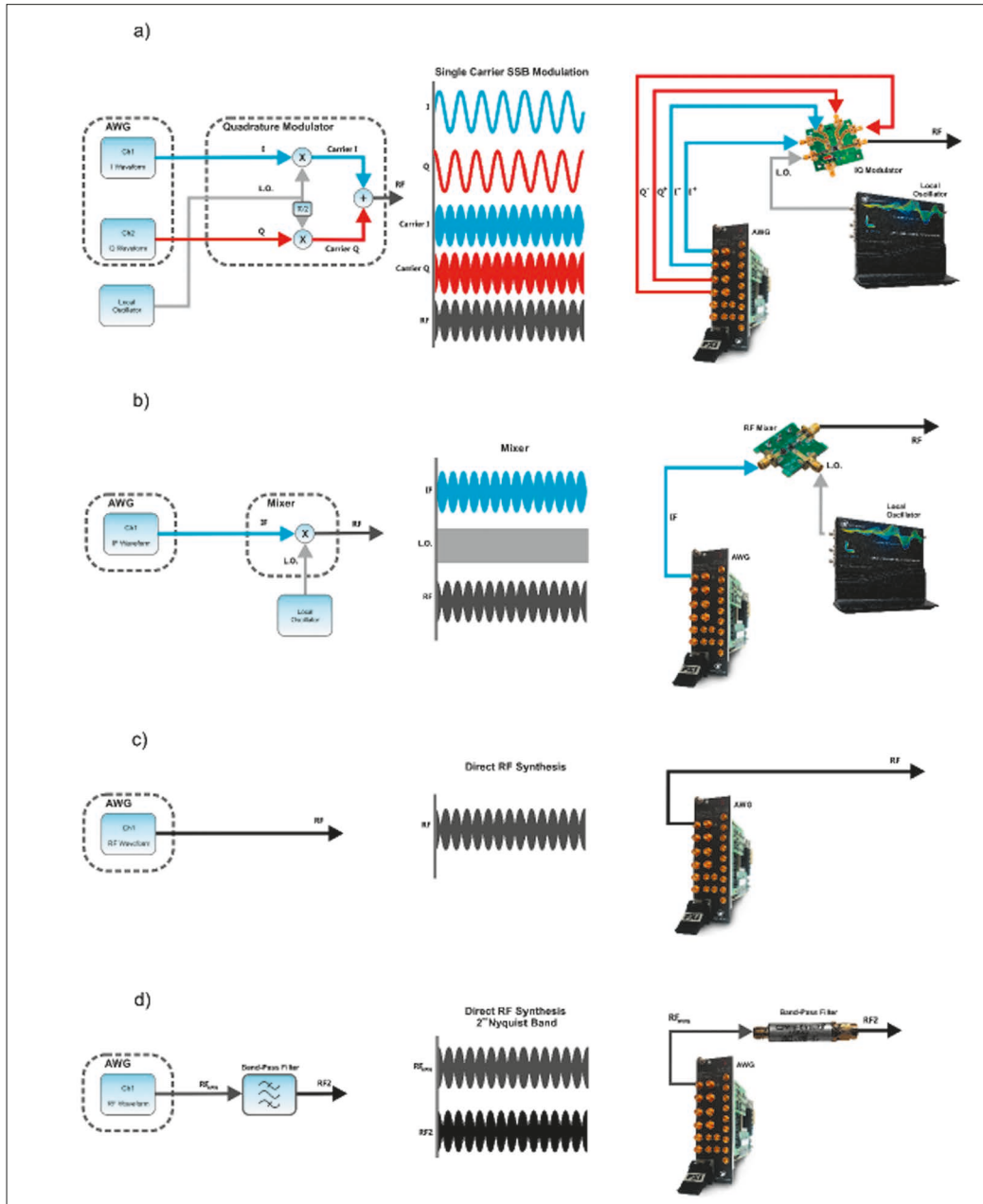
ist ein Netz von RTK-Basisstationen, die Korrekturen in der Regel über das Internet übertragen, um eine falsche Initialisierung einer einzelnen Basisstation zu vermeiden.

Zusammengefasst

Durch den Einsatz flexibler, programmierbarer und relativ kostengünstiger Hardware bietet das SDR-Konzept Vorteile für Anwendungsentwickler und Nutzer, die auf den von GNSS-Konstellationen angebotenen PNT-Diensten basieren. Man gewinnt die volle Kontrolle über Innovationen und Anpassungen, da die Änderungen in der Software vollständig in der eigenen Hand liegen und die HF-Hardware in einem einzigen Gerät bereitgestellt wird, das leistungsfähig genug ist, um jede Ebene der Komplexität und digitalen Signalverarbeitung zu bewältigen. Punktum: Mit SDR kann man fast alles in der Funkkommunikation realisieren. ◀

Signalerzeugung und -erfassung direkt im Mikrowellenbereich

Der Beitrag beschreibt zeitgemäße Verfahren für die Erzeugung und Erfassung von Signalen im Mikrowellenbereich.



tanzustände in ein komplexes Basisband-Modulationssignal umgewandelt, wobei der Realteil (Inphase, I) die Amplitude eines Trägers moduliert, während der Imaginärteil (Quadratur, Q) die Amplitude einer orthogonalen Version desselben Trägers steuert, bevor sie addiert wird.

In herkömmlichen VSGs (Vektorsignalgeneratoren) erzeugt ein interner oder externer 2-Kanal-AWG (arbiträrer Wellengenerator) die Basisband-I/Q-Wellenformen für den I/Q-Modulator, während ein interner Synthesizer die beiden orthogonalen CW-Träger für die I- und Q-Modulatoren erzeugt. Bei diesem Schema hängt die Abtastrate der AWGs nicht von der Trägerfrequenz, sondern von der Modulations-BW ab (rechts). Grundsätzlich muss die Abtastrate für die AWGs gleich oder höher sein als die Modulations-BW sein, da diese bei einem Quadraturmodulators doppelt so groß ist wie die Bandbreite der I- und Q-Basisbandsignale. Genauigkeit und Ausrichtung aller Bausteine sind extrem wichtig. Jeder Unterschied in Amplitude, Frequenzgang, Versatz, Phasenrauschen des Abtasttaktes usw. im AWG wird sich in einer verschlechterten Qualität des HF-Signals äußern. Das Gleiche gilt für den I/Q-Modulator selbst, einschließlich der Orthogonalität der beiden Träger, sowie für den LO-Synthesizer.

Alle linearen und nichtlinearen Verzerrungen können durch eine einzige Messgröße, wie die EVM (Error Vector Magnitude) gemessen werden, die in der drahtlosen Kommunikationsumgebung sehr beliebt ist.

AWGs waren schon immer Teil eines jeden Vektor-Signalerzeugungssystems als interne oder externe Komponente. In Teilbild

Aus der folgenden Darstellung geht hervor, dass es für die Erzeugung und Erfassung von Signalen im Mikrowellenbereich verschiedene Möglichkeiten gibt, wobei teilweise gleichartige technische Teillösungen (Generatoren, Modulatoren usw.) herangezogen werden können.

Die Erzeugung komplexer HF-Signale

erfordert die gleichzeitige Steuerung von Amplitude und Phase eines Trägers. Eine Möglichkeit, dies zu realisieren, ist ein I/Q-Modulator (Aufmacherbild, links oben). Dort werden die Amplituden- und Phasen-Momen-

Quelle:
Direct to Microwave Signal
Generation and Acquisition,
White Paper, 18. Juni 2020,
Taborelec, Ltd.,
info@taborelec.com,
www.taborelec.com
übersetzt und gekürzt von FS

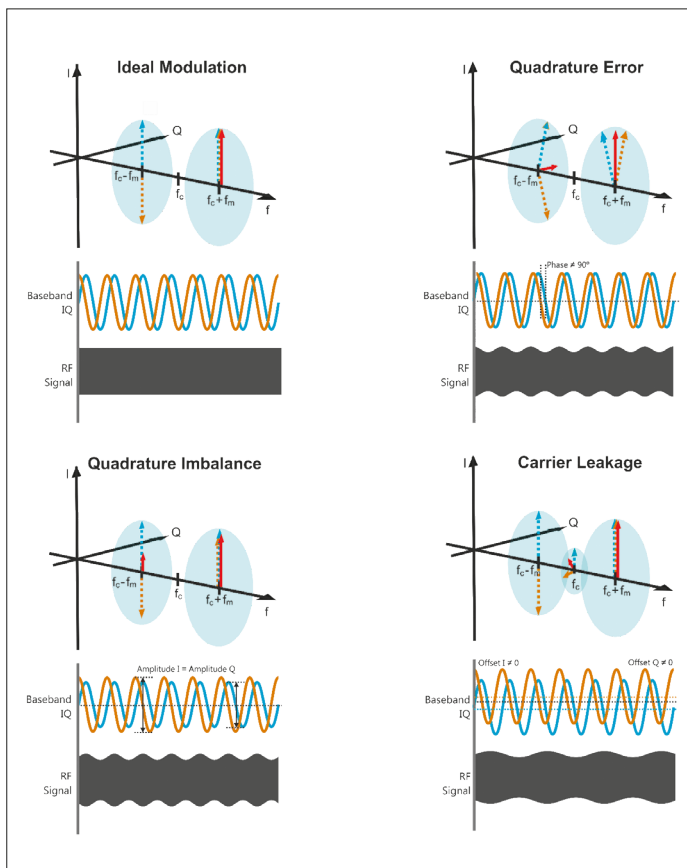


Bild 1: Ideale Modulation und verschiedene Beeinträchtigungen

a) ist das traditionelle I/Q-Erzeugungsschema dargestellt. Zwei Kanäle werden zur Erzeugung der I- und Q-Komponenten verwendet, um einen I/Q-Modulator zu speisen. Die erforderliche Abtastrate für den AWG hängt von der Modulationsbandbreite ab, nicht von der Trägerfrequenz. In b) wird ein einkanaliges AWG zur Erzeugung eines modulierten ZF-Signals verwendet, das einen Mischer speist. Der Mischer wandelt das ZF-Signal auf die endgültige Frequenz. In diesem Fall wird die Abtastrate hauptsächlich durch die ZF-Trägerfrequenz bestimmt. In beiden Fällen ist eine zusätzliche LO-Quelle erforderlich. Wenn die Abtastrate ausreichend ist (also mindestens das Doppelte der Trägerfrequenz beträgt), kann das endgültige HF-Signal wie in c) direkt erzeugt werden, ohne externen Mischer, Modulator oder LO-Quelle. Es ist sogar möglich, HF-Signale jenseits der Nyquist-Frequenz zu erzeugen, indem Images des Signals

in Nyquist-Bändern höherer Ordnung verwendet werden, siehe d). Normalerweise ist ein Bandpassfilter erforderlich, um die unerwünschten Images zu beseitigen.

Eine andere Möglichkeit, modulierte HF-Wellenformen zu erzeugen, ist die Verwendung eines AWGs zur Erzeugung eines vollständig modulierten ZF-Signals mit einem einzigen Kanal, um es dann mit einem externen Mischer auf die endgültige Trägerfrequenz hochzumischen, siehe b). Dieses Schema erfordert einen zusätzlichen CW LO zur Speisung des Mixers. Der Vorteil dieser Architektur ist, dass die I/Q-Modulation des ZF-Trägers numerisch erfolgt, wenn die Wellenform berechnet wird. Infolgedessen gibt es keine I/Q-Abgleichfehler (Amplitude, Frequenzgang, Schräglage, Quadratur). Die Anforderungen an die Abtastrate sind jedoch höher. Sie muss mindestens das Doppelte der maximalen Frequenzkomponente der ZF-Wellenform betragen und damit immer höher sein als das Doppelte der Trägerfrequenz und der Modulations-BW.

Die I/Q-Modulation ist sehr empfindlich gegenüber Ungenauigkeiten, die die I- und Q-Komponenten und die orthogonalen f_c -Träger, die auf sie angewendet werden. Eine gute Möglichkeit, den Einfluss dieser Ungenauigkeiten zu veranschaulichen, ist die Anwendung von zwei FM-Sinuswellen mit einem Phasenunterschied von 90° .

Bild 1 zeigt, dass in einer perfekten Situation die modulierten I- und Q-Komponenten in einem der $f_c \pm f_m$ -Seitenbänder addiert und im anderen aufgehoben werden (oben links). Wenn die Amplituden der I- und Q-Komponenten nicht gleich sind, ist die Auslöschung nicht perfekt, und die Beeinträchtigung der Quadratur-Unsymmetrie wird sichtbar (unten links). Wenn die relative Phase der Träger nicht genau sind, tritt eine unerwünschte Restsinuswelle auf, was zur Beeinträchtigung (Quadraturfehler) führt (oben rechts). Wenn schließlich eine Gleichstromkomponente zu einer der modulierenden Sinuswellen oder dem Träger hinzugefügt wird, erscheint ein unerwünschter Restträger (unten rechts), bekannt als Carrier Leakage.

In der Praxis kann es noch weitere lineare und nichtlineare Beeinträchtigungen mit ähnlichen Auswirkungen geben. Da jedes komplex modulierte Signal als Addition von unendlichen Sinusschwingungen betrachtet werden kann, führen diese Beeinträchtigungen dazu, dass sich das Signal selbst stört und der Signal/Rausch-Abstand verringert wird. Die Identifizierung und Messung dieser Beeinträchtigungen ist notwendig, um Kor-

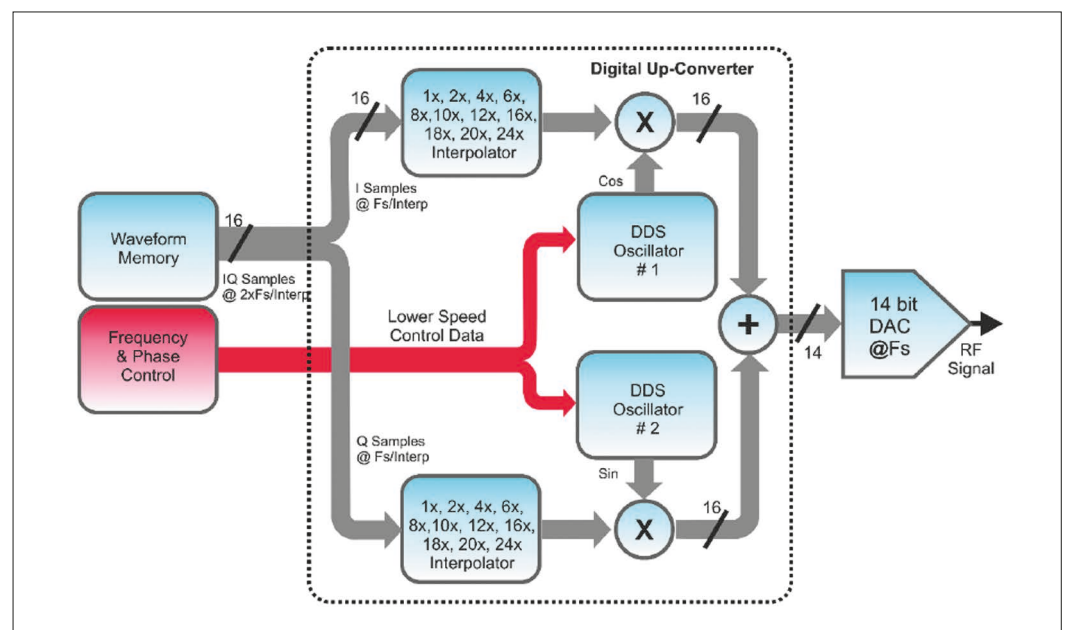


Bild 2: Blockdiagramm des für jeden DAC implementierten DUC im Gerät Proteus (s. Originalquelle)

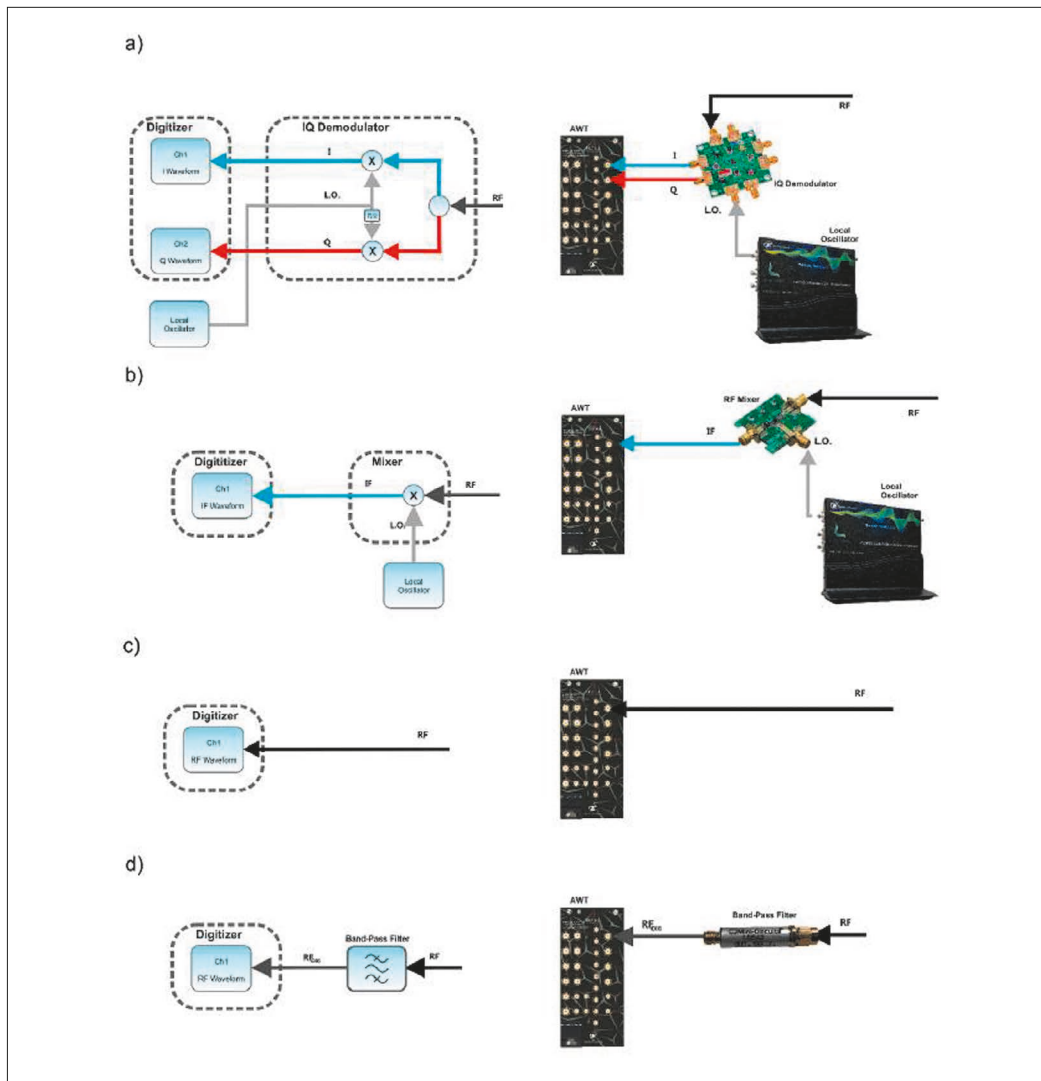


Bild 3: Erfassung von HF-Signalen mit einem Digitizer

rekturen zu ihrer Verringerung vorzunehmen. Dies kann recht schwierig und zeitaufwändig sein. Bei der numerischen Quadraturmodulation gibt es dieses Problem nicht, da sich alle Komponenten ideal verhalten.

Jeder AWG kann komplexe modulierte ZF/HF-Signale erzeugen, indem einfach die vollständige modulierte Wellenform berechnet und in den Wellenformspeicher übertragen wird. Die Abtastrate für die berechnete und die erzeugte Wellenform ist die gleiche und hängt mit der Trägerfrequenz zusammen.

Bild 2 zeigt einen anderen Ansatz, bei dem ein DUC (Digital Up-Converter) in Hardware implementiert wird. Der wichtigste Vorteil besteht darin, dass der Wellenformspeicher kom-

plexe Abtastpaare (I/Q) speichert, die intern an zwei verschiedenen Multiplizierern demultiplext werden und mit zwei orthogonalen Trägern kombiniert, die von zwei NCOs mit der gleichen Frequenz (f_c) und 90° Phasenversatz stammen. Da die I- und Q-Wellenformen nicht mit der Trägerfrequenz verbunden sind, können diese Wellenformen mit einer für die Modulationsbandbreite ausreichenden Rate abgetastet werden (grundsätzlich: Abtastrate $\gg$ Modulations-BW). Um die Ausgangsabtastrate und die Abtastrate der Basisband-Wellenformen anzugleichen, muss ein zusätzlicher Interpolationsblock hinzugefügt werden. In echten DACs sind die Interpolationsfaktoren auf eine Reihe ganzzahliger Werte

beschränkt, sodass eine ganzzahlige Beziehung zwischen der Eingangs- und der Ausgangsabtastrate besteht.

Dieses Schema hat mehrere Vorteile, da Speicherplatz und Rechenzeit eingespart werden und der f_c -Wert geändert werden kann, ohne dass die Wellenform neu berechnet werden muss, sogar während des Betriebs.

Die Erfassung komplexer HF-Signale

nach den in Bild 3 skizzierten Prinzipien zeigt, dass sie mit einem Digitalisierer ziemlich symmetrisch zu der Art und Weise ist, wie man sie mit AWGs erzeugen kann, wobei der Signalfluss in die entgegengesetzte Richtung verläuft.

Ein externer I/Q-Demodulator kann zwei Digitalisiererkkanäle speisen (a), oder ein Mischer kann ein ZF-Signal mit einer niedrigeren Frequenz erzeugen, das mit einem Kanal digitalisiert wird (b). Wenn die Abtastrate und die analoge BW ausreichend sind, kann das HF-Signal direkt in der ersten Nyquist-Zone des Digitalisierers (c) oder in einem Nyquist-Band höherer Ordnung durch Unterabtastung (d) erfasst werden. In diesem Fall muss ein Bandpass alle Signale entfernen, die sich in den anderen Nyquist-Bändern befinden, falls vorhanden.

Wenn die Abtastrate des AWG hoch genug ist, kann schließlich ein modulierter HF-Träger direkt erzeugt werden (Aufmacher, c). In diesem Fall sind die Anforderungen an die Abtastrate noch höher, da die endgültige Trägerfrequenz höher ist als jede Zwischenfrequenz. Es stimmt, dass die ENOB (Effective Number of Bits) mit steigender Abtastrate abnimmt, aber das resultierende Quantisierungsrauschen wird über ein breiteres Band verteilt, sodass die Rauschleistungsdichte nicht so stark zunimmt. Wenn die Abtastrate für die Zielträgerfrequenz nicht ausreicht, kann stattdessen ein Image verwendet werden, das in einem Nyquist-Band höherer Ordnung liegt, wenn es die analoge BW erlaubt (Aufmacher d). Üblicherweise wird am Ausgang ein Bandpass angeschlossen, um die unerwünschten Images zu beseitigen. Der Hauptvorteil dieses HF-Erzeugungsschemas ist seine Einfachheit, da keine externen Mischer, Modulatoren oder LO-Quellen erforderlich sind.

Die direkte ZF/HF-Erzeugung erfordert höhere Abtastraten, aber weniger Kanäle als die Basisband-Erzeugung. Eine höhere Abtastrate führt zu einem größeren Wellenformspeicher, wenn das gleiche Zeitfenster erzeugt werden muss. Um diese Anforderungen zu stemmen, haben einige HF-orientierte AWGs einen internen Echtzeit-I/Q-Modulator oder DUC (vgl. Bild 2). Das Schöne an der Echtzeit-I/Q-Modulation

ist, dass sie mit einem idealen Interpolationsblock verbunden ist, sodass die I/Q-Abtastwertepaare (die jetzt zusammen und verschachtelt im selben Wellenformspeicher gespeichert sind) dem DAC-Block mit einer viel niedrigeren Abtastrate zugeführt werden können, die durch die Modulations-BW definiert ist, sodass Wellenformspeicher und Berechnungs- und Übertragungszeit stark reduziert werden. Außerdem kann die Trägerfrequenz geändert werden, ohne dass die I/Q-Wellenform verändert wird, indem man die NCOs einfach auf die neue Frequenz setzt.

Die gleichen grundlegenden Architekturen lassen sich auch auf die Erfassung modulierter HF-Signale mit DSOs oder Digitalisierern übertragen (vgl. Bild 3). Insbesondere ist es möglich, ein HF-Signal auch jenseits des ersten Nyquist-Bandes durch Unterabtastung direkt zu erfassen, wenn die analoge BW des Digitalisierers hoch genug ist. Dazu muss die Mitte des genutzten Nyquist-Bandes auf das zu erfassende HF-Signal ausgerichtet werden durch Einstellen der geeigneten Abtastrate (Bild 4 a). Auf diese Weise erscheint die Wellenform als Image im ersten Nyquist-Band. Je nach verwendetem Nyquist-Band wird das Spektrum des Image-Signals im ersten Nyquist-Band invertiert. Jedes andere Signal in einem anderen Nyquist-Band kollidiert mit dem Zielsignal, sodass ein Bandpass am Eingang notwendig sein kann. Die Wellenform kann im Erfassungsspeicher abgelegt und anschließend weiterverarbeitet werden. Abtastrate und Speicherbedarf für die Erfassung sind an die ADC-Abtastrate gebunden. Die Wellenform des Digitalisierers kann jedoch in Echtzeit durch einen DDC (Digital Down Converter, b) und einen I/Q-Demodulator in das I/Q-Basisband umgesetzt und dezimiert werden, sodass die endgültige Abtastrate gleich oder höher als die Modulations-BW und nicht durch die Trägerfrequenz

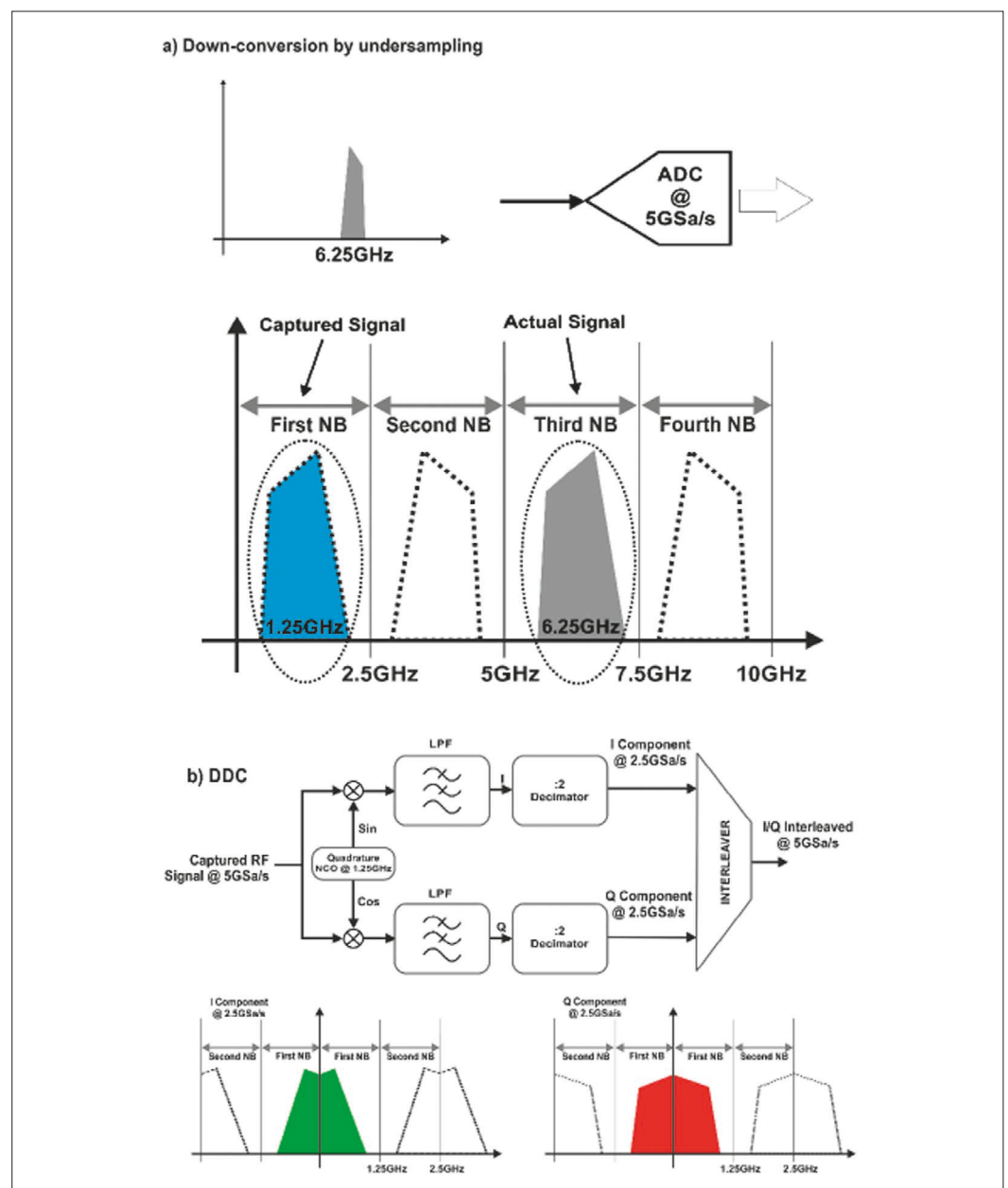


Bild 4: Erfassung von HF-Signalen mit dem Proteus-Digitalisierer

festgelegt ist. Dies führt auch zu einem „Verarbeitungsgewinn“ (in effektiven Bits), der durch die ursprüngliche Überabtastung im Vergleich zur Abtastung nach der Dezimierung entsteht. Eine niedrigere Abtastrate führt zu einem geringeren Speicherbedarf für die Wellenform und, was noch wichtiger ist, zu einer schnelleren Verarbeitung der Wellenform, was für die Steuerung im geschlossenen Regelkreis von entscheidender Bedeutung ist.

Um ein von einem Digitalisierer erfasstes HF-Signal speichern

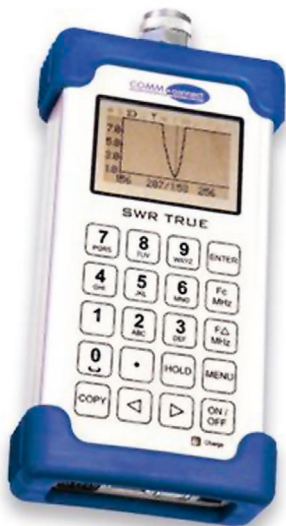
und verarbeiten zu können, muss es ordnungsgemäß digitalisiert werden. Wellenformen, die von einem ADC erfasst werden, können als Wellenformen modelliert werden, die im ersten Nyquist-Band ($DC-SR/2$) liegen. Wenn die analoge BW des ADC und die Aperturzeit der S/H-Schaltung klein sind, kann jede Wellenform, die vollständig in eines der Nyquist-Bänder unterhalb der analogen BW des Digitalisierers passt, erfolgreich erfasst werden, da sie abwärts konvertiert wurde, vgl. Bild 4 a). Je nach verwendetem Nyquist-Band wird die erfasste Wel-

lenform im Frequenzbereich umgedreht. Jedes BW-begrenzte Signal im ersten Nyquist-Band kann durch Anwendung eines DDCs in komplexe Basisbandkomponenten (I/Q) heruntergewandelt werden. Auch hier ist das DDC-Blockdiagramm dem eines DUC sehr ähnlich, nur dass die Signale in die entgegengesetzte Richtung fließen, vgl. Bild 4 b). Die Abtastrate kann je nach Modulationsbandbreite des Signals reduziert werden (durch Dezimierung). Dies verbessert die Anforderungen an die Speicherung der Wellenform und die Signalverarbeitung. ◀

Welligkeit auf HF-Leitungen

Antennenanpassung ohne Formeln erklärt

Das SWR gilt als „das“ Qualitätskriterium für ein Antennenspeisesystem. Doch lauern hier Denkfallen und Verständnisklappen, die zu Fehlinterpretationen führen können. Davor schützt ein umfassendes Wissen, das unser Beitrag vermittelt – mit dem Anspruch, ohne Formeln auszukommen.



Damit der Leser über die Formelfreiheit hinaus möglichst mühelos eventuelle Wissenslücken schließen kann, hat der Autor diejenigen Fragen, bei denen nach seiner Ansicht Unklarheiten bestehen könnten, formuliert und beantwortet.

Was bedeutet „Stehwelle“?

Die Begriffe „Stehwelle“ oder „stehende Wellen“ sind ebenso verbreitet wie irreführend. Denn eine Welle kann nicht stehenbleiben. Trifft sie auf ein Hindernis, so wird sie reflektiert, absorbiert oder gestreut. Auf einer Antennenleitung kommt es durch deren Dämpfung zur Absorption und durch Fehlabschluss zur Reflexion. Dabei überlagert der reflektierte Anteil den immer noch aus Richtung der Quelle kommenden Anteil der Welle. Gemäß den Gesetzen der Überlagerung von Spannungen und Strömen bilden sich nun, ausgehend von der Reflexionsstelle, auf dem Weg zwischen Quelle und Reflexionsstelle Gesamtspannungen und Gesamtströme aus. Da sich hinein- und reflektierter Anteil mit der gleichen Geschwindigkeit fortbewegen, entstehen bei einem kontinuierlichen Signal zwischen Quelle und Reflexionsstelle an jedem Ort stabile Gesamtspannungen bzw. -ströme. Ist die Leitung lang genug, sind ortsfeste Maxima und Minima zu konstatieren, wobei letztere bei Totalreflexion null erreichen. Trägt man den Verlauf der Gesamtspannung oder des Gesamtstroms über der Leitung auf, so ergibt sich ein welliger Verlauf. Statt von „Stehwelle“ oder „stehenden Wellen“ sollte man besser von „Welligkeit“ sprechen.

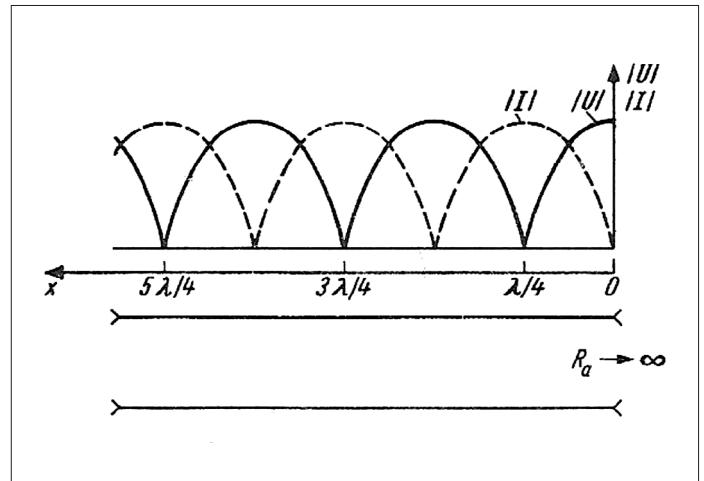


Bild 1: Strom (gestrichelt) und Spannung (ausgezogen) bei Leerlauf

Wo liegen Minima und Maxima?

Ist der Abschlusswiderstand ohmsch und größer als der Wellenwiderstand, liegt ein Spannungsmaximum am Ende der Leitung. Bild 1 illustriert den Extremfall der offenen Leitung. Ist der Abschlusswiderstand ohmsch und kleiner als der Wellenwiderstand, liegt ein Spannungsminimum am Ende der Leitung. Im Extremfall der kurzgeschlossenen Leitung ist

die Spannung natürlich null (Bild 2).

Zwecks Unabhängigkeit von Signalfrequenz und Verkürzungsfaktor gibt man die Länge einer Leitung bekanntlich in Signalwellenlängen (λ) auf der Leitung an. Ebenso ist das bei Abständen sinnvoll. Der Abstand zwischen Minima und Maxima beträgt $\lambda/4$. Minima/Nullstellen untereinander haben daher genauso wie Maxima untereinander den Abstand $\lambda/2$.

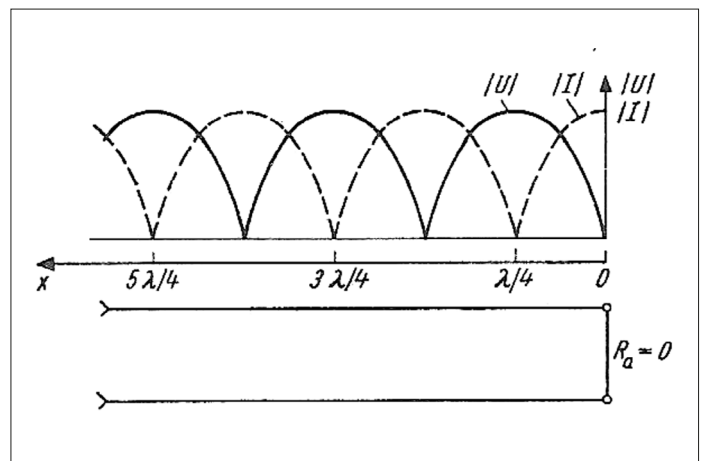


Bild 2: Strom (gestrichelt) und Spannung (ausgezogen) bei Kurzschluss

Vorgänge auf HF-Leitungen lassen sich mit verschiedenen Methoden betrachten. Im akademischen Bereich pflegt man die Herangehensweise mithilfe der Leitungsgleichungen. Dr. David Walker hat diesen Beitrag nicht nur hilfreich begutachtet, sondern auch auf diese Weise überprüft. Dafür vielen Dank! Die Arbeit kann unter walker.d@t-online.de abgefordert werden.

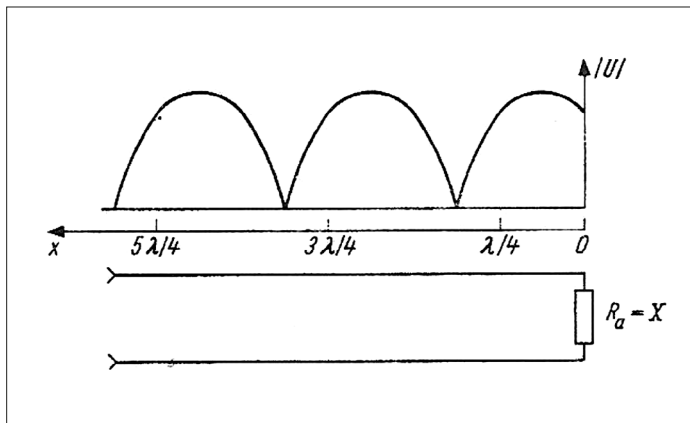


Bild 3: Strom (gestrichelt) und Spannung (ausgezogen) bei Blindlast
(Widerstand soll L oder C bzw. X_L oder X_C symbolisieren)

Wie beeinflusst eine Blindkomponente die Welligkeit?

Wird eine Leitung mit einem induktiven oder kapazitiven Blindwiderstand X abgeschlossen, dann kommt es zur Totalreflexion, da ein Blindwiderstand zwar Energie speichern, aber nicht verbrauchen kann. Die Welligkeit ist nur längs der Leitung abhängig vom Verhältnis aus Wellenwiderstand Z_w und X verschoben. Bild 3 skizziert das.

Welche Gesamtspannung stellt sich am Generator ein?

Da Minimum oder Maximum bei ohmscher Fehlanpassung am Ende liegen und sich bei Fehlanpassung mit X oder komplexer Fehlanpassung mit Z vom Ende aus definieren lassen und da sich weitere Minima/Maxima in festen Abständen von $\lambda/4$ ausbilden, muss die Spannung am Generator von der Leitungslänge mitbestimmt werden. Jetzt wird verständlich, warum die Darstellungen in Bild 1 bis 3 von der Lastseite ausgehen und zum Generator hin „offen“ sind. Man kann den angepassten (!) Generator gedanklich an jeder Stelle der Leitung platzieren, wobei dann die vorgezeichnete Gesamtspannung an ihm auftritt.

Was ist das SWR?

Auf einer am Ende angepassten Leitung kann keine Welligkeit entstehen, da nicht reflektiert wird. Das gilt auch bei fehlan-

gepasstem Generator. Mit steigender Fehlanpassung nimmt die Welligkeit zu, da ein immer größerer Anteil der hinlaufenden Welle zurückgeschickt wird. Minima und Maxima bilden sich daher immer deutlicher aus. Setzt man die Spannung im Maximum mit der Spannung im Minimum ins Verhältnis, so erhält man eine Zahl >1 . Dabei spricht man vom Stehwellenverhältnis (Standing Wave Ratio, SWR). Auch dieser Begriff irritiert, impliziert er doch, dass hier zwei Wellen ins Verhältnis gesetzt werden. In Wirklichkeit werden Maximum und Minimum der Gesamtspannung aus hin- und rücklaufender Welle ins Verhältnis gesetzt. Treffender würde man sagen „Welligkeitsfaktor“.

Wie groß kann das SWR werden?

Unendlich groß beim Auftreten von Nullstellen. (Die Division durch Null ist zwar nicht definiert, die Tendenz aber eindeutig.)

Warum die Abkürzung VSWR?

VSWR bedeutet Voltage Standing Wave Ratio. Das V weist also darauf hin, dass das SWR anhand von Spannungen gebildet wurde. Das V irritiert insofern, als sich auf Basis des Stromes bei verlustloser Leitung immer das gleiche Resultat ergeben würde, denn U und I zeigen dann die gleiche Form der Welligkeit. Dämpfung rechtfertigt somit das V. Jedoch hält der Autor

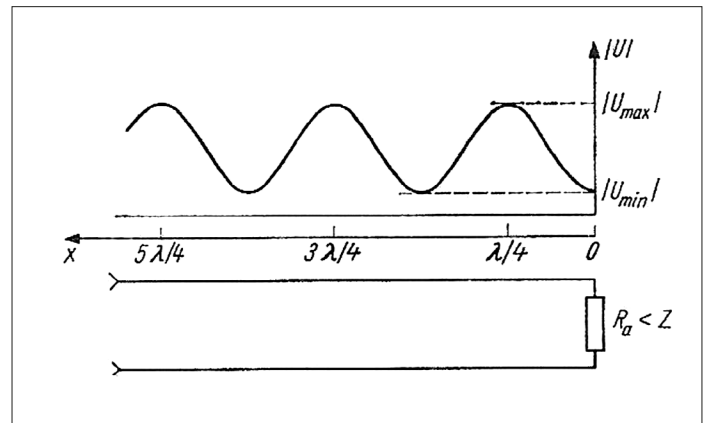


Bild 4: Spannung auf einer Leitung, die mit einem zu geringen Widerstand abgeschlossen ist

folgende Erklärungen für wahrscheinlicher:

1. Es ist einfacher, Spannungen an Leitungen zu messen als Ströme auf diesen.
2. Weil man deswegen die I-Welligkeit nicht feststellte, war man sich über die Formgleichheit nicht im Klaren.
3. Die Verläufe der Welligkeiten von U und I auf der Leitung sind um $\lambda/4$ verschoben.

Es sei festgehalten: Die Abkürzung SWR genügt. Ebenso überflüssig wie das V ist übrigens das :1, weil dieses immer auftritt. Also schreibe man doch statt $VSWR = 2,3:1$ besser $SWR = 2,3$. Man sollte auch die Abkürzung SWV (Stehwellenverhältnis) vermeiden, denn es wurde ja auch bei anderen Abkürzungen wie SNR, CMRR oder NPR das „Ratio“ nicht eingedeutscht.

Wie lässt sich Welligkeit zahlenmäßig erfassen?

1. auf die schon angesprochene klassische Art durch das Verhältnis von Maximum zu Minimum der Welligkeit

Etwa in Bild 4 lässt sich ein Verhältnis von $U_{\max}$ zu $U_{\min}$ von 4,3 ausmachen. Diese Methode hat mehr theoretische Bedeutung, da praktisch meist nur sehr umständlich durchführbar. Ein weiterer praktischer Mangel wird noch gezeigt.

2. durch mathematische Verknüpfung der Spannungen oder

Ströme der hin- und rücklaufenden Welle

Diese Methode beruht auf einem Richtkoppler und hat sich in der Praxis durchgesetzt, u.a., weil sie mit dem vorhandenen Sender möglich ist (also im laufenden Betrieb). Da die mathematische Verknüpfung nicht ganz einfach ist, hat man das Kreuzzeigerinstrument erdacht. Die grünen Linien auf der Skala in Bild 5 entsprechen SWRs von 1,3 bis 4, angezeigt wird knapp 1,6 bei ca. 22 kW Vorlauf und 1 kW Rücklauf. Auch ein Network Analyzer besitzt einen internen Richtkoppler und eignet sich daher für Antennenmessungen.

3. mit einer SWR- oder Antennen-Messbrücke

Die Antenne mit ihrer Leitung ist hier Teil einer Brückenschaltung. Zur Speisung der Brücke wird der Sender genutzt. Während des Betriebs muss man die Brücke aber entfernen.

4. mit einem SWR Analyzer oder Antenna Analyzer

Dieses Messgerät beruht ebenfalls auf einer Brückenschaltung, bringt aber einen eigenen Generator mit. Das Aufmacherfoto zeigt ein Beispiel aus der vielfältigen Angebotspalette des Marktes; es misst im Bereich 30 MHz bis 2,7 GHz (Bildquelle: www.lbagroup.com/products/swr-true-3013-wideband-hand-held-antenna-cable-rf-analyzer).



Bild 5: Impression von einem Kreuzzeigerinstrument der Fa. Rhode & Schwarz für einen Rundfunksender (Quelle: Wikipedia)

5. durch Verhältnissbildung von Abschlusswiderstand und Wellenwiderstand

Dazu muss der Abschlusswiderstand bekannt sein, was bei praktischen Antennen oft nicht der Fall ist.

Warum decken sich die Welligkeitsverläufe von U und I nicht?

Bei jeder Reflexion gibt es einen Phasensprung entweder bei U oder I des reflektierten Signals. Ob der Phasensprung bei U oder I passiert, darüber entscheidet die Art des Fehlabschlusses der Leitung: Ist der Außenwiderstand größer als der Wellenwiderstand, dann wird der Strom invertiert. Daher entsteht am Leitungsende ein U-Maximum. Ist der Außenwiderstand kleiner als der Wellenwiderstand, dann wird die Spannung invertiert. Daher nun ein U-Minimum. Der $\lambda/4$ -Versatz ist ein indirekter Beweis für den „Phasensprung“ und damit dafür, dass zur Quelle zurückkehrende Leistung mathematisch ausgedrückt negative Leistung ist.

Welchen Einfluss hat die Leitungsdämpfung?

Da die Leitungsdämpfung die Werte von U und I zum Leitungsende hin abfallen lässt, ist auch der Verlauf der Welligkeit über der Leitung nicht gleichförmig. Ist man sich darüber bewusst, dass ein Phasensprung bei U oder I erfolgt, so darf man vermuten, dass sich für diese beiden Szenarien bei gleichem Grad der Fehlanpassung (z.B. R_a entweder doppelt oder halb so groß wie Z_w) im Gegensatz zur verlustlosen Leitung verschiedene Verläufe der Welligkeiten bei U und I ergeben werden. Dass diese Vermutung richtig ist, wird später noch beispielhaft gezeigt.

Grundsätzlich gilt, dass das ermittelte SWR mit Abstand vom Ende der Leitung immer besser (niedriger) wird.

Der Grund ist leicht zu ermitteln: Die rücklaufende Welle wird auf dem Weg von ihrem Entstehungsort bis zum Messort natürlich weiterhin durch die verlustbehaftete Leitung gedämpft. Je näher am Generator man misst, umso größer ist die hinlaufende und umso kleiner die rücklaufende Größe. Somit muss zum

Generator hin das Verhältnis aus hinlaufender zu rücklaufender Größe wachsen. Treibt man diesen richtigen Gedanken ins Extreme und nimmt an, dass die Dämpfung der Leitung so groß ist, dass die reflektierte Welle am Sender vernachlässigbar gering ist, so sieht man ein, dass man dort ein SWR nahe 1 messen muss. An der Antenne kann das SWR hingegen 10 oder 20 betragen.

Das „richtige“ SWR liefert Methode 5; es ist am schlechtesten, da am Ende der Leitung gewonnen. Da die Beeinflussung des davon entfernt gemessenen SWRs lediglich von der Leitungsdämpfung abhängt, kann man eine Kurvenschar gemäß Bild 6 zeichnen. Die Größen an X- und Y-Achse könnten ebenfalls als Parameter dienen, sodass andere Diagramme mit identischem Informationsgehalt möglich (und in der Literatur zu finden) sind.

Die Methoden 2 bis 4 beziehen ihre Größen zur SWR-Bestimmung vom selben Punkt. Daher wirkt sich die Leistungsdämpfung bei allen vier Methoden

gleich aus; bei Methode 5 tut sie das gar nicht.

Anders bei der klassischen Methode. Diese ist bei einer nennenswerten Leitungsdämpfung besonders problematisch, denn sie beruht auf Größen, die um $\lambda/4$ entfernt auf der Leitung auftreten. Dies kann unerwartet heftige Auswirkungen haben, die hier einmal gezeigt werden sollen. Wegen der Verwirrung, welche sie stiften könnten, sei vorausgeschickt, dass sie vom Praktiker ignoriert werden können, da dieser das SWR so nicht ermittelt.

Die Leitung sei $\lambda/4$ lang, bereits dann ergeben sich einfach handhabbare Phasenverhältnisse und die beidseitigen Spannungen lassen sich einfach addieren. Um es noch einfacher zu haben, sei die Dämpfung der Leitung als Faktor ausgedrückt: 0,8 (2 dB). 10 V möge der angepasste Generator (keine Rückreflexion) einspeisen und 5 V sollen reflektiert werden. Das bedeutet weiter:

- 8 V (0,8 x 10 V) der hinlaufenden Welle am Ende
- 4 V (0,8 x 5 V) der rücklaufenden Welle am Anfang

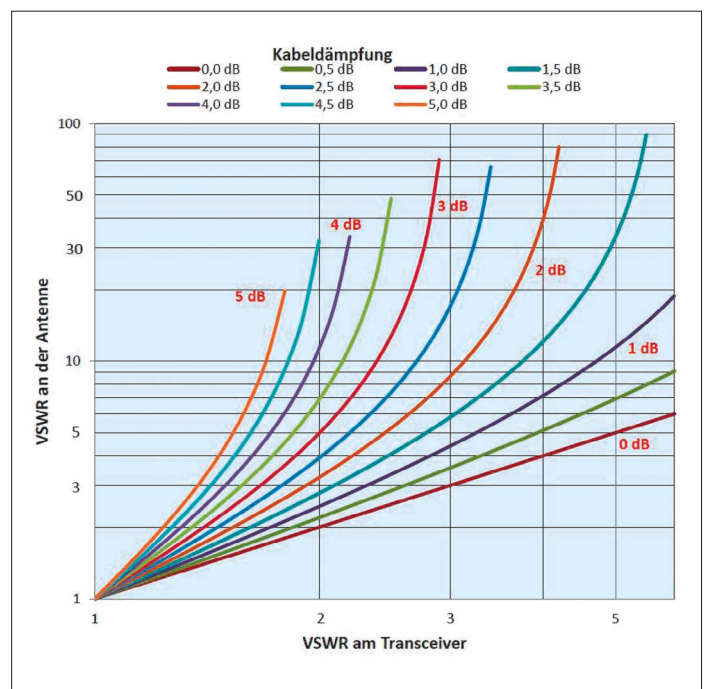


Bild 6: SWR am Sender und Dämpfung, SWR an der Antenne als Parameter (www.bv-westfalen.de/technik/messtechnik/welche-auswirkungen-hat-ein-schlechtes-swr/)

Nun gibt es zwei Szenarien:

1. R_a zu groß, daher kein Phasensprung bei der Spannung

- Gesamtspannung am Ende: $8\text{ V} + 5\text{ V} = 13\text{ V}$
- Gesamtspannung am Eingang: $10\text{ V} + (-4\text{ V}) = 10\text{ V}$
 $-4\text{ V} = 6\text{ V}$

Da das 4-V-Signal $\lambda/4$ auf dem Hin- und nochmal $\lambda/4$ auf dem Rückweg zurückgelegt hat, wurde es um 180° in der Phase gedreht (Inversion).

- $\text{SWR} = 13\text{ V}/6\text{ V} = 2,17$

2. R_a zu klein, daher Phasensprung bei der Spannung

- Gesamtspannung am Ende: $8\text{ V} + (-5\text{ V}) = 8\text{ V} - 5\text{ V} = 3\text{ V}$

Die Begründung für das Minus ist auch hier der Phasensprung.

- Gesamtspannung am Eingang: $10\text{ V} + -(-4\text{ V}) = 10\text{ V} + 4\text{ V} = 14\text{ V}$

Zwei Minuszeichen hier einmal wegen dem Phasensprung und dann, weil das Signal auf Hin- und Rückweg um $\lambda/2$ in der Phase gedreht wurde.

- $\text{SWR} = 14\text{ V}/3\text{ V} = 4,67$

SWR 1,625 oder 4,67 – was stimmt denn nun? Oder stimmt beides nicht?

Ursache der Diskrepanz ist die Dämpfung! Zwar wurden in den Fällen 1 und 2 die Wellen gleich gedämpft (von 10 auf 8 V und von 5 auf 4 V), allerdings bilden sich die Gesamtgrößen anders, sodass die gedämpften Werte verschieden zur Geltung kommen. Ohne Dämpfung müsste sich demnach Übereinstimmung ergeben, und so ist es auch:

1. Lastwiderstand zu groß

- Gesamtspannung am Ende: $10\text{ V} + 5\text{ V} = 15\text{ V}$
- Gesamtspannung am Eingang: $10\text{ V} + (-5\text{ V}) = 5\text{ V}$

$\text{SWR} = 3$

2. Lastwiderstand zu klein

- Gesamtspannung am Ende: $10\text{ V} + (-5\text{ V}) = 5\text{ V}$
- Gesamtspannung am Eingang: $10\text{ V} + -(-5\text{ V}) = 15\text{ V}$

$\text{SWR} = 3$

Warum hat die Dämpfung hier so viel Einfluss?

Die Diskrepanz zwischen den Ergebnissen ist so drastisch, weil jeweils Gesamtspannungen von beiden Seiten der Leitung ins Verhältnis gesetzt wurden, sodass die Dämpfung mit höchstmöglichem verfälschendem Effekt zur Geltung kommen konnte. Bei den Messmethoden 2 bis 4 ist das nicht der Fall, hier stammen alle Größen von einer gemeinsamen Stelle auf der Leitung.

Eine praktische Schwäche der Methode 1 beruht also darauf, dass die ins Verhältnis gesetzten Größen $\lambda/4$ voneinander entfernt liegen. Hier kann man noch einen Schritt weitergehen: Ausgehend von einem Maximum oder einem Minimum hat man, wenn die Leitungslänge es hergibt, die Wahl zwischen zwei Bezugspunkten auf der Leitung, einen nach rechts und einen nach links um je $\lambda/4$ entfernt. Dämpft die Leitung, dann wird man an diesen um $\lambda/2$ voneinander entfernten Punkten unterschiedliche Spannungen messen und somit verschiedene SWR-Werte erhalten.

Welche Leistungen ergeben sich?

Eine gute Frage, weil sie zur Bestätigung der verblüffenden Rechenergebnisse beitragen kann. Angenommen sei ein 50-Ohm-Kabel:

- hinlaufende Leistung Generatorseite: $(10\text{ V})^2/50\text{ Ohm} = 2\text{ W}$
- hinlaufende Leistung Lastseite: $(8\text{ V})^2/50\text{ Ohm} = 1,28\text{ W}$
- rücklaufende Leistung Lastseite: $(5\text{ V})^2/50\text{ Ohm} = 0,5\text{ W}$
- austretende Leistung: $1,28\text{ W} - 0,5\text{ W} = 0,78\text{ W}$
- Wert des zu großen Lastwiderstands: $(8\text{ V} + 5\text{ V})^2/0,78\text{ W} = 217\text{ Ohm}$
- Verhältnis Lastwiderstand/Wellenwiderstand: $217\text{ Ohm}/50\text{ Ohm} = 4,33$

Das ist das SWR nach Methode 5.

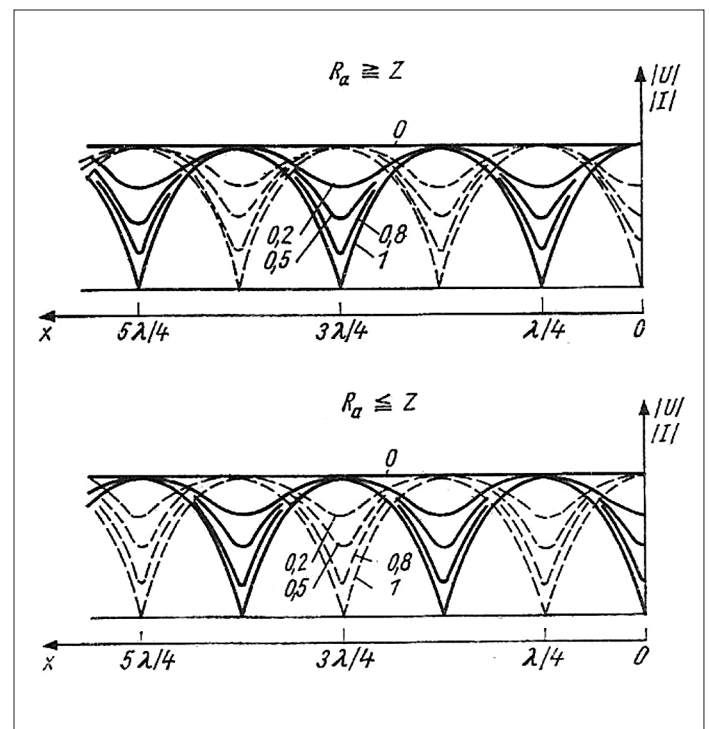


Bild 7: Strom (gestrichelt) und Spannung (ausgezogen) bei verschiedenen Reflexionsfaktoren. Unten soll illustriert werden, dass sich ein Reflexionsfaktor auch für den Strom errechnen lässt. Der Unterschied liegt nur im Vorzeichen

- Wert des zu kleinen Lastwiderstands: $(8\text{ V} - 5\text{ V})^2/0,78\text{ W} = 11,54\text{ Ohm}$

- Verhältnis Wellenwiderstand/Lastwiderstand: $50\text{ Ohm}/11,54\text{ Ohm} = 4,33$

Das ist das SWR nach Methode 5.

Es fehlt übrigens der Vollständigkeit halber noch die

- rücklaufende Leistung Generatorseite: $(4\text{ V})^2/50\text{ Ohm} = 0,32\text{ W}$

Diese wird komplett vom Generator wieder aufgenommen (Anpassung).

Die Methode 1 verwirrte also mit SWRs von 1,625 und 4,67, aber die Methode 5 liefert einheitliche SWRs von 4,33 bei zu großem wie zu kleinem Lastwiderstand. Ohne Dämpfung erhält man auch hier wieder ein SWR von 3 in beiden Fällen (es folgen nur die veränderten Daten):

- hinlaufende Leistung: $(10\text{ V})^2/50\text{ Ohm} = 2\text{ W}$
- rücklaufende Leistung: $(5\text{ V})^2/50\text{ Ohm} = 0,5\text{ W}$

- austretende Leistung: $2\text{ W} - 0,5\text{ W} = 1,5\text{ W}$

- Wert des zu großen Lastwiderstands: $(15\text{ V})^2/1,5\text{ W} = 150$

- Verhältnis Lastwiderstand/Wellenwiderstand: $150\text{ Ohm}/50\text{ Ohm} = 3$

Das ist das SWR nach Methode 5.

- Wert des zu kleinen Lastwiderstands: $(5\text{ V})^2/1,5\text{ W} = 16,7\text{ Ohm}$

- Verhältnis Wellenwiderstand/Lastwiderstand: $50\text{ Ohm}/16,7\text{ Ohm} = 3$

Das ist das SWR nach Methode 5.

Welche Ergebnisse würden die Methoden 2 bis 5 bringen?

Bekanntlich kann ein $\text{SWR} > 1$ durch eine zu kleine oder zu große Last zustande kommen. Den Methoden 2 bis 5 ist das gleichgültig. Sie würden bei vernachlässigbarer Kabeldämpfung für 150 und 16,7 Ohm Last als Ergebnis $\text{SWR} = 3$ liefern. Was man bei nur 2 dB Kabeldämpfung

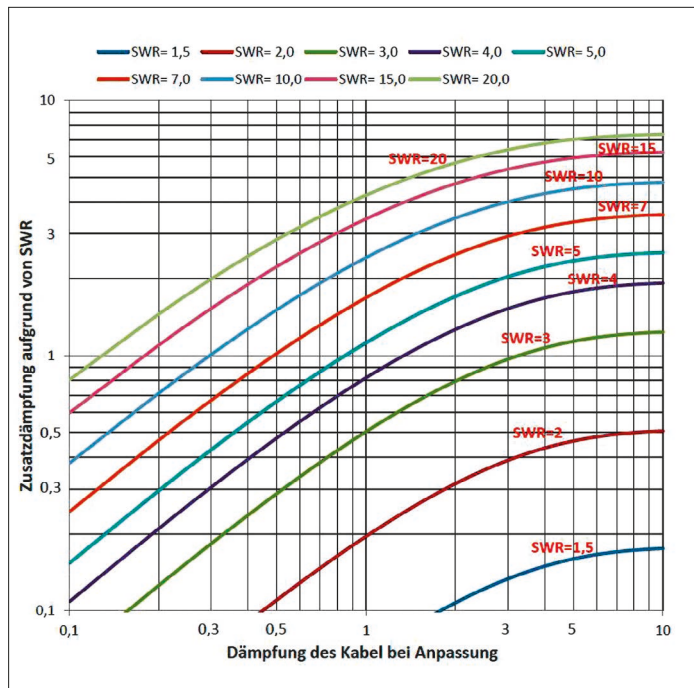


Bild 8: Diagramm zur Zusatzdämpfung (Quelle s. Bild 6)

fung messen würde, lässt sich aus Bild 6 ermitteln, nämlich $\text{SWR} = 2$. Man sieht daran: Ein isoliert angegebenes SWR ist eigentlich ziemlich wertlos. Vollwertig wären folgende Angaben:

- SWR an der Antenne: 3
- SWR am Sender bei 2 dB Leitungsdämpfung: 2

Welche Form hat Welligkeit?

Überlagern sich zwei Sinusgrößen gleicher Frequenz, so entsteht wieder ein sinusförmiges Signal. Dies könnte dazu verleiten, einen sinusförmigen Verlauf der Welligkeit anzunehmen. Damit wäre man jedoch einem Irrtum aufgesessen. Dieser besteht darin, dass man außer Acht gelassen hat, dass die Wellen und damit ihre Spannungen und Ströme auf einer Leitung aneinander vorbeieilen. Dies könnte dazu verleiten, die Form der Welligkeit von der Relativgeschwindigkeit abhängig zu machen. Etwa beim Verkürzungsfaktor 0,67 rückt die Wellenfront mit 200.000 km/s vor. Wegen der Nähe zur Lichtgeschwindigkeit darf man zwecks Ermittlung der Relativgeschwindigkeit nicht einfach addieren, sondern muss die sogenannte

Lorentz-Gleichung bemühen, die auf 277 km/s führt. Dieser Wert ist also, beweisbar durch die o.g. Abstände, bezüglich der Welligkeit belanglos.

Bild 7 zeigt Stehwellenverläufe bei zu großem (oben) und zu kleinem (unten) Lastwiderstand, U ausgezogen, I gestrichelt. Diese Darstellung lässt Folgendes vermuten:

1. Die Form der Welligkeit hängt vom SWR ab.
2. Ist das SWR unendlich groß (Nullstellen), gleicht der Verlauf (exakt oder annähernd) der Form eines gleichgerichteten Sinussignals
3. Je mehr das SWR sinkt, umso mehr gleicht sich die Form der Welligkeit der Sinusform an.

Zur Beachtung: Die Kurven werden an die mit 0 bezeichnete Gerade (keine Reflexion) angelegt. Das kann verunsichern, denn alle Spannungsmaxima müssten bei einheitlicher Skalierung über dieser Linie liegen. (Etwa in den obigen Rechnereien würde die Linie 0 ohne Leitungsdämpfung bei 10 V verlaufen, das Maximum der Stehwelle aber 15 V erreichen.)

Was ist ein Reflexionskoeffizient?

„Koeffizient“ kann je nach Fachgebiet mehreres bedeuten. In der Mathematik ist es u.a. ein Parameter, also eine Bedingung oder Nebenbedingung. So gesehen, passt der Ausdruck Reflexionskoeffizient gut in dieses Thema, denn er gibt Auskunft über den Grad der Reflexion und informiert durch sein Vorzeichen darüber, ob der Phasensprung bei U oder I erfolgt:

- Vorzeichen positiv: Phasensprung bei I
- Vorzeichen negativ: Phasensprung bei U

Der Reflexionskoeffizient lässt sich leicht errechnen, man benötigt lediglich:

- Außenwiderstand (Innenwiderstand der Signalquelle oder Lastwiderstand)

- Wellenwiderstand der Leitung
- Aus dem Reflexionskoeffizienten lässt sich daher das SWR nach Methode 5 errechnen. Auch vor einer komplexen Last muss der Reflexionsfaktor nicht kapitulieren, er wird dann selbst komplex.

Ist Anpassung auch beim $\text{SWR} > 1$ möglich?

HF-Leitungen können nicht nur HF-Leistung übertragen, sondern auch Impedanzen anpassen. Besonders ausgeprägt sind folgende Fälle:

- Eine Leitung der Länge $\lambda/4$ passt eine Impedanz, die kleiner als der Wellenwiderstand ist, an eine Impedanz an, die größer als der Wellenwiderstand ist.
- Eine Leitung der Länge $\lambda/2$ transformiert unabhängig von ihrem Wellenwiderstand 1:1.

Je weiter in beiden Fällen die äußeren Widerstände von Z_w differieren, umso größer ist die Welligkeit auf der Leitung. Das trägt entsprechende Zusatzverluste ein.

Geht man also von der angepassten Leitung ab und nutzt z.B. obige Möglichkeiten, dann ist Anpassung auch bei Welligkeit auf der Leitung möglich. Die

Methoden 1, 2 und 5 informieren dann lediglich über das SWR, nicht aber über die Anpassung. Die Methoden 3 und 4 informieren über die Anpassung, nicht aber über das SWR.

Was hat es mit den Zusatzverlusten auf sich?

Das Diagramm in Bild 8 informiert über zusätzliche Verluste infolge von Welligkeit. Diese sind darauf zurückzuführen, dass der reflektierte Anteil die Speiseleitung erneut durchlaufen muss und dabei wieder der Leitungsdämpfung unterliegt.

Im obigen Beispiel mit 2 dB Leitungsdämpfung und einem Antennen-SWR von 3 sind zusätzliche etwa 0,8 dB zu konstatieren. Die Gesamtdämpfung von 2,8 dB liegt nahe an 3 dB, was halbe Leistung bedeutet. Der Generator schickte $(10 \text{ V})^2/50 \text{ Ohm} = 2 \text{ W}$ in die Leitung, man kann also von etwas mehr als 1 W an der Antenne ausgehen. Das SWR von 3 dort bedeutet, dass davon 25% auf die Rückreise gehen, es gelangen also etwas mehr als 0,75 W zur Abstrahlung. Errechnet wurden 0,78 W.

Wie hängen SWR und Reichweite zusammen?

Nur wenn Sender-Ausgangswiderstand und Kabel-Wellenwiderstand gleich sind (einzige Bedingung, Generator-Innenwiderstand kann abweichen), dann lässt sich aus dem für die Antenne ermittelten SWR (im obigen Beispiel 3) auf den Leistungsverzicht schließen. Er beträgt beim SWR 2 11% und beim SWR 3 25%. Da sich die Reichweitenänderung aus der Wurzel des Leistungsverzichts ergibt, folgen für SWR 2 3,3% und für SWR 3 5% Reichweitenverzicht. Die Sorge um ein allzu niedriges Stehwellenverhältnis ist also in den meisten Fällen unbegründet. Statt sich darauf zu konzentrieren, sollte man besser auf eine geringe Dämpfung der Leitung achten. ◀

Der Aufstieg von Single-Pair Ethernet im IIoT

Ethernet war schon immer das Backbone-Netzwerk der Wahl, um die operative Technologie mit der Informationstechnologie zu verbinden. Besonders Single-Pair Ethernet hat Vorteile und Vorzüge.



Traditionell sind Netzwerkarchitekturen, die im industriellen Bereich eingesetzt werden, sehr vielfältig. Mit seinen etablierten Wurzeln in der Unternehmens-IT war Ethernet schon immer das Backbone-Netzwerk der Wahl, um die operative Technologie (OT) mit der Informationstechnologie (IT) zu verbinden.

Seit dem Aufkommen des Industrial IoT (IIoT) war die Verbindung aller Produktionsanlagen, wie Sensoren, Aktoren, Roboter und unzählige andere Geräte, jedoch in der Regel mit proprietären, herstellereigenen Netzwerken verbunden. Allerdings wird sich diese überholte Herangehensweise mit der Verfügbarkeit von Single-Pair Ethernet (SPE) ändern.

Herausforderungen der Konnektivität im industriellen Bereich

Von der Werkshalle bis zur obersten Etage zentralisiert die IIoT-Plattform Echtzeitdaten von Sensoren, Aktoren, Kameras und anderen Endpoints, um Fertigungsunternehmen einen verwertbaren Einblick in die Leistung ihrer Anlagen zu geben. Diese Informationen ermöglichen es ihnen, fundierte Entscheidungen in Bezug auf Steigerung der Effizienz, Optimierung der Produktivität und Verbesserung des Betriebs zu treffen.

Traditionell verwenden die Verbindungen zu diesen edge-basierten Geräten Feldbusprotokolle für die industrielle Automatisierung und sind auf speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) und Protokollkonverter oder Gateways angewiesen, um eine Verbindung zum Ethernet-Backbone herzustellen. Standards wie Profibus DP, DeviceNet und Modbus RTU sind Beispiele für die gängigsten Tech-

nologien. Aufgrund des stark fragmentierten Feldbussektors sind viele Vernetzungsmethoden proprietär, wodurch die Interoperabilität mit anderen Implementierungen zu einem erheblichen Problem wird. Außerdem sind sie oft sehr komplex und erfordern Fachwissen und qualifizierte Arbeitskräfte für Installation, Inbetriebnahme und Wartung.

Damit die Vorteile des IIoT genutzt werden können, ist ein offenes Protokoll nach Industriestandards erforderlich, das die Interoperabilität zwischen verschiedenen Implementierungen gewährleistet. Hier wäre Ethernet die naheliegende Wahl, dessen Geschwindigkeiten im Laufe der Jahre auf 1 Gbit/s gestiegen sind. Aber Ethernet fehlt ein wichtiger Leistungsparameter, und zwar der Determinismus. Deterministische Netzwerke tauschen Daten auf eine präzise Art und Weise mit einer definierten Latenzzeit aus.

Mehrere industrielle Feldbusprotokolle haben sich im Laufe der Jahre zu Ethernet-TCP/IP-Versionen weiterentwickelt. So entstand z.B. Profinet aus Profibus, EtherNet/IP aus DeviceNet und Modbus TCP/IP aus Modbus. Diese Ethernet-Derivate, zu denen auch solche wie EtherCAT gehören, haben sich in den letzten Jahren von 10BASE-T (10 Mbits/s) bis hin zu 1000BASE-T1 (1 Gbits/s) entwickelt. Sie bieten alle Vorteile des kommerziellen Ethernets, jedoch mit proprietären Modifikationen, die eine geringere Latenz und eben Determinismus bieten.

Obwohl die meisten Feldbussysteme und Realtime-Ethernet-Protokolle von der IEC in den Normen

61784/61158 standardisiert wurden, können Automatisierungsgeräte, die unterschiedliche Protokolle unterstützen, nicht miteinander arbeiten. Sie können oft nicht in einer gemeinsamen Netzwerkinfrastruktur koexistieren. Darüber hinaus gestaltet sich die Datenanalyse durch unterschiedliche Geräteinformationsmodelle arbeits- und zeitaufwändig.

Geändert hat sich das mit dem Ethernet Time Sensitive Networking (TSN), denn damit ist das Ethernet von vornherein deterministisch. TSN bezieht sich auf eine Reihe von IEEE-802-Standards, die Determinismus und Durchsatz in Ethernet-Netzwerken garantieren und damit Echtzeit-Ethernet branchenweit standardisieren. Allerdings endeten alle diese Ethernet-Derivate bisher an der letzten intelligenten Komponente der Maschine, weil Kabel und Steckverbinder zu groß waren, um Verbindungen zum kleinsten Sensor oder anderen Endgeräten zu realisieren.

Im Jahr 2016 initiierte die IEEE 802.3 Ethernet Working Group einen Vorstoß zur Schaffung eines einheitlichen Netzwerks. Dies sollte mit Single-Pair-Verkabelung eine Alternative zur fragmentierten Feldbuslandschaft bieten.

Die Automobilindustrie war eine der ersten Branchen, die die Vorteile des Einsatzes von Ethernet erkannte, denn somit konnten die in modernen Autos benötigten Datenraten erreicht werden. Wie in der Industrie wird auch im Automobilbereich eine Form der Feldbustechnologie, nämlich der CAN-Bus, für die Kommunikation zwischen dem elektro-



TTI, Inc.
www.tti.com



nischen Steuergerät (ECU) und den Sensoren und Aktoren eingesetzt. Die niedrige Datenrate von CAN (1 Mbit/s) oder sogar das schnellere CAN-FD (5 Mbit/s) reichten jedoch nicht mehr aus, um die vielen Kameras, Radare und LiDAR-Entfernungssensoren zu unterstützen, die in fortschrittlichen Fahrerassistenzsystemen (ADAS) eingesetzt werden.

Ethernet kann Datenraten von bis zu 400 Gbit/s liefern. Aber im Vergleich zu einem einpaarigen CAN-Bus würde die traditionelle 2- oder 4-paarige Ethernet-Verkabelung die Gesamtkosten und das Gewicht des Fahrzeugs erhöhen. Gemeinsam begannen Automobilhersteller mit der Entwicklung einer Reihe von Ethernet-Standards, die Datenraten im Bereich von 1 Gbit/s für Kurzstrecken-Kommunikationsverbindungen unter Verwendung von Single-Pair-Verkabelung bewältigen konnten. Das war der Beginn von xBASE-T1 SPE.

Konvergenz von der Cloud zur Feldebene

Für IIoT muss die industrielle Systemintegration herstellerunabhängig werden und eine durchgängige Interoperabilität vom Sensor bis zur Cloud ermöglichen. Dabei unterstützt die standardisierte Kommunikation die digitale Transformation über alle Branchen hinweg, auch in der Fabrik- und Prozessautomatisierung. Der lückenlose Zugriff auf Produktionsdaten und Prozessbedingungen erleichtert die Verfügbarkeit und Optimierung von Produktionsprozessen.

Kommunikationsstandards wie die Open Platform Communications Unified Architecture (OPC UA) standardisieren Gerätemodelle für die einheitliche Konfiguration und Diagnose von Geräten unterschiedlicher Hersteller im Netzwerk.

Besonders hervorzuheben sind die Ethernet-Technologien Advanced Physical Layer (APL) und Time-

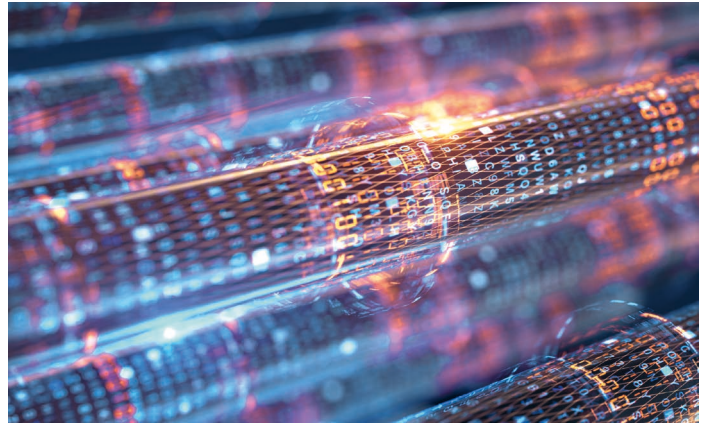
Sensitive Networking (TSN). APL ermöglicht eine nahtlose Ethernet-Konnektivität bis hinunter in die Feldebene und bietet Strom und Kommunikation über zwei Drähte mit langen Kabellängen und Eigensicherheit. Mit TSN wird Ethernet standardmäßig deterministisch, wodurch die Koexistenz von IT- und OT-Protokollen in einer gemeinsamen Netzwerkinfrastruktur möglich wird.

Die ursprüngliche 10BASE-T-Implementierung verwendet zwei Adern für die Übertragung der Daten und zwei weitere für den Empfang. Mit 10 Mbit/s ist dieser Standard viel schneller als das ursprüngliche Koaxialkabel für IT-Protokolle und verwendet CAT 5 oder höhere Kabel mit RJ-45-Steckern. Sie nutzt jedoch eine physikalische Sterntopologie mit einem logischen Bus und nicht die Bustopologie der Koax-Lösung. Diese Sterntopologie erfordert einen zentralen Hub oder Ethernet-Switch, der den Datenverkehr zwischen den Geräten abwickelt, die an seinen Ports angeschlossen sind.

Unter Ausnutzung dieser bestehenden IEEE 802.3u-Standardregeln überträgt 100Base-T, auch bekannt als Fast Ethernet, Daten mit 100 Mbit/s und erfordert CAT-5-UTP-Kabel. Die schnellste Form von Ethernet ist Gigabit-Ethernet (1000BASE-T) mit Datenraten bis 1 Gbit/s. Es erfordert die Verwendung von CAT 5 oder höherwertigen Kabeln und nutzt alle vier Paare.

Die meisten der heutigen industriellen Automatisierungsprofile basieren auf der 4-Paar-Ethernet-Spezifikation, wodurch die Kabelabmessungen und der zugehörige Steckverbinder sehr groß sind. Die Größe war für kommerzielle Anwendungen nie ein Problem, allerdings schränkte sie den Einsatz in industriellen Anwendungen ein. Von den stärkeren CAT-5e/6-Ethernet-Kabeln konnten beispielsweise weniger nebeneinander in einem Kabelkanal verlegt werden. Außerdem dauert es länger, sie zu verlegen und zu reparieren, was die Einsatz- und Inbetriebnahmezeiten verlängert. Neben der physischen Kabelgröße waren auch das Gewicht und der maximale Biegeradius limitierende Faktoren.

Der Erfolg von xBASE-T1 SPE in Automobilanwendungen führt zu



potenziellen Vorteilen der Weiterentwicklung des IEEE 808.3-Standards, damit IIoT auf Geräte der Feldebene ausgeweitet werden kann. Die SPE-Standards IEEE 802.3bw (100Base-T1) und IEEE 802.3bp (1000Base-T1) für den Einsatz in Fahrzeugen ermöglichen eine Ende-zu-Ende-Kommunikation mit ungeschirmten Twisted-Pair-Kabeln (UTP) für Entfernungen bis zu 15 m.

Im Vergleich zu CAT 6 Ethernet IEEE 802.3ab, das mit 125 MHz arbeitet und alle vier Paare verwendet, muss der Standard IEEE 802.3bp mit 600 MHz arbeiten, um die gleiche Datenübertragungsrate von 1 GBit/s (1000Base-T1) zu erreichen. Daher ist eine Abschirmung für Übertragungslängen von 15 bis maximal 40 m erforderlich.

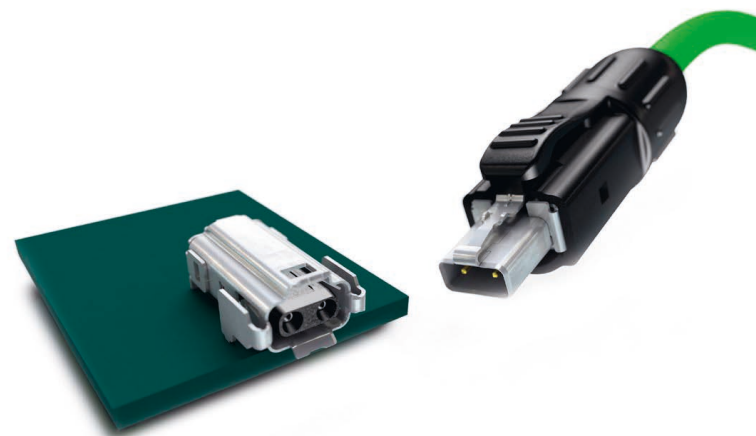
Für industrielle Netzwerkanwendungen ist die Variante IEEE 802.3cg von besonderem Interesse. Dieser Standard arbeitet mit 20 MHz, um Übertragungsraten von bis zu 10 Mbit/s über eine maximale Entfernung von 1000 m auf geschirmten Twisted-Pair-Kabeln (STP) zu ermöglichen. Dadurch können fast alle Feldbusse ersetzt werden. Der neuere Standard IEEE

802.3ch ermöglicht Datenraten von bis zu 10 Gbit/s (4 GHz) über eine Distanz von 15-m-STP-Kabel und erfüllt damit die Anforderungen hochauflösender Sensoren und Videoübertragungen.

Fernspeisung

Zusätzlich zu den Änderungen der Datenraten ermöglicht die als Power-over-Ethernet (PoE) bekannte Technik, die durch den IEEE 802.3at-Standard definiert ist, die Stromversorgung über das Ethernet-Kabel, über das auch die Datenübertragung erfolgt. PoE unterstützt die Abgabe von bis zu 25,5 W bei 48 V Gleichstrom und wird hauptsächlich in der Gebäudeautomatisierung und Kommunikationsinfrastruktur eingesetzt, um entfernte Geräte wie Überwachungskameras und drahtlose Zugangspunkte mit Strom zu versorgen. Die gleichzeitige Übertragung von Daten und Strom über „klassisches“ Industrial Ethernet erfordert zwei Kupferleitungspaare für Fast Ethernet (100 MB) und vier Paare für Gigabit Ethernet.

Wie PoE wurde auch die Fähigkeit, Geräte mit Strom zu versorgen,



speziell für den xBASE-T1 SPE-Markt entwickelt. Der Standard IEEE 802.3bu verwendet die Technik Power-over-Data Lines (PoDL). PoDL ermöglicht es, sowohl Daten als auch Strom über ein einziges Adernpaar bereitzustellen.

Diese Spezifikation umreißt zehn Klassen (0 bis 9) der Leistungsabgabefähigkeit von 0,5 bis 50 W am angeschlossenen Gerät. Jede Klasse bietet eine Reihe von Arbeitsspannungen und Maximalströmen, um die maximale Leistung zu liefern – bis zu 10 W bei 24 V und bis zu 50 W bei 48 V. Der neuere Standard IEEE 802.3cg fügt sechs weitere Klassen von PoDL-betriebenen Geräten hinzu (10 bis 15).

Für Datenübertragungsgeschwindigkeiten von 10 Mbit/s bis zu 100 Gbit/s wird typischerweise eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung (PtoP) verwendet. Alle diese Protokolle können mit PoDL für Fernspeiseanwendungen kombiniert werden.

IEEE 802.3cg definiert auch 10BASE-T1S als einen PHY, der auf zwei Arten eingesetzt werden kann – als PtoP-System mit einer Reichweite von mindestens 15 m und als Punkt-zu-Mehrpunkt-Kommunikation (PtoMP), auch Multi-Drop (MD)-Segment genannt. Bei dieser PtoMP-Topologie handelt es sich mehr oder weniger um ein „klassisches“ Bussystem mit mindestens 25 m Reichweite und bis zu acht Edge-Knoten. Leider unterstützt 10BASE-T1S noch nicht PoDL in PtoMP.

Der nächste Aspekt, den es zu berücksichtigen gilt, ist der Einsatz

von SPE in gefährlichen industriellen Bereichen mit anspruchsvollen Betriebsumgebungen. Hier ist besondere Aufmerksamkeit, vor allem in Bezug auf die Interkonnektivität, erforderlich.

Einsatz von SPE

Die Betriebsumgebung eines jeden Fertigungsprozesses kann sehr unterschiedlich sein. Extreme Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen sind an der Tagesordnung. Außerdem sind Stoßbelastungen und Vibrationen von Motoren, Aktuatoren und anderen beweglichen Komponenten zu berücksichtigen. Alle wirken sich auf die Zuverlässigkeit des Gesamtbetriebs und der Anlagen selbst aus, wodurch die Konnektivität zwischen diesen Anlagen und den Prozesssteuerungsanlagen an Bedeutung gewinnt.

Einer der auffälligsten Unterschiede zwischen xBASE-T1 SPE und den 4-Paar-Ethernet-Standards ist das Fehlen des RJ-45-Anschlusses. Dieses Steckverbinderformat war nie für industrielle Anwendungen geeignet; selbst in Büroumgebungen bricht der Verriegelungsmechanismus häufig.

Da längere Übertragungsstrecken anfälliger für EMV sind, erfordert der Standard IEC 63171 für Verbindungstechnik einen geschirmten Aufbau, der auch in rauer Industrieumgebung zuverlässig funktioniert. Bei IIoT-Implementierungen, bei denen der Schutz gegen Eindringen von außen von größter Bedeutung ist, wie z. B. in Abfüllanlagen, haben zwei der sechs auf diesem Standard basierenden Anschlussmethoden die Schutzart IP67.

Von diesen beiden Optionen hat der IEC 63171-5-Standard für industrielle M8-/M12-Steckverbinder für IIoT-SPE-Implementierungen an Beliebtheit gewonnen. Das metrische Rundsteckersystem ist eine der zuverlässigsten, belastbarsten und robustesten Verbindungstechniken. Die Steckverbindergröße M12 ist bereits Standard für die Sensor/Aktor-Verkabelung oder Datenübertragung. Mit der Verlagerung zu SPE und der Nachfrage nach Miniaturisierung wird die Größe M8 (1/3 der Größe von M12) immer beliebter.

Entsprechend integriert sich das SPE-Steckerfläch in die M8-Ausführungen mit Schraub-, Rast- und Push-Pull-Verriegelung. Bei der Baugröße M12 sind Schraub- und Push-Pull-Verriegelung genormt. Ein weiterer Vorteil der Verwendung des etablierten M8/M12-Formats für SPE-Implementierungen ist die Sicherstellung der Marktakzeptanz. Außerdem reduziert es die notwendigen Investitionskosten, da viele Anbieter entsprechende Gehäuseausführungen auf Lager haben.

Die Umstellung von einem 4- oder 8-poligen Kabel auf ein 2-adriges stellt den nächsten Meilenstein in der Netzwerktechnologie dar und wird alle Märkte und Branchen beeinflussen. Im Vergleich zu einem vierpaarigen CAT 6-Kabel, bei dem AWG 23-Leiter verwendet werden, ist ein einpaariges Kabel bis zu 60% leichter. Weniger Adern machen die Kabel auch dünner, was einen engeren Biegeradius bei der Installation und eine höhere Kabeldichte im Rack ermöglicht.

Die Rolle von Industriekonsortien

SPE bietet viele quantifizierbare Vorteile für IIoT und industrielle Automatisierung. Der wesentliche Vorteil von SPE ist die durchgängige IP-basierte Kommunikation mit einem einheitlichen Protokollstandard bis in die Feldebene, wodurch sich der Parametrier-, Initialisierungs- und Programmieraufwand im Vergleich zu Feldbus-Implementierungen reduziert. Es verwendet eine miniaturisierte M8/M12-Schnittstelle mit dünner, leichter und kostengünstiger Verkabelung, die den rauen Umgebungsbedingungen

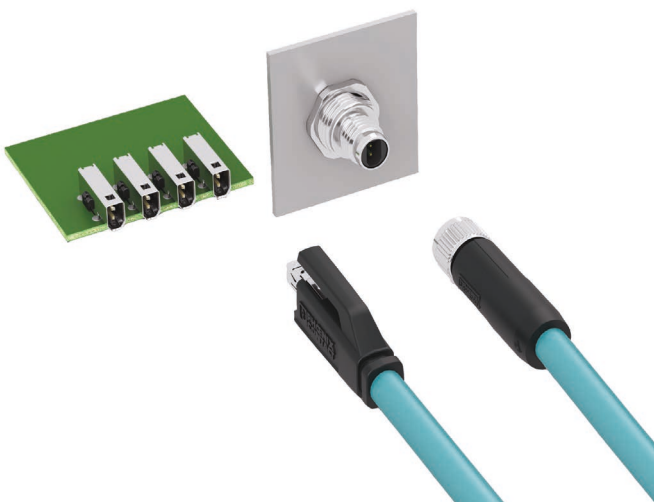


in der Fabrikhalle standhalten kann. Mehrere IEEE 802.3-Standards sind verfügbar, um Bandbreite, Leistung und Reichweite auszubalancieren, und weitere werden voraussichtlich bald folgen.

Dank SPE mit klassischem Industrial Ethernet werden bei neuen IIoT-Implementierungen zwischen-geschaltete SPS sowie Protokollkonverter oder Gateways überflüssig, was die Komplexität verringert und Kosten senkt. SPE bietet auch einen relativ kostengünstigen Aufrüstungspfad, wenn alte kabelgebundene Sensoren und Aktoren in bestehenden Systemen ersetzt werden, um eine bessere Leistung und einen höheren Stromverbrauch zu erzielen – und das alles mit einem einpaarigen Kabel.

Mit den IEEE 802.3-Standards bauen die Single-Pair Ethernet System Alliance und das Industriekonsortium Single-Pair Ethernet Industrial Partner Network das SPE-Ökosystem aus und arbeiten mit ihren Mitgliedern an der Entwicklung IP-fähiger Endgeräte und IEC 63171-Verbindungstechnologien.

SPE kann einen Großteil der aktuell vorhandenen Feldbussysteme ersetzen, was Gewicht und Platz spart und die Installationszeit reduziert. In Zukunft wird das Industrial Ethernet in vielen IIoT-Fällen die Koexistenz von ein- und vierpaariger Verkabelung erleben – SPE, das sich mit dem PoDL-betriebenen Feldgerät verbindet, und klassisches Ethernet, das sich nahtlos mit dem Unternehmensrechenzentrum und dem Produktionsmanagementsystem verbindet. Über seine zahlreichen Sensor- und Steckverbinder-Lieferanten, darunter AVX, Molex, TE Connectivity, Amphenol und Phoenix Contact, will TTI seinen Kunden helfen, den SPE-Standard besser zu verstehen und die Technologie effektiver in ihre IIoT-Anwendungen zu implementieren. ◀



Individuell und trotzdem prozesskonform

Selektivlöten lohnt sich auch bei kleinen Stückzahlen

Das maschinelle Selektivlöten ist ein in der Industrie lange etablierter Prozess. Der Artikel informiert rund um das Thema und bringt den Leser auf den neusten Stand.



Die Selektivlötanlage Novo von Nordson Select im Einsatz bei Elektrotechnik Weber. Dank eingebautem Kamerasystem lässt sich jeder Lötvorgang im Detail auf dem Monitor verfolgen

Mischbestückungen von Schaltungsträgern mit SMT- und THT-Bauteilen sind in der mittelständischen Elektronikindustrie allgegenwärtig. In aller Regel werden erst die SMDs bestückt, anschließend die bedrahteten Bauteile (Bild 1). Soll die Baugruppe vor der Weiterverarbei-

tung auch gewaschen werden, gibt es meist zwei THT-Durchläufe. Den ersten, bei dem alle Bauteile bestückt werden, welche das Waschen vertragen – und nach dem Waschen diejenigen Bauteile (wie etwa bestimmte Relais), welche nicht gewaschen werden dürfen.

Selektiv- oder Handlöten?

Während im Prototypenbau das Handlöten immer noch der häufigste THT-Prozess ist, sind Handlötlösungen in der Serie ver-

pönt und im Automotive-Umfeld ganz klar verboten. Und das hat seinen Grund. Denn beim Handlöten hängt die Qualität und die Prozessstabilität in erster Linie von der Person ab, welche lötet. Oder anders formuliert: Die Lötstelle ist nur so gut wie die Person, welche diese herstellt. Dazu kommen individuelle Parameter wie Tagesform und Aufmerksamkeit.

In Handarbeit entstandene Lötstellen sind damit im Prinzip alles Unikate. Klassische Problemfelder für Abweichungen oder unbefriedigende Ergebnisse sind zu niedrige oder zu hohe Temperatur, zu kurze oder zu lange Lötzeit, zu viel oder zu wenig Flussmittel. Diese Liste ließe sich durchaus fortsetzen.

In vielen Fällen bleiben solche prinzipiellen Schwachpunkte einer Elektronik ohne Folgen – sie können aber bei belasteten Baugruppen, also z.B. Wechselrichtern oder Ladeschaltungen, recht schnell zu Qualitätsproblemen im Feld führen.

Für das Selektivlöten spricht also:

- höhere Prozesssicherheit
- verlässliche Reproduzierbarkeit
- Flussmittelmenge exakt einstellbar
- Lötzeit für jeden Lötspot einstellbar – aber dann über alle Baugruppen gleich
- niedrige Kosten bei gleichzeitig hoher Qualität



Bild 1: Eine Baugruppe mit zahlreichen Steckverbindern und anderen THT-Bauteilen wird eingelegt. Im Hintergrund erkennt man den Löttiegel sowie die Kamerabeleuchtung

Autor:
Freddy Weber
info@etech-weber.de
www.etech-weber.de



Bild 2: Das Firmengebäude von Elektrotechnik Weber ist ein Effizienzhaus; geheizt wird zu einem großen Teil über die Abwärme der Maschinen. Das extrem weiche Wasser für das Reinigen der Leiterplatten stammt aus der eigenen Quelle. Benötigten Medien werden vor Ort erzeugt

Gelegentlich wird noch als Vorteil für das Handlöten angeführt, dass sich jede Lötstelle einer Baugruppe individuell behandeln lässt – doch das können moderne Selektiv-Lötanlagen, wie die Novo von Nordson Select auch.

Selektivlöten besteht aus drei Prozessschritten:

- Fluxen (Flussmittel auftragen)
- Vorwärmen (nur wenn nötig; siehe Praxistipps weiter unten)
- Löten
- Flussmittelauftrag

Zu viel Flussmittel kann nicht nur zu Lötfehlern führen – in vielen Fällen müssen die Rückstände nach dem Bestücken abgewaschen werden. Es lohnt sich also mehrfach, den Flussmittelauftrag exakt zu dosieren und an die Lötstellen anzupassen. Das selektive Fluxen redu-

ziert Verunreinigungen auf der Leiterplatte ebenso, wie den Flussmittelverbrauch – und damit letztlich die Fertigungskosten.

- Vorwärmen

Das Lot ist immer auf Temperatur. In einer Selektiv-Lötanlage wird das Lot in einem separaten Tiegel gehalten, der sich leicht auf bestimmte Temperaturen einstellen lässt. So lassen sich im Prinzip alle Arten von Loten verarbeiten. In diesem Tiegel herrscht eine Stickstoff-Atmosphäre, um zu verhindern, dass sich unerwünschte Oxide mit dem Luftsauerstoff bilden (Schlacke). Beim Lötvorgang strömt der Stickstoff mit dem Lot an der Lötstelle aus und sorgt für eine oxidfreie Verbindung. Nachhaltige Fertigungsdienstleister, wie etwa Elektrotechnik Weber aus Zandt, stellen den dafür benötigten Stickstoff mittels Luftzerleger vor Ort

selbst her (Bild 2) und ersparen der Umwelt damit aufwändige Transport von Industriegasen mittels Druck-Tankwagen.

- Löten mit der „Miniwelle“

Das maschinelle Selektivlöten ist ein in der Industrie lange etablierter Prozess. Technisch handelt es sich um eine „Miniwelle“, welche in zahlreichen Parametern einstellbar ist. In aller Regel wird die Lötquelle in x-, y- und z-Richtung bewegt, während das zu lötfende Objekt stillsteht. Die Höhe der Welle lässt sich durch die Pumpenleistung steuern. Überwacht man diese Höhe z.B. mit einem Kamerasystem, kann man die Pumpe entsprechend regeln und die Lötquelle dauerhaft reproduzieren. Angenehmer Nebeneffekt: Der Bediener kann den Lötvorgang, der ja in aller Regel unterhalb der Leiterplatte, und damit außerhalb des Sichtfeldes erfolgt, am Monitor problemlos überwachen.

Theoretisch ließen sich vergleichbare Ergebnisse auch mit einer Standard-Lötquelle und entsprechenden Aufnahmen und Masken für den Schaltungsträger erreichen. Damit wird die Entscheidung „Selektivlöten“ oder „Wellenlöten mit Abkleben“ eine Stückzahlenentscheidung.

Herausforderungen im Lötprozess

In aller Regel ist der Schaltungsträger, auf dem z.B. eine vielpolige Steckerleiste eingelötet werden soll, schon SMD-bestückt. Das heißt, dass es bestimmte Bereiche auf der Leiterplatte gibt, die sehr temperatursensitiv sind, etwa BGAs. Aber auch THT-Bauteile können temperaturempfindlich sein, etwa Elkos oder Miniaturtaster.

Gerade bei Steckverbindern (zahlreiche Pins in einer Reihe) besteht die Gefahr der Brückenbildung zwischen den Pins. Moderne Selektivlötanlagen, wie etwa die Novo, kompensieren das dadurch, dass die Lotzufuhr abrupt reduziert wird, unmittelbar bevor die Löt Düse abgezogen wird. Überschüssiges Lot wird dadurch vom Pin „abgesaugt“. Da nur die benötigte Lotmenge auf dem Pad verbleibt, sinkt die Gefahr der Brückenbildung enorm.

Klassische Fehlerbilder und ihre Ursachen

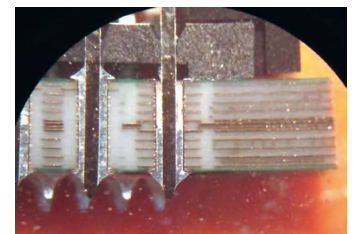


Bild 3: Die linke Durchkontaktierung ist gut gefüllt; rechts haben sich Fehlstellen gebildet. Der obere Meniskus ist so gut wie nicht vorhanden © Nordson

Bild 3 offenbart einen ungenügenden Füllgrad von Durchkontaktierungen. Ursachen:

- zu wenig Flussmittel oder ungünstiger Auftrag des Fluss-

mittels (z.B. Abschattung durch benachbarte Bauteile)

- Temperatur auf der Oberseite zu gering (vorwärmen?)
- von außen nicht erkennbare, große innenliegende Masseflächen, welche zu viel Wärme „absaugen“
- unpassendes Verhältnis zwischen dem Durchmesser des Bohrlochs und dem Durchmesser des Anschlussdrahts (Lead-to-Hole-Ratio); dieses sollte etwa bei 1,5:1 liegen (1,5 mm Bohrloch für 1 mm Anschlussdraht)

Bild 4 zeigt einen anderen Fehler: zu wenig Lot. Ursachen:

- zu wenig Flussmittel oder ungünstiger Auftrag des Flussmittels (z.B. Abschattung durch benachbarte Bauteile)

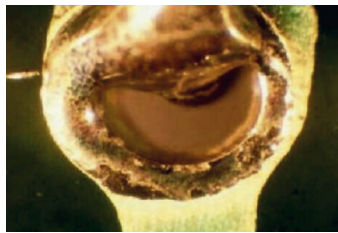


Bild 4: Bei dieser Lötstelle wurde zu wenig Lot aufgetragen; der Meniskus ist nur teilweise ausgebildet © Nordson

- Verweildauer der Lötwellen an der Lötstelle zu kurz
- schlechte Lötbarkeit der Kontakte (vorher reinigen?)
- verschmutzte Pads (Leiterplatte vorher waschen?)

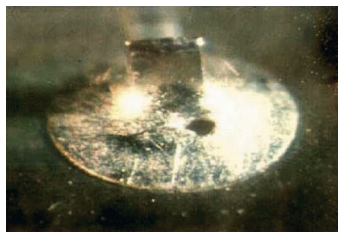


Bild 5: Fehlstelle – das Lot wurde z.B. durch ausgasendes Flussmittel – oder ausdampfende Feuchte frisch gewaschener Leiterplatten verdrängt © Nordson

Fehlstellen/Voids sieht man in Bild 5. Ursachen:

- Leiterplatte ist „zu kalt“ – vorwärmen?

- Flussmittel gast aus und verdrängt das Lot
- Leiterplatte ist feucht (unmittelbar zuvor gereinigt?)
- Lötstopmmaske ist noch nicht ausgehärtet

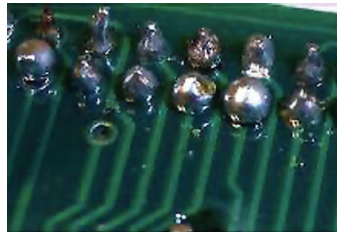


Bild 6: Lotperlen zeigen an, dass zu viel Lot aufgetragen wurde © Nordson

Zu viel Lot erkennt man in Bild 6. Ursachen:

- Lötwellen kommt zu nahe an die Leiterplatte
- Lötzeit ist zu lang
- Es wurde zu viel Flussmittel aufgetragen.
- Die Löttemperatur ist zu gering.
- Lot ist verunreinigt



Bild 7: Bei dieser Lötung ist eine ungewollte Brücke entstanden © Nordson

Eine Brückenbildung zeigt Bild 7. Ursachen:

- Lötwellen kommt zu nahe an die Leiterplatte
- ungenügende Benetzung mit Flussmittel
- Löttemperatur ist zu gering
- Lötzeit ist zu kurz

Ungenügender Durchstieg ist in Bild 8 zu erkennen. Ursachen:

- ungenügende Benetzung mit Flussmittel
- Oberseite der Leiterplatte ist „zu kalt“

- Leiterplatte ist verunreinigt (Bohrspäne?)
- Kontakte sind schlecht lötbar (vorher reinigen?)

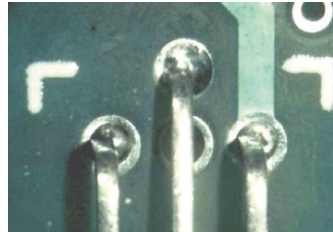


Bild 8: Während des Abkühlens hat der Durchstieg das noch flüssige Lot von der Lötstelle abgesaugt; die Lötstelle ist schlecht – und der Durchstieg vermutlich ungenügend gefüllt © Nordson

Versunkene Lötstellen zeigt Bild 9. Ursachen:

- ungenügende Benetzung mit Flussmittel oder generell falsche Einstellung des Fluxers

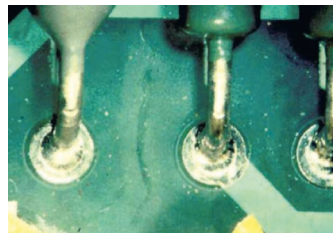


Bild 9: Diese Lötstellen sind teilweise „abgesoffen“. In die Bohrung nachströmendes Lot ist hier die Ursache © Nordson

- Oberseite der Leiterplatte ist „zu kalt“
- unpassendes Verhältnis zwischen Durchmesser des Bohrlochs und Durchmesser des Anschlussdrahts

Fertigungsprozesse mittels X-Ray qualifizieren

Während das geschulte Auge die richtige Ausbildung der Menisken „auf einen Blick“ sieht, ist die Beurteilung der Füllgrade von Durchstiegen mit dem bloßen Auge nicht zuverlässig möglich. Entsprechend werden bei Elektrotechnik Weber die ersten Muster durch eine detaillierte Röntgen-Inspektion der erzeugten Lötverbindungen überprüft. Werden unbefriedigende Lötstellen

entdeckt, werden die Einstellungen der Selektivlötanlage nachjustiert. Wenn alles passt, wird der Fertigungsprozess der (kleinen) Serie freigegeben.

Praxistipps

Häufig wird empfohlen, Baugruppen generell vorzuwärmen. Elektrotechnik Weber hingegen hat sich angewöhnt, jede Baugruppe detailliert zu betrachten – denn auch das Vorwärmen bedeutet thermischen Stress für Bauteile, der nach Möglichkeit vermieden werden sollte. Die Praxisempfehlung lautet daher: Beginnen Sie nach Möglichkeit gleich mit dem Selektivlöten (ohne Vorwärmen). Starten Sie dabei mit den am wenigsten temperatursensitiven Lötstellen, bei denen man die etwas schlechtere Lötbarkeit der „kalten“ Leiterplatte durch etwas längere Lötzeiten kompensieren kann; etwa bei einem Steckverbinder. Durch diese Lötungen erwärmt sich die Leiterplatte; die temperaturempfindlichsten Stellen werden zum Schluss und möglichst kurz gelötet.

Die vorgenannte Strategie funktioniert auch dann, wenn die Baugruppe nicht vorgewärmt werden darf.

Eine weitere Möglichkeit, thermischen Stress von empfindlichen Bauteilen fernzuhalten ist, nicht alle Anschlussbeine direkt nacheinander zu löten. Stattdessen sollte das Löten nach einem oder mehreren Anschlüssen unterbrochen werden, damit die Komponente etwas abkühlen kann. In dieser Zeit können z.B. andere Komponenten verlötet werden, ehe man die weiteren oder finalen Lötungen am ersten Bauteil vornimmt.

Bei größeren Stiftleisten hilft es, diese zunächst vorne und hinten kurz zu „punkten“ um ein Aufstehen während des Selektivlötens zu verhindern. Diese „gepunkteten“ Verbindung werden später nochmals mit den gleichen Einstellungen für alle Anschlüsse nachgelötet. ◀

Digitale Oszilloskope Der Weg zum professionellen Messen

Joachim Müller
Format 21 x 28 cm, Broschur, 388
Seiten,
ISBN 978-3-88976-168-2
beam-Verlag 2017, 24,95 €

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

- Verbindung zum Messobjekt über passive und aktive Messköpfe
- Das Vertikalsystem – Frontend und Analog-Digital-Converter
- Das Horizontalsystem – Sampling und Akquisition
- Trigger-System
- Frequenzanalyse-Funktion – FFT
- Praxis-Demonstrationen: Untersuchung von Taktsignalen, Demonstration Aliasing, Einfluss der Tastkopfimpedanz
- Einstellungen der Dezimation, Rekonstruktion, Interpolation
- Die „Sünden“ beim Masseanschluss
- EMV-Messung an einem Schaltnetzteil
- Messung der Kanalleistung



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

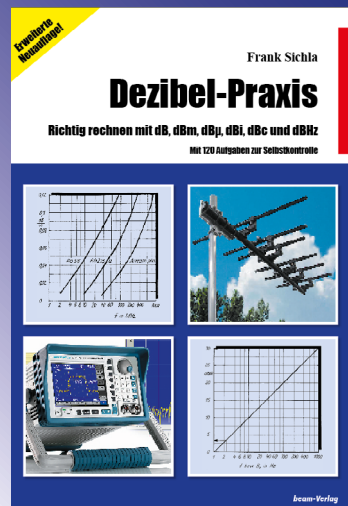
Im Anhang des Werks findet sich eine umfassende Zusammenstellung der verwendeten Formeln und Diagramme.

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

Dezibel-Praxis

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

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



Das Dezibel ist in der Nachrichtentechnik zwar fest etabliert, erscheint aber oft noch geheimnisvoll. Will man genauer wissen, was dahinter steckt, kann man zu mathematiklastigen und trockenen Lehrbüchern greifen. Darin stehen viele Dinge, die man in der Funkpraxis gar nicht braucht und die eher verwirren. Andererseits vermisst man gerade die „Spezialitäten“, denen man schon immer auf den Grund gehen wollte.

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

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

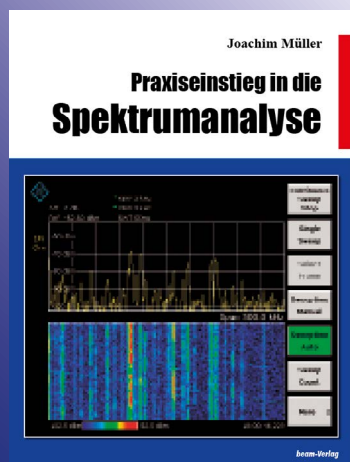
Praxiseinstieg in die Spektralanalyse

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 Spektralanalyser nach dem Überlagerungsprinzip
- Dynamik, DANL und Kompression
- Trace-Detektoren, Hüllkurvendetektor, EMV-Detektoren
- Die richtige Wahl des Detektors
- Moderne Analyser, FFT, Oszilloskope mit FFT
- Auswahl der Fensterung - Gauß, Hamming, Kaiser-Bessel



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

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

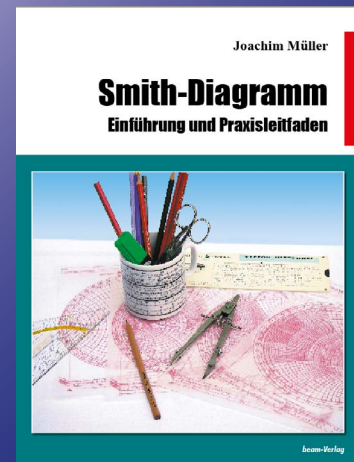
Smith-Diagramm Einführung und Praxisleitfaden

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
- Carter-Diagramm - Praxis mit dem Smith-Diagramm; Kompensation von Blindanteilen, Ortslinie über Frequenz
- Leitung als Transformator, elektrisch kurze bzw. lange Leitung, S-Parameter und Smith-Diagramm - Leitwert-Smith-Diagramm - Darstellung von Leitwerten im Smith-Diagramm, Parallelschaltung von Bauelementen - Grundelemente unter der Lupe - Ortslinien von Induktivitäten und Kapazitäten, das Bauelement Leitung - Stubs - Anpassung mit dem L-Glied - Hilfsmittel für die Arbeit mit dem Smith-Diagramm - Software - Messtechnik

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

Analyzer

5G/6G-fähig	42
AC/DC-Power	42
Antennen/Kabel	42
Logik	42
Modulations	42
PIM	42
Rauschzahl	42
Spektrum	42
(Vektor-)Netzwerk	42

Antennen

5G/6G/IoT-fähig	42
Aktiv	42
Breitband	42
Cassegrain/Parabol	43
Dipol	43
Feeds	43
GPS	43
Horn	43
Inhouse-Betrieb	43
konische, bikonische	43
Log-periodische	43
Mess	43
MiMo	43
Mobil	44
Module/Phased-Array	44
Multi-GNSS	44
NFC	44
Patch	44
Schlitz	44
Vertikal	44
Yagi	44
sonstige	44

Bauelemente

bedrahtete (THT)	44
Bias-Tees	44
Chip (SMT)	45
Dämpfungsglieder	45
Elektronenröhren	45
HF-Abschlüsse	45
HF-Übertrager/Baluns/Ununs	45
LTCC	45
luft- und raumfahrttaugliche	45
MEMS	46
Power-Splitter/-Combiner	46
SAW	46
variable (R.L.C.)	46
Verzögerungsleitungen	46

Chipsets

5G/6G	46
Bluetooth	46
CDMA	46
DECT	46
DVB	46
GSM	46
ISM	46
LTE	46
RFID	46
UMTS	46
WLAN	46
ZigBee	47

Dienstleistungen

ASIC-Entwicklung	47
Auftragsentwicklung	47
Beschichtung	47
Bestücken, Löten	47
Consulting	47
EMV-Messungen	48
Gutachten	48
HF-konfektioniert	48
Hybride, kundenspezifisch	48
ICs, kundenspezifisch	48
Kalibrier-Service	48
PCB/Layout-Service	48
Seminare/Workshops	48

Dioden

Avalanche	48
Gunn	49
IMPATT	49
Laser	49
LED/OLED	49
Photo	49
PIN	49
Rausch	49
Schottky	49
Step Recovery	49
Tunnel	49
Varactor	49

Elektromechanische Komponenten

Blitzschutz	49
Buchsen	49
Durchführungen	49
Gehäuse, 19-Zoll	49
Gehäuse, abgeschirmte (HF)	49
Gehäuse, Aluminium	50
Gehäuse, Kunststoff	50
HF-Dichtungen	50
Relais	50

EMV

Absorberhallen/Geschirmte Räume/	
Kammern	50
Absorbermaterial	50
Antennenmasten	50
Antennensets	50
Drehtische	50
Entstördrosseln	51
Entstörfilter	51
(G)TEM-Zellen	51
Glasscheiben, HF-dicht	51
Leistungsverstärker	51
Messempfänger	51
Messkammern	51
Referenzstrahler	51
Zelte	51

Filter

abstimmbare	52
Band-/Hoch-/Tiefpass	52
BAW	52
Breitband	52
Durchführungs	52

EMI	52
Helix	52
Hohlraumresonator	52
Interdigital	52
Koaxial	52
LTCC	52
mechanische	53
Quarz	53
reflexionsarme	53
SAW	53
ZF	53

Generatoren

Arbiträr	53
Basisband- und Modulation	53
Digital-Signal	53
Funktion	53
Impuls	53
Mikrowellen	53
Rausch	53
(Vektor-)Signal	53
Wellenform (AWG)	54

GPS-

Antennen	54
Chipsätze	54
Empfänger-Baugruppen	54
Evaluation-Kits	54
Module	54

HF- und Mikrowellen-Transistoren

Bipolar	54
FET	54
GaAs	54
GaN	54
HEMT	54
LDMOS	54
MOSFET	54
pHEMT	54
SiGe	54
sonstige	54

Integrierte Schaltungen

aktive Mischer	55
kundenspezifisch	55
Mixed Signal	55
MMICs	55
Modulatoren	55
PLL	55
schaltbare Dämpfungsglieder	55
Schalter	55
Synthesizer, DDS	55
Synthesizer, Fractional-N	55
Synthesizer, sonstige	55
Up/Down Converter	55

Kabel

hochflexibel	55
Koaxial	56
Konfektionierung	56
Mikrowellen	56
semirigid	56
Test	56
sonstige	56

Klimatisieren

Gebläse/Lüfter	57
Heat-Pipes	57
Isoliermaterialien	57
Kühlkörper/-sterne/-bleche	57
Wärmeleitpaste	57

Kondensatoren

Cryogenic Ceramic	57
Durchführung	57
Folien	57
Glimmer	57
Hochvolt	57
Keramik	57
Luft- und Raumfahrt	57
Multichip Array	57
Singlelayer	57
Super	57
Trimmer	57
Ultra-Porcelain	57
Vielschicht	57
sonstige	58

LWL-Komponenten

Dämpfungsglieder	58
Kabel-Tester	58
konfektionierte Kabel	58
Messgeräte	58
Steckverbinder	58

Materialien

Abschirm	58
Absorber	58
Basis	58
dielektrische/magnetisch	58
Ferrit	58
Keramik(substrate)	58
Teflonsubstrate	58
sonstige	58

Messgeräte und Tester

Abschirmkammern	58
Antennen	58
ATE-Systeme	59
Bitfehlerraten	59
Digitalmultimeter	59
Dummy Loads	59
elektronische Lasten	59
Feldstärke	59
Frequenzmesser	59
Frequenznormale	59
Frequenzteiler	59
Funkmessplätze	59
Funkstör-Messempfänger	60
GAP-Filler	60
HF-Millivoltmeter	60
High Performance	60
Jitter	60
Kalibrier-Kits/Standards/Normale	60
Kommunikations	60
Labornetzgeräte	60
LCR	60
Leasing	60
LTE	60
Millimeterwellen	60

Netzwerk	60
Pegel	61
Phasen	61
Phasenrausch	61
Rausch	61
Richtkoppler	61
Source Measure Unit	61
SWR/Leistung	61
Tastköpfe	62
Temperatur-Testkammern	62
Testfassungen	62
Übertragungskansimulatoren/NPR	62
WLAN	62
Zeit- und Frequenzreferenzen	62
Zubehör	62
sonstige	62

Mikrowellenkomponenten

Abschlüsse, Hohlleiter	62
Abschlüsse, sonstige	62
Dämpfungsglieder/Limiter	62
DC-Blocks	63
Detektoren	63
Diplexer	63
Drehkupplungen	63
E/H-Tuner	63
Filter	63
Flansche/Flaschadapter/-verbinder	63
Gain Equalizer	64
Gleichrichter	64
Hohlleiter	64
Hohlleiter-Bögen	64
Hohlleiter-Materialien	64
Hohlleiter-Übergänge	64
Isolatoren	64
Koppler	64
Mischer	64
Multiplexer	64
Phasenschieber	64
Resonatoren, dielektrische	65
Resonatoren, Hohlraum	65
Schalter	65
YIG-Komponenten	65
Zirkulatoren	65

Oszillatoren

Clock	65
DDS/PLL	65
EMXO	65
ICs	65
MEMS	66
OCXO	66
Referenz	66
TCXO	66
VCXO	66
VCTCXO	66
VCXO	66
XO	66
YIG	66
sonstige	66

Oszilloskope

analog	66
digital	67
Mixed Domain	67

Stand Alone	67
USB	67

Schalter

Ferrit	67
FET	67
Hohlleiter	67
Koaxial	67
Matrix	67
sonstige	67
Schaltfelder	67

Software

Bibliotheken	68
EDA	68
EMV	68
HF-System-Simulation	68
Tools für HF-Designer	68
sonstige	68

Steckverbinder

BNC	68
Koax	68
LWL	68
Mikrowellen	68
N	68
PIM-arme	68
Präzisions	69
Push-on	69
SMA	69
TNC	69
sonstige	69

Stromversorgung

AC/DC-Wandler	69
DC/DC-Wandler	69
Geräte	69
Module	70
Überspannungsschutz	70

Transceiver-Module

Gigabit-Ethernet	70
optische	70
VHF/UHF/Mikrowellen	70

Verstärker

Begrenzer	70
Bipolar	70
Breitband	70
CATV	70
Doherty	70
GaAs	70
GaN	70
HEMT	70
Leistungs	71
logarithmische	71
Low Noise	71
Mikrowellen	71
MMIC	71
MOSFET	71
Operations	71
Trenn	71
TWT	71
Verteiler	71
ZF	71
sonstige	71

Analyzer, 5G/6G-fähig

Anritsu GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
Electro Rent Deutschland GmbH.....	87
HTB Elektronik	88
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Keysight Technologies.....	89
Laser 2000 GmbH	89
Meilhaus Electronic GmbH.....	90
mmt gmbh	90
Narda Safety Test Solutions.....	91
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.....	92

Analyzer, AC/DC-Power

Acal BFi Germany GmbH.....	85
ALLICE Messtechnik GmbH	85
dataTec AG	86
Electro Rent Deutschland GmbH.....	87
HTB Elektronik	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Keysight Technologies.....	89
Meilhaus Electronic GmbH.....	90
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.....	92
SI Scientific Instruments GmbH	93
Telemeter Electronic GmbH.....	94

Analyzer, Antennen/Kabel

Aaronia AG.....	85
ALLICE Messtechnik GmbH	85
Anritsu GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
coftch GmbH	86
dataTec AG	86
Electro Rent Deutschland GmbH.....	87
EMCO Elektronik GmbH	87
germania elektronik GmbH.....	88
HTB Elektronik	88
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Keysight Technologies.....	89
Laser 2000 GmbH	89
Meilhaus Electronic GmbH.....	90
Melatronik GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
mmt gmbh	90
Narda Safety Test Solutions.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Rigol Technologies EU GmbH.....	92
Siglent Technologies	93
Spectrum Elektrotechnik	93
SPINNER GmbH	93
SSB-Electronic GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
WiMo Antennen + Elektronik	94

Analyzer, Logik

Anritsu GmbH.....	85
CE-LAB GmbH.....	86
dataTec AG	86
HTB Elektronik	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Keysight Technologies.....	89
Meilhaus Electronic GmbH.....	90

PSE-Priggen Special Electronic.....	91
SI Scientific Instruments GmbH.....	93
Spectrum Instrumentation GmbH	93

Analyzer, Modulations

ALLICE Messtechnik GmbH	85
Anritsu GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
dataTec AG	86
HTB Elektronik	88
Industrial Electronics GmbH	89
IZT GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Keysight Technologies.....	89
Laser Components GmbH	89
Meilhaus Electronic GmbH.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
Rigol Technologies EU GmbH.....	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.....	92
SI Scientific Instruments GmbH	93
Siglent Technologies	93
WDI AG	94

Analyzer, PIM

Anritsu GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
Electro Rent Deutschland GmbH.....	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Heuermann HF-Technik GmbH.....	88
HTB Elektronik	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Keysight Technologies.....	89
MIWEKO GmbH	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
Rosenberger HF-Technik.....	92
SPINNER GmbH	93

Analyzer, Rauschzahl

Anritsu GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
dataTec AG	86
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
HTB Elektronik	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Keysight Technologies.....	89
Meilhaus Electronic GmbH.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.....	92
SEMIC RF Electronic GmbH	93
SI Scientific Instruments GmbH	93

Analyzer, Spektrum

Aaronia AG.....	85
ALLICE Messtechnik GmbH	85
Anritsu GmbH.....	85
AR Deutschland GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
Chauvin Arnoux GmbH.....	86
dataTec AG	86
Electro Rent Deutschland GmbH.....	87
EMCO Elektronik GmbH	87
GAUSS INSTRUMENTS	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
HTB Elektronik	88
IZT GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89

Keysight Technologies.....	89
Laser 2000 GmbH	89
Meilhaus Electronic GmbH.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
Narda Safety Test Solutions.....	91
PSE-Priggen Special Electronic.....	91
Rigol Technologies EU GmbH.....	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.....	92
SatService GmbH.....	93
SI Scientific Instruments GmbH	93
Siglent Technologies	93
Spectrum Instrumentation GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
Telemeter Electronic GmbH.....	94

Analyzer, (Vektor-)Netzwerk

Aaronia AG.....	85
ALLICE Messtechnik GmbH	85
Anritsu GmbH.....	85
AR Deutschland GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
dataTec AG	86
Electro Rent Deutschland GmbH.....	87
EMCO Elektronik GmbH	87
Heuermann HF-Technik GmbH.....	88
HTB Elektronik	88
Industrial Electronics GmbH	89
Keysight Technologies.....	89
Meilhaus Electronic GmbH.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.....	92
SI Scientific Instruments GmbH	93
Siglent Technologies	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
Telemeter Electronic GmbH.....	94
WiMo Antennen + Elektronik	94

Antennen, 5G/6G/IoT-fähig

Aaronia AG.....	85
Acal BFi Germany GmbH.....	85
Anritsu GmbH.....	85
bda connectivity GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
coftch GmbH	86
CompoTEK GmbH	86
EMCO Elektronik GmbH	87
Endrich Bauelemente GmbH.....	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
HY-LINE Communication Products.....	88
IK Elektronik GmbH.....	89
IMST GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
m2m Germany GmbH	90
MC Technologies GmbH.....	90
MEV Elektronik Service	90
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
Narda Safety Test Solutions.....	91
Neosid Pemetzrieder GmbH	91
pk components GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rosenberger HF-Technik.....	92
Rutronik GmbH.....	92
SE Spezial-Electronic GmbH	93
SSB-Electronic GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
tekmodul GmbH	94

WDI AG	94
WiMo Antennen + Elektronik	94

Antennen, Aktiv

Aaronia AG.....	85
Acal BFi Germany GmbH.....	85
ALLICE Messtechnik GmbH	85
AR Deutschland GmbH	85
bda connectivity GmbH	85
coftch GmbH	86
CompoTEK GmbH	86
dataTec AG	86
Endrich Bauelemente GmbH.....	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
HY-LINE Communication Products.....	88
IK Elektronik GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
m2m Germany GmbH	90
MC Technologies GmbH	90
Melatronik GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
pk components GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RADIALL GmbH	92
Radio Frequency Systems.....	92
RFMW Europe Ltd.	92
Rittmann HF Technik	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.....	92
Rutronik GmbH.....	92
SE Spezial-Electronic GmbH	93
Seibersdorf Labor GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
TecSys GmbH	94
tekmodul GmbH	94
Tragant GmbH	94
VTQ Videotronic GmbH.....	94
WDI AG	94
WiMo Antennen + Elektronik	94

Antennen, Breitband

Aaronia AG.....	85
Acal BFi Germany GmbH.....	85
ALLICE Messtechnik GmbH	85
Anritsu GmbH.....	85
AR Deutschland GmbH	85
Börsig GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
coftch GmbH	86
CompoTEK GmbH	86
dataTec AG	86
EMCO Elektronik GmbH	87
Endrich Bauelemente GmbH.....	87
germania elektronik GmbH.....	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Heuermann HF-Technik GmbH.....	88
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
m2m Germany GmbH	90
MC Technologies GmbH.....	90
MIWEKO GmbH	90
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
MTS Systemtechnik GmbH.....	90
Narda Safety Test Solutions.....	91
Neosid Pemetzrieder GmbH.....	91
pk components GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91

RADIALL GmbH	92
Radio Frequency Systems	92
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rittmann HF Technik	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
Rosenberger HF-Technik	92
Rutronik GmbH	92
Schmidiger GmbH	93
SE Spezial-Electronic GmbH	93
Seibersdorf Labor GmbH	93
SEMIC RF Electronic GmbH	93
SPINNER GmbH	93
SSB-Electronic GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
tekmodul GmbH	94
Telemeter Electronic GmbH	94
Tragant GmbH	94
VTQ Videotronic GmbH	94
WDI AG	94
WiMo Antennen + Elektronik	94

Antennen, Cassegrain/Parabol

bsw TestSystems & Consulting AG	86
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
MIWEKO GmbH	90
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
SatService GmbH	93
SEMIC RF Electronic GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
Tragant GmbH	94

Antennen, Dipol

Aaronia AG	85
ALLICE Messtechnik GmbH	85
Anritsu GmbH	85
AR Deutschland GmbH	85
bda connectivity GmbH	85
Börsig GmbH	85
dataTec AG	86
EMCO Elektronik GmbH	87
Endrich Bauelemente GmbH	87
germania elektronik GmbH	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
HTB Elektronik	88
HY-LINE Communication Products	88
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
m2m Germany GmbH	90
Melatronik GmbH	90
MEV Elektronik Service	90
MIWEKO GmbH	90
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
pk components GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RADIALL GmbH	92
Radio Frequency Systems	92
RFMW Europe Ltd.	92
Rittmann HF Technik	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
Rutronik GmbH	92
Seibersdorf Labor GmbH	93
SEMIC RF Electronic GmbH	93

SPINNER GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
VTQ Videotronic GmbH	94
WiMo Antennen + Elektronik	94

Antennen, Feeds

bsw TestSystems & Consulting AG	86
germania elektronik GmbH	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
HTB Elektronik	88
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
m2m Germany GmbH	90
Melatronik GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Rutronik GmbH	92
SEMIC RF Electronic GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94

Antennen, GPS

Acal BFi Germany GmbH	85
Anritsu GmbH	85
AuCon GmbH	85
Börsig GmbH	85
coftech GmbH	86
CompoTEK GmbH	86
dataTec AG	86
EMCO Elektronik GmbH	87
Endrich Bauelemente GmbH	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
HY-LINE Communication Products	88
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Lange-Electronic GmbH	90
m2m Germany GmbH	90
MC Technologies GmbH	90
Melatronik GmbH	90
MEV Elektronik Service	90
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
municom Vertriebs GmbH	91
pk components GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RADIALL GmbH	92
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rittmann HF Technik	92
Rutronik GmbH	92
SE Spezial-Electronic GmbH	93
SI Scientific Instruments GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
TecSys GmbH	94
tekmodul GmbH	94
Tragant GmbH	94
WDI AG	94
WiMo Antennen + Elektronik	94

Antennen, Horn

Aaronia AG	85
ALLICE Messtechnik GmbH	85
Anritsu GmbH	85
AR Deutschland GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86

dataTec AG	86
Elix-St. GmbH	87
EMCO Elektronik GmbH	87
ERM-Mikrowellentechnik	87
GAUSS INSTRUMENTS	88
germania elektronik GmbH	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Meilhaus Electronic GmbH	90
Melatronik GmbH	90
MEV Elektronik Service	90
MIWEKO GmbH	90
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
Narda Safety Test Solutions	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RF-Lambda Europe GmbH	92
RFMW Europe Ltd.	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
RUPPtronik	92
Rutronik GmbH	92
SEMIC RF Electronic GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
Telemeter Electronic GmbH	94

Antennen, Inhouse-Betrieb

Acal BFi Germany GmbH	85
bda connectivity GmbH	85
CompoTEK GmbH	86
IK Elektronik GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
m2m Germany GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
Radio Frequency Systems	92
RFMW Europe Ltd.	92
Rittmann HF Technik	92
Rutronik GmbH	92
Schmidiger GmbH	93
SPINNER GmbH	93
SSB-Electronic GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
tekmodul GmbH	94
Tragant GmbH	94
WiMo Antennen + Elektronik	94

Antennen, konische, bikonische

Aaronia AG	85
ALLICE Messtechnik GmbH	85
CompoTEK GmbH	86
dataTec AG	86
EMCO Elektronik GmbH	87
ERM-Mikrowellentechnik	87
germania elektronik GmbH	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
MTS Systemtechnik GmbH	90
RFMW Europe Ltd.	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
RUPPtronik	92
Seibersdorf Labor GmbH	93
SEMIC RF Electronic GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94

Antennen, Log-periodische

Aaronia AG	85
ALLICE Messtechnik GmbH	85
Anritsu GmbH	85
AR Deutschland GmbH	85
bda connectivity GmbH	85
EMCO Elektronik GmbH	87
germania elektronik GmbH	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
HTB Elektronik	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
m2m Germany GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
MTS Systemtechnik GmbH	90
Narda Safety Test Solutions	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
Radio Frequency Systems	92
RFMW Europe Ltd.	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
SEMIC RF Electronic GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
WiMo Antennen + Elektronik	94

Antennen, Mess

Aaronia AG	85
Anritsu GmbH	85
AR Deutschland GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
EMCO Elektronik GmbH	87
germania elektronik GmbH	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
Heuermann HF-Technik GmbH	88
HTB Elektronik	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Keysight Technologies	89
m2m Germany GmbH	90
Meilhaus Electronic GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
Narda Safety Test Solutions	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
Seibersdorf Labor GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
Telemeter Electronic GmbH	94

Antennen, MiMo

bda connectivity GmbH	85
coftech GmbH	86
CompoTEK GmbH	86
Endrich Bauelemente GmbH	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
HY-LINE Communication Products	88
IK Elektronik GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
m2m Germany GmbH	90
MC Technologies GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
Radio Frequency Systems	92

RFMW Europe Ltd.	92
Rosenberger HF-Technik.	92
SE Spezial-Electronic GmbH	93
SPINNER GmbH	93
SSB-Electronic GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
TecSys GmbH	94
tekmodul GmbH	94
Tragant GmbH	94
WDI AG	94
WiMo Antennen + Elektronik	94

Antennen, Mobil

Börsig GmbH	85
coftech GmbH	86
CompoTEK GmbH	86
dataTec AG	86
EISENLOHR Industrie-Elektronik.	86
Endrich Bauelemente GmbH.	87
foxblue electronics	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.	88
IK Elektronik GmbH.	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
m2m Germany GmbH	90
MC Technologies GmbH	90
MEV Elektronik Service	90
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.	90
pk components GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RADIALL GmbH	92
Radio Frequency Systems.	92
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rutronik GmbH.	92
SE Spezial-Electronic GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
tekmodul GmbH	94
Tragant GmbH	94
WDI AG	94
WiMo Antennen + Elektronik	94

Antennen, Module/Phased-Array

CompoTEK GmbH	86
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.	88
IMST GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
m2m Germany GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rutronik GmbH.	92
SE Spezial-Electronic GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
WDI AG	94

Antennen, Multi-GNSS

Acal BFi Germany GmbH.	85
AuCon GmbH	85
coftech GmbH	86
CompoTEK GmbH	86
dataTec AG	86
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.	88
IK Elektronik GmbH.	89

Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Lange-Electronic GmbH	90
m2m Germany GmbH	90
MC Technologies GmbH	90
Melatronik GmbH	90
MEV Elektronik Service	90
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH.	90
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.	90
municom Vertriebs GmbH	91
pk components GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rutronik GmbH.	92
SE Spezial-Electronic GmbH	93
SI Scientific Instruments GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
TecSys GmbH	94
tekmodul GmbH	94
Tragant GmbH	94
WDI AG	94

Antennen, NFC

coftech GmbH	86
dataTec AG	86
ELATEC GmbH	86
Endrich Bauelemente GmbH.	87
HY-LINE Communication Products	88
iDTRONIC GmbH	88
IK Elektronik GmbH.	89
IMST GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.	90
municom Vertriebs GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Rutronik GmbH.	92
Seibersdorf Labor GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
Tragant GmbH	94
WDI AG	94

Antennen, Patch

AuCon GmbH	85
coftech GmbH	86
CompoTEK GmbH	86
Endrich Bauelemente GmbH.	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.	88
iDTRONIC GmbH	88
IK Elektronik GmbH.	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
m2m Germany GmbH	90
Melatronik GmbH	90
MEV Elektronik Service	90
MIWEKO GmbH	90
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.	90
municom Vertriebs GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RADIALL GmbH	92
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rutronik GmbH.	92
SE Spezial-Electronic GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
tekmodul GmbH	94

Tragant GmbH	94
WDI AG	94

Antennen, Schlitz

Globes Elektronik GmbH & Co. KG.	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
MIWEKO GmbH	90
mmt gmbh	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
Radio Frequency Systems.	92
RFMW Europe Ltd.	92
TACTRON ELEKTRONIK	94

Antennen, Vertikal

bda connectivity GmbH	85
coftech GmbH	86
EISENLOHR Industrie-Elektronik.	86
foxblue electronics	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.	88
iDTRONIC GmbH	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
PSE-Priggen Special Electronic.	91
Radio Frequency Systems.	92
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rutronik GmbH.	92
SPINNER GmbH	93
SSB-Electronic GmbH.	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
Tragant GmbH	94
WiMo Antennen + Elektronik	94

Antennen, Yagi

Anritsu GmbH.	85
AR Deutschland GmbH	85
bda connectivity GmbH	85
CompoTEK GmbH	86
germania elektronik GmbH.	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
MC Technologies GmbH.	90
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.	90
RFMW Europe Ltd.	92
Rittmann HF Technik	92
Rutronik GmbH.	92
Schmidiger GmbH.	93
SEMIC RF Electronic GmbH	93
SSB-Electronic GmbH.	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
WiMo Antennen + Elektronik	94

Antennen, sonstige

A.N. Solutions GmbH	85
ALLICE Messtechnik GmbH	85
Anritsu GmbH.	85
AR Deutschland GmbH	85
bda connectivity GmbH	85
Börsig GmbH.	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
coftech GmbH	86
CompoTEK GmbH	86
EISENLOHR Industrie-Elektronik.	86

foxblue electronics	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.	88
HY-LINE Communication Products	88
IK Elektronik GmbH.	89
IMST GmbH	89
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
m2m Germany GmbH	90
MC Technologies GmbH	90
MEV Elektronik Service	90
MIWEKO GmbH	90
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.	90
pk components GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RADIALL GmbH	92
RFMW Europe Ltd.	92
Rittmann HF Technik	92
Rosenberger HF-Technik.	92
Rutronik GmbH.	92
Schmidiger GmbH.	93
SE Spezial-Electronic GmbH	93
SEMIC RF Electronic GmbH	93
SPINNER GmbH	93
SSB-Electronic GmbH.	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
Tragant GmbH	94
WDI AG	94
WiMo Antennen + Elektronik	94

Bauelemente, bedrahtete (THT)

coftech GmbH	86
Digital Electronic Siegfried Lehrer	86
eg-electronic GmbH.	86
Endrich Bauelemente GmbH.	87
Freicomp GmbH.	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.	88
HY-LINE Power Components	88
Industrial Electronics GmbH	89
Infratron GmbH	89
Jauch Quartz GmbH	89
KAMAKA Vertriebs GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
mmt gmbh	90
Neosid Pemetzrieder GmbH	91
pk components GmbH	91
Quarztechnik Daun GmbH.	92
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rittmann HF Technik	92
Rutronik GmbH.	92
s.m.a.e. GmbH.	93
SAMTEC Europe	93
SE Spezial-Electronic GmbH	93
THORA Elektronik GmbH	94
VTQ Videotronic GmbH.	94
WDI AG	94
wtS // electronic components GmbH.	94
Würth Elektronik eiSos.	94

Bauelemente, Bias-Tees

Anritsu GmbH.	85
AuCon GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
EMCO Elektronik GmbH	87
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90

MEV Elektronik Service	90
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
MTS Systemtechnik GmbH	90
municom Vertriebs GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
SSB-Electronic GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
Telemeter Electronic GmbH	94
WiMo Antennen + Elektronik	94

Bauelemente, Chip (SMT)

Analog Devices	85
API Technologies Spectrum Control	85
Digital Electronic Siegfried Lehrer	86
eg-electronic GmbH	86
EMCO Elektronik GmbH	87
Endrich Bauelemente GmbH	87
Freicomp GmbH	88
HY-LINE Power Components	88
IMST GmbH	89
Industrial Electronics GmbH	89
Infratron GmbH	89
KAMAKA Vertriebs GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
MEV Elektronik Service	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
municom Vertriebs GmbH	91
Neosid Pemetzrieder GmbH	91
pk components GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rittmann HF Technik	92
Rutronic GmbH	92
s.m.a.e. GmbH	93
SE Spezial-Electronic GmbH	93
Semtech GmbH	93
Silicon Radar GmbH	93
SUSUMU Deutschland GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
THORA Elektronik GmbH	94
VTQ Videotronic GmbH	94
WDI AG	94
Wts // electronic components GmbH	94
Würth Elektronik eiSos	94

Bauelemente, Dämpfungsglieder

Acal BFi Germany GmbH	85
Analog Devices	85
Anritsu GmbH	85
API Technologies Spectrum Control	85
AuCon GmbH	85
bda connectivity GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
CompoTEK GmbH	86
EMCO Elektronik GmbH	87
Endrich Bauelemente GmbH	87
GAUSS INSTRUMENTS	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
HTB Elektronik	88
Industrial Electronics GmbH	89
KAMAKA Vertriebs GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
MEV Elektronik Service	90

MIWEKO GmbH	90
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
MTS Systemtechnik GmbH	90
municom Vertriebs GmbH	91
Neosid Pemetzrieder GmbH	91
pk components GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RADIALL GmbH	92
Radio Frequency Systems	92
RF-Lambda Europe GmbH	92
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rittmann HF Technik	92
Rosenberger HF-Technik	92
SEMIC RF Electronic GmbH	93
Spectrum Elektrotechnik	93
SSB-Electronic GmbH	93
SUSUMU Deutschland GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
WDI AG	94
WiMo Antennen + Elektronik	94

Bauelemente, Elektronenröhren

Digital Electronic Siegfried Lehrer	86
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
HTB Elektronik	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Nucletron Technologies GmbH	91

Bauelemente, HF-Abschlüsse

Acal BFi Germany GmbH	85
ALLICE Messtechnik GmbH	85
Anritsu GmbH	85
bda connectivity GmbH	85
BKL Electronic Kreimendahl GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
CompoTEK GmbH	86
EMCO Elektronik GmbH	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
HTB Elektronik	88
iDTRONIC GmbH	88
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
MEV Elektronik Service	90
mmt gmbh	90
MTS Systemtechnik GmbH	90
municom Vertriebs GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RADIALL GmbH	92
Radio Frequency Systems	92
RF-Lambda Europe GmbH	92
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rittmann HF Technik	92
Rosenberger HF-Technik	92
RUPPTronik	92
SAMTEC Europe	93
SEMIC RF Electronic GmbH	93
Spectrum Elektrotechnik	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
Telemeter Electronic GmbH	94
VTQ Videotronic GmbH	94
WDI AG	94
WiMo Antennen + Elektronik	94

Bauelemente, HF-Übertrager/Baluns/Ununs

Acal BFi Germany GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
EMCO Elektronik GmbH	87
Endrich Bauelemente GmbH	87
germania elektronik GmbH	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
iDTRONIC GmbH	88
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
MEV Elektronik Service	90
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
municom Vertriebs GmbH	91
Neosid Pemetzrieder GmbH	91
pk components GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RADIALL GmbH	92
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rittmann HF Technik	92
Rutronic GmbH	92
SEMIC RF Electronic GmbH	93
SPINNER GmbH	93
SSB-Electronic GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
VTQ Videotronic GmbH	94
WDI AG	94
WiMo Antennen + Elektronik	94

Würth Elektronik eiSos	94
------------------------------	----

Bauelemente, LTCC

Acal BFi Germany GmbH	85
API Technologies Spectrum Control	85
Freicomp GmbH	88
IMST GmbH	89
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
municom Vertriebs GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rutronic GmbH	92
TACTRON ELEKTRONIK	94
WDI AG	94
Würth Elektronik eiSos	94

Bauelemente, luft- und raumfahrttaugliche

Acal BFi Germany GmbH	85
Analog Devices	85
API Technologies Spectrum Control	85
AXTAL GmbH & Co. KG	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
eg-electronic GmbH	86
EMCO Elektronik GmbH	87
HY-LINE Power Components	88
IMST GmbH	89
Industrial Electronics GmbH	89
Infratron GmbH	89

Elektronische Bauteile

Export • Import • Distribution

Ihr kompetenter Partner seit 1981

ISO 9001:2008

- Quarze & Oszillatoren
- Schalter und Taster
- LEDs und Designer Leuchten
- Buchsen & Stecker
- Dioden & Gleichrichter
- Widerstände
- Kondensatoren
- Sicherungen
- Transistoren & Triacs
- Microcomputer
- Akku & Batterien
- Zubehör ...und viel mehr!

digital electronic gmbh

Rudolf-Wanzl-Str. 3+5 • 89340 Leipheim
+49 (0) 8221 / 708-0 • +49 (0) 8221 / 708-80 (Fax)
www.digitallehrer.de • digital@digitallehrer.de

KAMAKA Vertriebs GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
MEV Elektronik Service	90
municom Vertriebs GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RADIALL GmbH	92
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rittmann HF Technik	92
Rosenberger HF-Technik	92
RUPPtronik	92
Rutronik GmbH	92
Spectrum Elektrotechnik	93
SPINNER GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
WDI AG	94

Bauelemente, MEMS

Acal BFi Germany GmbH	85
Analog Devices	85
AXTAL GmbH & Co. KG	85
Digital Electronic Siegfried Lehrer	86
Endrich Bauelemente GmbH	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH	90
municom Vertriebs GmbH	91
pk components GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rutronik GmbH	92
SE Spezial-Electronic GmbH	93
WDI AG	94
Würth Elektronik eiSos	94

Bauelemente, Power-Splitter/-Combiner

Acal BFi Germany GmbH	85
Anritsu GmbH	85
AuCon GmbH	85
bda connectivity GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
EMCO Elektronik GmbH	87
HTB Elektronik	88
IMST GmbH	89
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
MEV Elektronik Service	90
MIWEKO GmbH	90
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
MTS Systemtechnik GmbH	90
municom Vertriebs GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
Radio Frequency Systems	92
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rosenberger HF-Technik	92
SatService GmbH	93
SEMIC RF Electronic GmbH	93
SSB-Electronic GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
WDI AG	94
WiMo Antennen + Elektronik	94

Bauelemente, SAW

Acal BFi Germany GmbH	85
AXTAL GmbH & Co. KG	85
coftech GmbH	86
CompoTEK GmbH	86
Digital Electronic Siegfried Lehrer	86
EMCO Elektronik GmbH	87
Endrich Bauelemente GmbH	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
MEV Elektronik Service	90
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
municom Vertriebs GmbH	91
pk components GmbH	91
QuartzCom AG	92
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rutronik GmbH	92
SAW Components Dresden	93
SE Spezial-Electronic GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
Telcon AG	94
WDI AG	94

Bauelemente, variable (R.L.C.)

ALLICE Messtechnik GmbH	85
Analog Devices	85
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
municom Vertriebs GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Rittmann HF Technik	92
Rutronik GmbH	92
TACTRON ELEKTRONIK	94
WDI AG	94

Bauelemente, Verzögerungsleitungen

Acal BFi Germany GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
dataTec AG	86
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
MTS Systemtechnik GmbH	90
municom Vertriebs GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
SEMIC RF Electronic GmbH	93
Spectrum Elektrotechnik	93

Chipsets, 5G/6G

Acal BFi Germany GmbH	85
Analog Devices	85
Endrich Bauelemente GmbH	87
HY-LINE Communication Products	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
m2m Germany GmbH	90

Mitsubishi Electric Europe B.V.	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
NXP Semiconductors Germany	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rutronik GmbH	92
SE Spezial-Electronic GmbH	93
tekmodul GmbH	94

Chipsets, Bluetooth

A.N. Solutions GmbH	85
Acal BFi Germany GmbH	85
ELATEC GmbH	86
Endrich Bauelemente GmbH	87
HY-LINE Communication Products	88
iDTRONIC GmbH	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
m2m Germany GmbH	90
MEV Elektronik Service	90
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
NXP Semiconductors Germany	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rutronik GmbH	92
SE Spezial-Electronic GmbH	93
Semtech GmbH	93
tekmodul GmbH	94

Chipsets, CDMA

Endrich Bauelemente GmbH	87
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
m2m Germany GmbH	90
NXP Semiconductors Germany	91
RFMW Europe Ltd.	92
Rutronik GmbH	92
SE Spezial-Electronic GmbH	93

Chipsets, DECT

Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
NXP Semiconductors Germany	91
RFMW Europe Ltd.	92

Chipsets, DVB

Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
RFMW Europe Ltd.	92

Chipsets, GSM

A.N. Solutions GmbH	85
Acal BFi Germany GmbH	85
Analog Devices	85
Endrich Bauelemente GmbH	87
HY-LINE Communication Products	88
iDTRONIC GmbH	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
m2m Germany GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
NXP Semiconductors Germany	91
RFMW Europe Ltd.	92
Rutronik GmbH	92
SE Spezial-Electronic GmbH	93
tekmodul GmbH	94

Chipsets, ISM

A.N. Solutions GmbH	85
Acal BFi Germany GmbH	85
Analog Devices	85
Endrich Bauelemente GmbH	87
HY-LINE Communication Products	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
m2m Germany GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
NXP Semiconductors Germany	91
RFMW Europe Ltd.	92
Rutronik GmbH	92
SE Spezial-Electronic GmbH	93
Semtech GmbH	93
tekmodul GmbH	94

Chipsets, LTE

A.N. Solutions GmbH	85
Acal BFi Germany GmbH	85
Analog Devices	85
Endrich Bauelemente GmbH	87
HY-LINE Communication Products	88
iDTRONIC GmbH	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
m2m Germany GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
NXP Semiconductors Germany	91
RFMW Europe Ltd.	92
Rutronik GmbH	92
SE Spezial-Electronic GmbH	93
tekmodul GmbH	94

Chipsets, RFID

ELATEC GmbH	86
Endrich Bauelemente GmbH	87
HY-LINE Communication Products	88
iDTRONIC GmbH	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
NXP Semiconductors Germany	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rutronik GmbH	92
SE Spezial-Electronic GmbH	93

Chipsets, UMTS

Acal BFi Germany GmbH	85
Analog Devices	85
Endrich Bauelemente GmbH	87
HY-LINE Communication Products	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
m2m Germany GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
NXP Semiconductors Germany	91
RFMW Europe Ltd.	92
Rutronik GmbH	92
SE Spezial-Electronic GmbH	93
tekmodul GmbH	94

Chipsets, WLAN

A.N. Solutions GmbH	85
Acal BFi Germany GmbH	85
Analog Devices	85
Endrich Bauelemente GmbH	87

HY-LINE Communication Products.....	88	Dienstleistungen, ASIC-Entwicklung	Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89	Techniplas Schwäbisch Gmünd.....	94
iDTRONIC GmbH.....	88		m2m Germany GmbH.....	90	Dienstleistungen, Bestücken, Löten	
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89		Melatronik GmbH.....	90	Bopla Gehäuse Systeme GmbH.....	85
m2m Germany GmbH.....	90		MIWEKO GmbH.....	90	Cicor Group.....	86
MEV Elektronik Service.....	90		mmt gmbh.....	90	eg-electronic GmbH.....	86
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90		MTC Micro Tech Components GmbH..	90	EISENLOHR Industrie-Elektronik.....	86
NXP Semiconductors Germany.....	91		MTS Systemtechnik GmbH.....	90	EMTRON electronic GmbH.....	87
RFMW Europe Ltd.....	92		Neosid Pemetzrieder GmbH.....	91	Euro EMC Service.....	87
Richardson RFPD Germany.....	92		Quarztechnik Daun GmbH.....	92	foxblue electronics.....	88
Rutronik GmbH.....	92	Dienstleistungen, Auftragsentwicklung	Quintenz Hybridtechnik GmbH.....	92	GAC Technical Service & Logistik.....	88
SE Spezial-Electronic GmbH.....	93		RF Consult GmbH.....	92	Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
tekmodul GmbH.....	94		RFMW Europe Ltd.....	92	iDTRONIC GmbH.....	88
Chipsets, ZigBee			Rittmann HF Technik.....	92	IK Elektronik GmbH.....	89
A.N. Solutions GmbH.....	85		SatService GmbH.....	93	IMST GmbH.....	89
Acal BFi Germany GmbH.....	85		Sat-Service Schneider.....	93	Kuhne electronic GmbH.....	89
Endrich Bauelemente GmbH.....	87		Schmidiger GmbH.....	93	MTS Systemtechnik GmbH.....	90
HY-LINE Communication Products.....	88		SCHURTER AG.....	93	Quarztechnik Daun GmbH.....	92
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89		SRG Elektronik.....	93	Quintenz Hybridtechnik GmbH.....	92
m2m Germany GmbH.....	90		SSB-Electronic GmbH.....	93	Rittmann HF Technik.....	92
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH.....	90		TACTRON ELEKTRONIK.....	94	Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.....	92
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90		Tragant GmbH.....	94	s.m.a.e. GmbH.....	93
NXP Semiconductors Germany.....	91		VTQ Videotronik GmbH.....	94	Schmidiger GmbH.....	93
RFMW Europe Ltd.....	92		Dienstleistungen, Beschichtung		SRG Elektronik.....	93
Richardson RFPD Germany.....	92		Bopla Gehäuse Systeme GmbH.....	85	TACTRON ELEKTRONIK.....	94
Rutronik GmbH.....	92		EMI-tec GmbH.....	87	VTQ Videotronik GmbH.....	94
SE Spezial-Electronic GmbH.....	93		EUKATEC Europe GmbH.....	87	Dienstleistungen, Consulting	
tekmodul GmbH.....	94		Euro EMC Service.....	87	A.N. Solutions GmbH.....	85
			Quarztechnik Daun GmbH.....	92		
			SRG Elektronik.....	93		



**Ihr Partner für maßgeschneiderte Lösungen -
"Entwicklung, Produktion & Service"
alles aus einer Hand.**

// Hochfrequenztechnik
// EMV Technik
// CNC Frästechnik

Zu unsern Kunden gehören Hersteller hochsensibler Anlagen in den Marktsegmenten Mobilfunk, Telekommunikation, Luft- und Raumfahrt, Verteidigungstechnik, Medizin, Automotive und Elektronik, bis hin zu öffentlichen Auftraggebern. Unsere Geräte, Systeme und Komponenten werden weltweit bei führenden, international agierenden Unternehmen eingesetzt.

Seit über 25 Jahren steht MTS Systemtechnik für modernste Technologie, absolute Zuverlässigkeit, Diskretion, transparente Abläufe und zertifizierte Qualität. Wir fertigen individuelle und hochwertige Geräte, Systeme und Komponenten „Made in Germany“. Unsere elektronischen Produkte umfassen u.a. Koaxrelais, Abschwächer, Leistungsteiler, Systeme für die Verteilung von NF-, Video- und HF-Signalen, HF Matrizen, konfektionierte Koaxkabel, uvm. Für die Mobilfunk- und Telekommunikationsbranche liefern wir kundenspezifische Schirmboxen und Funkfeldnachbildungen für verschiedene Testszenarien.

Mit unserem modernen CNC-Fertigungszentrum fertigen wir kundenspezifische Präzisionsfrästeile in höchster Präzision für die Luft- und Raumfahrt, optische Industrie und Hochfrequenztechnik.

Die Distribution von koaxialen Steckverbindern der Firma IMS Connectors und die Konfektionierung von Koaxkabeln runden unser Produktangebot ab.

mts-systemtechnik.de

Acal BFi Germany GmbH.....	85
ALBATROSS PROJECTS GmbH.....	85
AR Deutschland GmbH.....	85
AXTAL Consulting.....	85
Becker Nachrichtentechnik GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG.....	86
CE-LAB GmbH.....	86
CompoTEK GmbH.....	86
CTC advanced GmbH.....	86
easy-ic GmbH.....	86
ELATEC GmbH.....	86
Element Materials Technology.....	87
Element Metech GmbH.....	87
Elix-St. GmbH.....	87
EMC Test NRW GmbH.....	87
EMCC Dr. Rasek.....	87
EUKATEC Europe GmbH.....	87
Euro EMC Service.....	87
FlowCAD.....	88
Freicomp GmbH.....	88
GAC Technical Service & Logistik.....	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Graefe HF-Technik.....	88
IK Elektronik GmbH.....	89
IMST GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Langer EMV-Technik GmbH.....	90
m2m Germany GmbH.....	90
mmt gmbh.....	90
Mühlhaus, Dr. GmbH.....	90
RF Consult GmbH.....	92
RFMW Europe Ltd.....	92
RUPPtronik.....	92
Rutronik GmbH.....	92
SatService GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
tekmodul GmbH.....	94

Dienstleistungen, EMV-Messungen

A.N. Solutions GmbH.....	85
Acal BFi Germany GmbH.....	85
ALBATROSS PROJECTS GmbH.....	85
ALLICE Messtechnik GmbH.....	85
CeCert GmbH.....	86
CE-LAB GmbH.....	86
CTC advanced GmbH.....	86
Deutsche Ges.f.EMV-Technologie.....	86
EICHHOFF Kondensatoren GmbH.....	86
Element Materials Technology.....	87
ELMAC GmbH.....	87
EMC Test NRW GmbH.....	87
EMCC Dr. Rasek.....	87
Euro EMC Service.....	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
IK Elektronik GmbH.....	89
IMST GmbH.....	89
Infratron GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Keysight Technologies.....	89
KRIWAN Testzentrum GmbH.....	89
Langer EMV-Technik GmbH.....	90
NKL GmbH.....	91
Rosenberger HF-Technik.....	92
Schaffner EMV AG.....	93
Schmidiger GmbH.....	93
SCHURTER AG.....	93
Seibersdorf Labor GmbH.....	93
Stockmann GmbH.....	93
VTQ Videotronic GmbH.....	94

Dienstleistungen, Gutachten

A.N. Solutions GmbH.....	85
AXTAL Consulting.....	85
EMC Test NRW GmbH.....	87
EMCC Dr. Rasek.....	87
Euro EMC Service.....	87
Graefe HF-Technik.....	88
IK Elektronik GmbH.....	89
IMST GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Schmidiger GmbH.....	93
Seibersdorf Labor GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94

Dienstleistungen, HF-Kabel, konfektioniert

Acal BFi Germany GmbH.....	85
ALLICE Messtechnik GmbH.....	85
AuCon GmbH.....	85
BKL Electronic Kreimendahl GmbH.....	85
Börsig GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG.....	86
CompoTEK GmbH.....	86
eg-electronic GmbH.....	86
EMCO Elektronik GmbH.....	87
Euro EMC Service.....	87
GAC Technical Service & Logistik.....	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
HTB Elektronik.....	88
Industrial Electronics GmbH.....	89
Infratron GmbH.....	89
INGUN Prüfmittelbau GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
key-electronic Kreimendahl.....	89
m2m Germany GmbH.....	90
MC Technologies GmbH.....	90
Melatronik GmbH.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
mmt gmbh.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
MTS Systemtechnik GmbH.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
Pickering Interfaces.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
RADIALL GmbH.....	92
Radio Frequency Systems.....	92
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92
Rittmann HF Technik.....	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.....	92
Rosenberger HF-Technik.....	92
RUPPtronik.....	92
Rutronik GmbH.....	92
s.m.a.e. GmbH.....	93
Schlöder GmbH.....	93
Schmidiger GmbH.....	93
Spectrum Elektrotechnik.....	93
SPINNER GmbH.....	93
SSB-Electronic GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
tde - trans data elektronik.....	94
Telemeter Electronic GmbH.....	94
Tragant GmbH.....	94
VTQ Videotronic GmbH.....	94
W+P Products GmbH.....	94
WDI AG.....	94

Dienstleistungen, Hybride, kundenspezifisch

Acal BFi Germany GmbH.....	85
API Technologies Spectrum Control.....	85
Euro EMC Service.....	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Industrial Electronics GmbH.....	89
KAMAKA Vertriebs GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
m2m Germany GmbH.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
MTS Systemtechnik GmbH.....	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
Quintenz Hybridtechnik GmbH.....	92
Radio Frequency Systems.....	92
Schmidiger GmbH.....	93
SPINNER GmbH.....	93
VTQ Videotronic GmbH.....	94
W+P Products GmbH.....	94
WDI AG.....	94

Dienstleistungen, ICs, kundenspezifisch

Acal BFi Germany GmbH.....	85
easy-ic GmbH.....	86
Euro EMC Service.....	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
iDTRONIC GmbH.....	88
IMST GmbH.....	89
KAMAKA Vertriebs GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
m2m Germany GmbH.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
RUPPtronik.....	92
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
W+P Products GmbH.....	94

Dienstleistungen, Kalibrier-Service

Acal BFi Germany GmbH.....	85
Anritsu GmbH.....	85
AR Deutschland GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG.....	86
CE-LAB GmbH.....	86
Element Metech GmbH.....	87
EMCC Dr. Rasek.....	87
Euro EMC Service.....	87
GAUSS INSTRUMENTS.....	88
H + H High Voltage GmbH.....	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Keysight Technologies.....	89
mmt gmbh.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
Narda Safety Test Solutions.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.....	92
Rosenberger HF-Technik.....	92
Seibersdorf Labor GmbH.....	93
SI Scientific Instruments GmbH.....	93
Spectrum Elektrotechnik.....	93
Stockmann GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
Testo Industrial Services GmbH.....	94

Dienstleistungen, PCB/Layout-Service

A.N. Solutions GmbH.....	85
Bopla Gehäuse Systeme GmbH.....	85

Cicor Group.....	86
CompoTEK GmbH.....	86
eg-electronic GmbH.....	86
EISENLOHR Industrie-Elektronik.....	86
Euro EMC Service.....	87
FlowCAD.....	88
foxblue electronics.....	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
IK Elektronik GmbH.....	89
IMST GmbH.....	89
Jauch Quartz GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
m2m Germany GmbH.....	90
mmt gmbh.....	90
MTS Systemtechnik GmbH.....	90
Quintenz Hybridtechnik GmbH.....	92
RF Consult GmbH.....	92
Rittmann HF Technik.....	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.....	92
Schmidiger GmbH.....	93
SRG Elektronik.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
tekmodul GmbH.....	94
VTQ Videotronic GmbH.....	94

Dienstleistungen, Seminare/Workshops

A.N. Solutions GmbH.....	85
Altair Engineering GmbH.....	85
Anritsu GmbH.....	85
AXTAL Consulting.....	85
bda connectivity GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG.....	86
CE-LAB GmbH.....	86
CompoTEK GmbH.....	86
CTC advanced GmbH.....	86
Deutsche Ges.f.EMV-Technologie.....	86
easy-ic GmbH.....	86
ELATEC GmbH.....	86
Element Materials Technology.....	87
Element Metech GmbH.....	87
EMC Partner AG.....	87
EMC Test NRW GmbH.....	87
EMCC Dr. Rasek.....	87
Euro EMC Service.....	87
FlowCAD.....	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
IMST GmbH.....	89
Jauch Quartz GmbH.....	89
Langer EMV-Technik GmbH.....	90
m2m Germany GmbH.....	90
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH.....	90
mmt gmbh.....	90
MTC Micro Tech Components GmbH.....	90
Mühlhaus, Dr. GmbH.....	90
Narda Safety Test Solutions.....	91
Radio Frequency Systems.....	92
RF Consult GmbH.....	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.....	92
Rutronik GmbH.....	92
SCHURTER AG.....	93
Seibersdorf Labor GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
tekmodul GmbH.....	94
Testo Industrial Services GmbH.....	94

Dioden, Avalanche

Digital Electronic Siegfried Lehrer.....	86
Endrich Bauelemente GmbH.....	87

Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Laser Components GmbH	89
municom Vertriebs GmbH	91
pk components GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rutronik GmbH	92
WDI AG	94

Dioden, Gunn

bsw TestSystems & Consulting AG	86
ERM-Mikrowellentechnik	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
RUPPtronik	92
TACTRON ELEKTRONIK	94

Dioden, IMPATT

bsw TestSystems & Consulting AG	86
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92

Dioden, Laser

Acal BFi Germany GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Laser Components GmbH	89
municom Vertriebs GmbH	91
Rutronik GmbH	92
Würth Elektronik eiSos	94

Dioden, LED/OLED

Acal BFi Germany GmbH	85
Digital Electronic Siegfried Lehrer	86
Endrich Bauelemente GmbH	87
iDTRONIC GmbH	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Laser Components GmbH	89
municom Vertriebs GmbH	91
Neumüller Elektronik GmbH	91
Rutronik GmbH	92
Telcona AG	94
Würth Elektronik eiSos	94

Dioden, Photo

Anritsu GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
Digital Electronic Siegfried Lehrer	86
Endrich Bauelemente GmbH	87
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Laser 2000 GmbH	89
Laser Components GmbH	89
municom Vertriebs GmbH	91
Neumüller Elektronik GmbH	91
pk components GmbH	91
Rutronik GmbH	92
Würth Elektronik eiSos	94

Dioden, PIN

bsw TestSystems & Consulting AG	86
ERM-Mikrowellentechnik	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
iDTRONIC GmbH	88
KAMAKA Vertriebs GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Laser 2000 GmbH	89
Laser Components GmbH	89
Melatronik GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rutronik GmbH	92
TACTRON ELEKTRONIK	94
WDI AG	94

Dioden, Rausch

bsw TestSystems & Consulting AG	86
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
municom Vertriebs GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
TACTRON ELEKTRONIK	94

Dioden, Schottky

Acal BFi Germany GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
CBF Electronics Vertriebs GmbH	86
Endrich Bauelemente GmbH	87
ERM-Mikrowellentechnik	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
HY-LINE Power Components	88
KAMAKA Vertriebs GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
RUPPtronik	92
Rutronik GmbH	92
TACTRON ELEKTRONIK	94
WDI AG	94
wts // electronic components GmbH	94

Dioden, Step Recovery

bsw TestSystems & Consulting AG	86
CBF Electronics Vertriebs GmbH	86
ERM-Mikrowellentechnik	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
TACTRON ELEKTRONIK	94

Dioden, Tunnel

CBF Electronics Vertriebs GmbH	86
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
RUPPtronik	92
Rutronik GmbH	92

TACTRON ELEKTRONIK	94
--------------------------	----

Dioden, Varactor

API Technologies Spectrum Control	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
ERM-Mikrowellentechnik	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
RUPPtronik	92
Rutronik GmbH	92
TACTRON ELEKTRONIK	94

Elektromechanische Komponenten, Blitzschutz

AuCon GmbH	85
Börsig GmbH	85
ELECTRADE GmbH	87
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
pk components GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rittmann HF Technik	92
Rosenberger HF-Technik	92
RUPPtronik	92
Rutronik GmbH	92
SPINNER GmbH	93
SSB-Electronic GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
WDI AG	94
WiMo Antennen + Elektronik	94

Elektromechanische Komponenten, Buchsen

Börsig GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
eg-electronic GmbH	86
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
HTB Elektronik	88
Infratron GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
MC Technologies GmbH	90
MEV Elektronik Service	90
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
MTS Systemtechnik GmbH	90
Phoenix Contact Connector Techn.	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RADIALL GmbH	92
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
RUPPtronik	92
Rutronik GmbH	92
SAMTEC Europe	93
SCHURTER AG	93
Schützinger GmbH	93
SE Spezial-Electronic GmbH	93
Spectrum Elektrotechnik	93
SSB-Electronic GmbH	93

TACTRON ELEKTRONIK	94
WDI AG	94
WiMo Antennen + Elektronik	94
Würth Elektronik eiSos	94

Elektromechanische Komponenten, Durchführungen

eg-electronic GmbH	86
EMCO Elektronik GmbH	87
ERM-Mikrowellentechnik	87
germania elektronik GmbH	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
Infratron GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
MTS Systemtechnik GmbH	90
municom Vertriebs GmbH	91
Pflitsch GmbH & Co. KG	91
Phoenix Contact Connector Techn.	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RADIALL GmbH	92
RFMW Europe Ltd.	92
Rosenberger HF-Technik	92
RUPPtronik	92
Rutronik GmbH	92
SEMIC RF Electronic GmbH	93
Spectrum Elektrotechnik	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
WDI AG	94
WiMo Antennen + Elektronik	94

Elektromechanische Komponenten, Gehäuse, 19-Zoll

Acal BFi Germany GmbH	85
apra-norm Elektromechanik	85
Bopla Gehäuse Systeme GmbH	85
Fischer Elektronik GmbH & Co. KG	85
germania elektronik GmbH	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
MTS Systemtechnik GmbH	90
Rutronik GmbH	92
Schroff GmbH	93
Telemeter Electronic GmbH	94

Elektromechanische Komponenten, Gehäuse, abgeschirmte (HF)

Acal BFi Germany GmbH	85
apra-norm Elektromechanik	85
Bopla Gehäuse Systeme GmbH	85
Börsig GmbH	85
EMI-tec GmbH	87
EUKATEC Europe GmbH	87
Feuerherdt GmbH	87
Fischer Elektronik GmbH & Co. KG	85
germania elektronik GmbH	88
iDTRONIC GmbH	88
Infratron GmbH	89
INGUN Prüfmittelbau GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
MTC Micro Tech Components GmbH	90
MTS Systemtechnik GmbH	90
Rutronik GmbH	92
Schroff GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94

Techniplas Schwäbisch Gmünd	94
Telemeter Electronic GmbH	94
THORA Elektronik GmbH	94

Elektromechanische Komponenten, Gehäuse, Aluminium

ACTRON AG	85
apra-norm Elektromechanik	85
A-Switch GmbH	85
Bopla Gehäuse Systeme GmbH	85
Börsig GmbH	85
Dold, E. & Söhne GmbH & Co. KG	86
eg-electronic GmbH	86
EUKATEC Europe GmbH	87
Fischer Elektronik GmbH & Co. KG	85
germania elektronik GmbH	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
MTS Systemtechnik GmbH	90
OKW Gehäusesysteme GmbH	91
Rutronik GmbH	92
Schroff GmbH	93
Telemeter Electronic GmbH	94

Elektromechanische Komponenten, Gehäuse, Kunststoff

apra-norm Elektromechanik	85
Bopla Gehäuse Systeme GmbH	85
Börsig GmbH	85

Dold, E. & Söhne GmbH & Co. KG	86
eg-electronic GmbH	86
EUKATEC Europe GmbH	87
Fischer Elektronik GmbH & Co. KG	85
germania elektronik GmbH	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
iDTRONIC GmbH	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
MTS Systemtechnik GmbH	90
OKW Gehäusesysteme GmbH	91
pk components GmbH	91
Rutronik GmbH	92
Techniplas Schwäbisch Gmünd	94
Elektromechanische Komponenten, HF-Dichtungen	
Acal BFi Germany GmbH	85
ALBATROSS PROJECTS GmbH	85
Bopla Gehäuse Systeme GmbH	85
ELECTRADE GmbH	87
EMI-tec GmbH	87
EUKATEC Europe GmbH	87
Feuerherdt GmbH	87
Fischer Elektronik GmbH & Co. KG	85
germania elektronik GmbH	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
MTC Micro Tech Components GmbH	90
MTS Systemtechnik GmbH	90

Nucletron Technologies GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rutronik GmbH	92
SPINNER GmbH	93
Telemeter Electronic GmbH	94
THORA Elektronik GmbH	94
Würth Elektronik eiSos	94

Elektromechanische Komponenten, Relais

Acal BFi Germany GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
Digital Electronic Siegfried Lehrer	86
EMCO Elektronik GmbH	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
HTB Elektronik	88
iDTRONIC GmbH	88
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
MIWEKO GmbH	90
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
MTS Systemtechnik GmbH	90
municon Vertriebs GmbH	91
Nucletron Technologies GmbH	91
pk components GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rittmann HF Technik	92
RUPPtronik	92
Rutronik GmbH	92
SE Spezial-Electronic GmbH	93
SEMIC RF Electronic GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
Telemeter Electronic GmbH	94
WiMo Antennen + Elektronik	94

EMV, Absorberhallen/Geschirmte Räume/Kammern

Aaronia AG	85
Acal BFi Germany GmbH	85
ALBATROSS PROJECTS GmbH	85
AR Deutschland GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
Elix-St. GmbH	87
EMCO Elektronik GmbH	87
germania elektronik GmbH	88
H + H High Voltage GmbH	88
Infratron GmbH	89
Keysight Technologies	89
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
MTS Systemtechnik GmbH	90
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
Telemeter Electronic GmbH	94
THORA Elektronik GmbH	94

EMV, Absorbermaterial

Aaronia AG	85
Acal BFi Germany GmbH	85
AR Deutschland GmbH	85
ELECTRADE GmbH	87
Elix-St. GmbH	87

EMCO Elektronik GmbH	87
EMI-tec GmbH	87
EUKATEC Europe GmbH	87
Feuerherdt GmbH	87
germania elektronik GmbH	88
Infratron GmbH	89
Meilhaus Electronic GmbH	90
Melatronik GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
MTC Micro Tech Components GmbH	90
MTS Systemtechnik GmbH	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Rutronik GmbH	92
TACTRON ELEKTRONIK	94
Telemeter Electronic GmbH	94
THORA Elektronik GmbH	94
Würth Elektronik eiSos	94

EMV, Antennenmasten

AR Deutschland GmbH	85
EISENLOHR Industrie-Elektronik	86
EMCO Elektronik GmbH	87
foxblue electronics	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
MIWEKO GmbH	90
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
Rutronik GmbH	92
Telemeter Electronic GmbH	94
WiMo Antennen + Elektronik	94

EMV, Antennensets

Aaronia AG	85
ALLICE Messtechnik GmbH	85
AR Deutschland GmbH	85
EMCO Elektronik GmbH	87
germania elektronik GmbH	88
Heuermann HF-Technik GmbH	88
iDTRONIC GmbH	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Keysight Technologies	89
MIWEKO GmbH	90
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
Rutronik GmbH	92
TACTRON ELEKTRONIK	94
Telemeter Electronic GmbH	94
WiMo Antennen + Elektronik	94

EMV, Drehtische

AR Deutschland GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
EMCO Elektronik GmbH	87
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
Rutronik GmbH	92
Telemeter Electronic GmbH	94

Wir haben Lösungen für Ihre Störstrahlungsprobleme

Das EUKATEC®-Beschichtungsverfahren sorgt für hohe Durchstrahlungsdämpfung, geringen Oberflächenwiderstand, hohe ESD-Ableitung und garantiert hervorragende Recyclingfähigkeit.

Wir sind Ihr Ansprechpartner für die EMV- bzw. ESD-Abschirmung Ihrer Produkte sowie für eine Metallisierung von Kunststoffen mit Kupfer, Aluminium oder Zink. Nach Wunsch auch für die Beratung, Planung und Lieferung von kompletten Beschichtungsanlagen.

**Von der Idee bis zum fertigen Produkt
sind wir Ihr Partner!**



EUKATEC Europe GmbH

Alsweder Landstraße 10
D-32339 Espelkamp
Tel.: +49 (0) 5743 - 93 193 0
Fax: +49 (0) 5743 - 93 193 09
info@eukatec.com
www.eukatec.com

EMV, Entstörröseln

Acal BFI Germany GmbH.....	85
Anritsu GmbH.....	85
CBF Electronics Vertriebs GmbH.....	86
EICHHOFF Kondensatoren GmbH.....	86
Endrich Bauelemente GmbH.....	87
Freicomp GmbH.....	88
germania elektronik GmbH.....	88
HY-LINE Power Components.....	88
Industrial Electronics GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
mmt gmbh.....	90
Neosid Pemetzrieder GmbH.....	91
NKL GmbH.....	91
pk components GmbH.....	91
Rutronik GmbH.....	92
Schaffner EMV AG.....	93
Schlöder GmbH.....	93
SCHURTER AG.....	93
SE Spezial-Electronic GmbH.....	93
THORA Elektronik GmbH.....	94
Vacuumschmelze GmbH & Co. KG.....	94
WDI AG.....	94
Würth Elektronik eiSos.....	94

EMV, Entstörfilter

Acal BFI Germany GmbH.....	85
ALBATROSS PROJECTS GmbH.....	85
API Technologies Spectrum Control.....	85
CBF Electronics Vertriebs GmbH.....	86
EICHHOFF Kondensatoren GmbH.....	86
EISENLOHR Industrie-Elektronik.....	86
ELECTRADE GmbH.....	87
EMTRON electronic GmbH.....	87
foxbblue electronics.....	88
Freicomp GmbH.....	88
germania elektronik GmbH.....	88
HY-LINE Power Components.....	88
Industrial Electronics GmbH.....	89
KAMAKA Vertriebs GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Meilhaus Electronic GmbH.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
mmt gmbh.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
Neosid Pemetzrieder GmbH.....	91
NKL GmbH.....	91
pk components GmbH.....	91
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92
Rittmann HF Technik.....	92
Rutronik GmbH.....	92
s.m.a.e. GmbH.....	93
Schaffner EMV AG.....	93
Schlöder GmbH.....	93
SCHURTER AG.....	93
SE Spezial-Electronic GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
THORA Elektronik GmbH.....	94
WDI AG.....	94
Würth Elektronik eiSos.....	94

EMV, (G)TEM-Zellen

EMCO Elektronik GmbH.....	87
Eschke, Dr. Elektronik GmbH.....	87
germania elektronik GmbH.....	88

Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Meilhaus Electronic GmbH.....	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
Telemeter Electronic GmbH.....	94

EMV, Glasscheiben, HF-dicht

Aaronia AG.....	85
Acal BFI Germany GmbH.....	85
ALBATROSS PROJECTS GmbH.....	85
ELECTRADE GmbH.....	87
EMI-tec GmbH.....	87
EUKATEC Europe GmbH.....	87
Feuerherdt GmbH.....	87
germania elektronik GmbH.....	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Infratron GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
MTC Micro Tech Components GmbH.....	90
MTS Systemtechnik GmbH.....	90
THORA Elektronik GmbH.....	94

EMV, Leistungsverstärker

Acal BFI Germany GmbH.....	85
ALLICE Messtechnik GmbH.....	85
Althaus, Martin Ing.-Büro.....	85
API Technologies Spectrum Control.....	85
AR Deutschland GmbH.....	85
Becker Nachrichtentechnik GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG.....	86
dataTec AG.....	86
Electro Rent Deutschland GmbH.....	87
EMCO Elektronik GmbH.....	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Heuermann HF-Technik GmbH.....	88
HTB Elektronik.....	88
Industrial Electronics GmbH.....	89
KAMAKA Vertriebs GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Keysight Technologies.....	89
Meilhaus Electronic GmbH.....	90
Melatronik GmbH.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
mmt gmbh.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92
Rittmann HF Technik.....	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.....	92
Rutronik GmbH.....	92
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
Telemeter Electronic GmbH.....	94

EMV, Messempfänger

Aaronia AG.....	85
ALLICE Messtechnik GmbH.....	85
Anritsu GmbH.....	85
AR Deutschland GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG.....	86
dataTec AG.....	86
Electro Rent Deutschland GmbH.....	87
EMCO Elektronik GmbH.....	87
GAUSS INSTRUMENTS.....	88
germania elektronik GmbH.....	88
Heuermann HF-Technik GmbH.....	88
HTB Elektronik.....	88
INGUN Prüfmittelbau GmbH.....	89

Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Keysight Technologies.....	89
Langer EMV-Technik GmbH.....	90
Meilhaus Electronic GmbH.....	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
PSE-Priggen Special Electronic.....	91
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.....	92
Rutronik GmbH.....	92
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
Telemeter Electronic GmbH.....	94

EMV, Messkammern

A.N. Solutions GmbH.....	85
Acal BFI Germany GmbH.....	85
ALBATROSS PROJECTS GmbH.....	85
Anritsu GmbH.....	85
AR Deutschland GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG.....	86
Elix-St. GmbH.....	87
EMCO Elektronik GmbH.....	87
germania elektronik GmbH.....	88
H + H High Voltage GmbH.....	88
Infratron GmbH.....	89
INGUN Prüfmittelbau GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Keysight Technologies.....	89
mmt gmbh.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
MTS Systemtechnik GmbH.....	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91

Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.....	92
SPINNER GmbH.....	93
Telemeter Electronic GmbH.....	94
Vacuumschmelze GmbH & Co. KG.....	94

EMV, Referenzstrahler

A.N. Solutions GmbH.....	85
Aaronia AG.....	85
AR Deutschland GmbH.....	85
EMCO Elektronik GmbH.....	87
GAUSS INSTRUMENTS.....	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
Seibersdorf Labor GmbH.....	93

EMV, Zelte

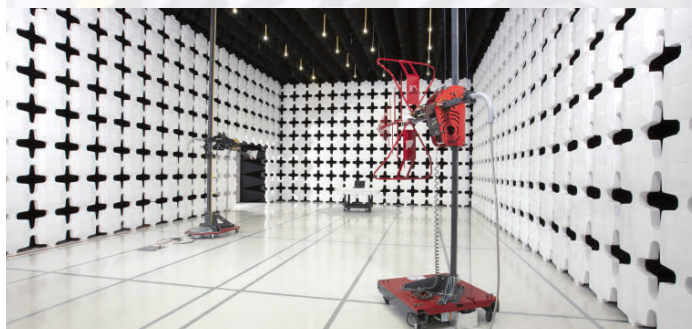
Aaronia AG.....	85
AR Deutschland GmbH.....	85
EMCO Elektronik GmbH.....	87
germania elektronik GmbH.....	88
Infratron GmbH.....	89
Langer EMV-Technik GmbH.....	90
Meilhaus Electronic GmbH.....	90
mmt gmbh.....	90
THORA Elektronik GmbH.....	94



EMCO Elektronik Ihr Partner für EMV und HF

Messtechnik - Systeme - Komponenten

Avionik-Prüftechnik & Funkmessplätze
HF- & Mikrowellen Komponenten
Positioning - Navigation - Timing
HF- & Mikrowellen-Messtechnik
Antennen-Messtechnik
EMV-Messtechnik



EMCO Elektronik GmbH
Fraunhoferstr. 14, 82152 Planegg

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

Filter, abstimmbare

Acal Bfi Germany GmbH.....	85
Analog Devices.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
cofttech GmbH.....	86
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Graefe HF-Technik.....	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Melatronik GmbH.....	90
MEV Elektronik Service.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
mmt gmbh.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
Neosid Pemetzrieder GmbH.....	91
Nucletron Technologies GmbH.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92
Rittmann HF Technik.....	92
RUPPtronik.....	92
Rutronik GmbH.....	92
SE Spezial-Electronic GmbH.....	93
SEMIC RF Electronic GmbH.....	93
SI Scientific Instruments GmbH.....	93
SPINNER GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
Telemeter Electronic GmbH.....	94
Wainwright Instruments GmbH.....	94

Filter, Band-/Hoch-/Tiefpass

Aaronia AG.....	85
Acal Bfi Germany GmbH.....	85
Analog Devices.....	85
Anritsu GmbH.....	85
API Technologies Spectrum Control... 85	
AuCon GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
cofttech GmbH.....	86
Digital Electronic Siegfried Lehrer... 86	
eg-electronic GmbH.....	86
ELECTRADE GmbH.....	87
EMCO Elektronik GmbH.....	87
GAUSS INSTRUMENTS.....	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Graefe HF-Technik.....	88
Industrial Electronics GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
KVG Quartz Crystal GmbH.....	89
Meilhaus Electronic GmbH.....	90
Melatronik GmbH.....	90
MEV Elektronik Service.....	90
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
mmt gmbh.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
MTS Systemtechnik GmbH.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
Neosid Pemetzrieder GmbH.....	91
Nucletron Technologies GmbH.....	91
pk components GmbH.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
QuartzCom AG.....	92
RF-Lambda Europe GmbH.....	92
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92
Rittmann HF Technik.....	92

RUPPtronik.....	92
Rutronik GmbH.....	92
SE Spezial-Electronic GmbH.....	93
SEMIC RF Electronic GmbH.....	93
SI Scientific Instruments GmbH.....	93
SPINNER GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
Telcon AG.....	94
Telemeter Electronic GmbH.....	94
Wainwright Instruments GmbH.....	94
WDI AG.....	94
WiMo Antennen + Elektronik.....	94

Filter, BAW

Acal Bfi Germany GmbH.....	85
cofttech GmbH.....	86
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
MIWEKO GmbH.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92
Rutronik GmbH.....	92
SE Spezial-Electronic GmbH.....	93
SEMIC RF Electronic GmbH.....	93
SI Scientific Instruments GmbH.....	93
SPINNER GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
Telemeter Electronic GmbH.....	94
Wainwright Instruments GmbH.....	94

Filter, Breitband

Acal Bfi Germany GmbH.....	85
Analog Devices.....	85
Börsig GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
Digital Electronic Siegfried Lehrer... 86	
GAUSS INSTRUMENTS.....	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Graefe HF-Technik.....	88
HY-LINE Power Components.....	88
Industrial Electronics GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Laser Components GmbH.....	89
Melatronik GmbH.....	90
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
Neosid Pemetzrieder GmbH.....	91
Nucletron Technologies GmbH.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
RFMW Europe Ltd.....	92
Rittmann HF Technik.....	92
RUPPtronik.....	92
Rutronik GmbH.....	92
Schaffner EMV AG.....	93
SE Spezial-Electronic GmbH.....	93
SEMIC RF Electronic GmbH.....	93
SI Scientific Instruments GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
Wainwright Instruments GmbH.....	94
WDI AG.....	94

Filter, Durchführungs

Acal Bfi Germany GmbH.....	85
ALBATROSS PROJECTS GmbH.....	85
Anritsu GmbH.....	85
API Technologies Spectrum Control... 85	
bsw TestSystems & Consulting AG	86
CBF Electronics Vertriebs GmbH.....	86

eg-electronic GmbH.....	86
ELECTRADE GmbH.....	87
Freicomp GmbH.....	88
germania elektronik GmbH.....	88
Infratron GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
mmt gmbh.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
MTS Systemtechnik GmbH.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
RFMW Europe Ltd.....	92
Rittmann HF Technik.....	92
Rutronik GmbH.....	92
Schaffner EMV AG.....	93
SE Spezial-Electronic GmbH.....	93
SI Scientific Instruments GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
Telemeter Electronic GmbH.....	94
WDI AG.....	94
Wts // electronic components GmbH... 94	

Filter, EMI

Acal Bfi Germany GmbH.....	85
API Technologies Spectrum Control... 85	
bsw TestSystems & Consulting AG	86
CBF Electronics Vertriebs GmbH.....	86
eg-electronic GmbH.....	86
ELECTRADE GmbH.....	87
EMCO Elektronik GmbH.....	87
EMTRON electronic GmbH.....	87
eviron GmbH.....	87
Freicomp GmbH.....	88
germania elektronik GmbH.....	88
HY-LINE Power Components.....	88
Infratron GmbH.....	89
KAMAKA Vertriebs GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Keysight Technologies.....	89
MTC Micro Tech Components GmbH... 90	
MTS Systemtechnik GmbH.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
NKL GmbH.....	91
pk components GmbH.....	91
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92
Rutronik GmbH.....	92
Schaffner EMV AG.....	93
Schlöder GmbH.....	93
SE Spezial-Electronic GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
TDK-Lambda Germany GmbH.....	94
WDI AG.....	94
Wts // electronic components GmbH... 94	
Würth Elektronik eiSos.....	94

Filter, Helix

Acal Bfi Germany GmbH.....	85
Althaus, Martin Ing.-Büro.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
Graefe HF-Technik.....	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Neosid Pemetzrieder GmbH.....	91
RFMW Europe Ltd.....	92
Rittmann HF Technik.....	92
RUPPtronik.....	92
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
Wainwright Instruments GmbH.....	94

Filter, Hohlraumresonator

Acal Bfi Germany GmbH.....	85
Althaus, Martin Ing.-Büro.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Graefe HF-Technik.....	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Melatronik GmbH.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
RF-Lambda Europe GmbH.....	92
RFMW Europe Ltd.....	92
SEMIC RF Electronic GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94

Filter, Interdigital

Acal Bfi Germany GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
EMCO Elektronik GmbH.....	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Melatronik GmbH.....	90
mmt gmbh.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
RFMW Europe Ltd.....	92
RUPPtronik.....	92
Wainwright Instruments GmbH.....	94

Filter, Koaxial

Acal Bfi Germany GmbH.....	85
Althaus, Martin Ing.-Büro.....	85
Anritsu GmbH.....	85
Börsig GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
EMCO Elektronik GmbH.....	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
HTB Elektronik.....	88
Industrial Electronics GmbH.....	89
Infratron GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Melatronik GmbH.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
mmt gmbh.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
RADIALL GmbH.....	92
RF-Lambda Europe GmbH.....	92
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92
Rittmann HF Technik.....	92
RUPPtronik.....	92
SEMIC RF Electronic GmbH.....	93
SI Scientific Instruments GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
Telemeter Electronic GmbH.....	94

Filter, LTCC

Acal Bfi Germany GmbH.....	85
Industrial Electronics GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Melatronik GmbH.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91

RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
SE Spezial-Electronic GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
WDI AG	94
Würth Elektronik eiSos.	94

Filter, mechanische

Acal BFi Germany GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
Infratron GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
municom Vertriebs GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Rittmann HF Technik	92
RUPPtronik	92
SE Spezial-Electronic GmbH	93
SEMIC RF Electronic GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94

Filter, Quarz

Acal BFi Germany GmbH	85
CBF Electronics Vertriebs GmbH	86
cofttech GmbH	86
Digital Electronic Siegfried Lehrer	86
Endrich Bauelemente GmbH	87
GEYER Electronic E.K.	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
KVG Quartz Crystal GmbH	89
Melatronik GmbH	90
MEV Elektronik Service	90
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
municom Vertriebs GmbH	91
PETERMANN-TECHNIK GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
QuartzCom AG	92
Quarztechnik Daun GmbH	92
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rutronik GmbH	92
SE Spezial-Electronic GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
Telcona AG	94
WDI AG	94
WiMo Antennen + Elektronik	94
Würth Elektronik eiSos.	94

Filter, reflexionsarme

Acal BFi Germany GmbH	85
Analog Devices	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
Graefe HF-Technik	88
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
municom Vertriebs GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
TACTRON ELEKTRONIK	94

Filter, SAW

Acal BFi Germany GmbH	85
API Technologies Spectrum Control	85
cofttech GmbH	86
CompoTEK GmbH	86
Digital Electronic Siegfried Lehrer	86
EMCO Elektronik GmbH	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
MEV Elektronik Service	90
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
municom Vertriebs GmbH	91
pk components GmbH	91
QuartzCom AG	92
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rutronik GmbH	92
SAW Components Dresden	93
SE Spezial-Electronic GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
Telcona AG	94
WDI AG	94

Filter, ZF

Acal BFi Germany GmbH	85
Analog Devices	85
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
KVG Quartz Crystal GmbH	89
Melatronik GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
municom Vertriebs GmbH	91
Neosid Pemetzrieder GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Rittmann HF Technik	92
RUPPtronik	92
Rutronik GmbH	92
SE Spezial-Electronic GmbH	93

Generatoren, Arbiträr

ALLICE Messtechnik GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
dataTec AG	86
Electro Rent Deutschland GmbH	87
EMCO Elektronik GmbH	87
Eschke, Dr. Elektronik GmbH	87
HTB Elektronik	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Keysight Technologies	89
Meilhaus Electronic GmbH	90
PSE-Priggen Special Electronic	91
Rigol Technologies EU GmbH	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
SI Scientific Instruments GmbH	93
Siglent Technologies	93
Spectrum Instrumentation GmbH	93

Generatoren, Basisband- und Modulation

ALLICE Messtechnik GmbH	85
Anritsu GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
dataTec AG	86

Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
HTB Elektronik	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Keysight Technologies	89
Meilhaus Electronic GmbH	90
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
SI Scientific Instruments GmbH	93
Siglent Technologies	93
TACTRON ELEKTRONIK	94

Generatoren, Digital-Signal

ALLICE Messtechnik GmbH	85
Anritsu GmbH	85
AR Deutschland GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
dataTec AG	86
Electro Rent Deutschland GmbH	87
Eschke, Dr. Elektronik GmbH	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
HTB Elektronik	88
IZT GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Keysight Technologies	89
Lange-Electronic GmbH	90
Meilhaus Electronic GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
SI Scientific Instruments GmbH	93
Siglent Technologies	93
Spectrum Instrumentation GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94

Generatoren, Funktion

ALLICE Messtechnik GmbH	85
AR Deutschland GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
dataTec AG	86
Eschke, Dr. Elektronik GmbH	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
HTB Elektronik	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Keysight Technologies	89
Meilhaus Electronic GmbH	90
Rigol Technologies EU GmbH	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
SI Scientific Instruments GmbH	93
Siglent Technologies	93
Spectrum Instrumentation GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
Telemeter Electronic GmbH	94

Generatoren, Impuls

ALLICE Messtechnik GmbH	85
AR Deutschland GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
dataTec AG	86
Electro Rent Deutschland GmbH	87
EMCC Partner AG	87
EMCC Dr. Rasek	87
H + H High Voltage GmbH	88
HTB Elektronik	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Keysight Technologies	89
Meilhaus Electronic GmbH	90
PSE-Priggen Special Electronic	91
Schlöder GmbH	91
SI Scientific Instruments GmbH	93

TACTRON ELEKTRONIK	94
Telemeter Electronic GmbH	94

Generatoren, Mikrowellen

Anritsu GmbH	85
AR Deutschland GmbH	85
Becker Nachrichtentechnik GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
dataTec AG	86
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
HTB Elektronik	88
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Keysight Technologies	89
Kuhne electronic GmbH	89
Meilhaus Electronic GmbH	90
Melatronik GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
municom Vertriebs GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RF-Lambda Europe GmbH	92
RFMW Europe Ltd.	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
RUPPtronik	92
SEMIC RF Electronic GmbH	93
SI Scientific Instruments GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94

Generatoren, Rausch

Aaronia AG	85
AR Deutschland GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
dataTec AG	86
Electro Rent Deutschland GmbH	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
HTB Elektronik	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Keysight Technologies	89
Meilhaus Electronic GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
municom Vertriebs GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
RUPPtronik	92
SI Scientific Instruments GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94

Generatoren, (Vektor-)Signal

Aaronia AG	85
ALLICE Messtechnik GmbH	85
Anritsu GmbH	85
AR Deutschland GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
dataTec AG	86
Electro Rent Deutschland GmbH	87
HTB Elektronik	88
IZT GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Keysight Technologies	89
Kuhne electronic GmbH	89
Meilhaus Electronic GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
mmt gmbh	90
municom Vertriebs GmbH	91
Rigol Technologies EU GmbH	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92

SI Scientific Instruments GmbH	93
Siglent Technologies	93
TACTRON ELEKTRONIK	94

Generatoren, Wellenform (AWG)

ALLICE Messtechnik GmbH	85
Anritsu GmbH	85
AR Deutschland GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
dataTec AG	86
Electro Rent Deutschland GmbH	87
EMCO Elektronik GmbH	87
Eschke, Dr. Elektronik GmbH	87
HTB Elektronik	88
IZT GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Keysight Technologies	89
Meilhaus Electronic GmbH	90
PSE-Priggen Special Electronic	91
Rigol Technologies EU GmbH	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
Schlöder GmbH	93
SI Scientific Instruments GmbH	93
Siglent Technologies	93
Spectrum Instrumentation GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94

GPS-Antennen

Acal BFi Germany GmbH	85
AuCon GmbH	85
cofttech GmbH	86
CompoTEK GmbH	86
EMCO Elektronik GmbH	87
Endrich Bauelemente GmbH	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
HY-LINE Communication Products	88
iDTRONIC GmbH	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Lange-Electronic GmbH	90
m2m Germany GmbH	90
MC Technologies GmbH	90
Melatronik GmbH	90
MEV Elektronik Service	90
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
municom Vertriebs GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RADIALL GmbH	92
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rittmann HF Technik	92
Rutronik GmbH	92
SE Spezial-Electronic GmbH	93
SI Scientific Instruments GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
TecSys GmbH	94
tekmodul GmbH	94
Tragant GmbH	94
WDI AG	94

GPS-Chipsätze

Acal BFi Germany GmbH	85
Analog Devices	85
Börsig GmbH	85
CompoTEK GmbH	86
Endrich Bauelemente GmbH	87
iDTRONIC GmbH	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
m2m Germany GmbH	90

RFMW Europe Ltd.	92
Rutronik GmbH	92
SE Spezial-Electronic GmbH	93
tekmodul GmbH	94

GPS-Empfänger-Baugruppen

Acal BFi Germany GmbH	85
CompoTEK GmbH	86
Endrich Bauelemente GmbH	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
iDTRONIC GmbH	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
Rutronik GmbH	92
Schmidiger GmbH	93
SE Spezial-Electronic GmbH	93
TecSys GmbH	94
Telcona AG	94

GPS-Evaluation-Kits

Acal BFi Germany GmbH	85
Analog Devices	85
CompoTEK GmbH	86
Endrich Bauelemente GmbH	87
iDTRONIC GmbH	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
m2m Germany GmbH	90
MC Technologies GmbH	90
Richardson RFPD Germany	92
Rutronik GmbH	92
SE Spezial-Electronic GmbH	93
SI Scientific Instruments GmbH	93
tekmodul GmbH	94

GPS-Module

Acal BFi Germany GmbH	85
CompoTEK GmbH	86
EMCO Elektronik GmbH	87
Endrich Bauelemente GmbH	87
HY-LINE Communication Products	88
iDTRONIC GmbH	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
m2m Germany GmbH	90
MC Technologies GmbH	90
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
municom Vertriebs GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rutronik GmbH	92
SE Spezial-Electronic GmbH	93
SI Scientific Instruments GmbH	93
TecSys GmbH	94
tekmodul GmbH	94
Telcona AG	94
Tragant GmbH	94
Würth Elektronik eiSos	94

HF- und Mikrowellen- Transistoren, Bipolar

Acal BFi Germany GmbH	85
CBF Electronics Vertriebs GmbH	86
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
municom Vertriebs GmbH	91
NXP Semiconductors Germany	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rutronik GmbH	92

TACTRON ELEKTRONIK	94
--------------------------	----

HF- und Mikrowellen- Transistoren, FET

Acal BFi Germany GmbH	85
Digital Electronic Siegfried Lehrer	86
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
Mitsubishi Electric Europe B.V.	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
municom Vertriebs GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rutronik GmbH	92
TACTRON ELEKTRONIK	94

HF- und Mikrowellen- Transistoren, GaAs

Acal BFi Germany GmbH	85
CompoTEK GmbH	86
Digital Electronic Siegfried Lehrer	86
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
municom Vertriebs GmbH	91
NXP Semiconductors Germany	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rutronik GmbH	92
TACTRON ELEKTRONIK	94

HF- und Mikrowellen- Transistoren, GaN

Acal BFi Germany GmbH	85
CompoTEK GmbH	86
Digital Electronic Siegfried Lehrer	86
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
Mitsubishi Electric Europe B.V.	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
municom Vertriebs GmbH	91
NXP Semiconductors Germany	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rutronik GmbH	92
TACTRON ELEKTRONIK	94

HF- und Mikrowellen- Transistoren, HEMT

Acal BFi Germany GmbH	85
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
HY-LINE Power Components	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
Mitsubishi Electric Europe B.V.	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
municom Vertriebs GmbH	91
NXP Semiconductors Germany	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rutronik GmbH	92

TACTRON ELEKTRONIK	94
--------------------------	----

HF- und Mikrowellen- Transistoren, LDMOS

Acal BFi Germany GmbH	85
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
municom Vertriebs GmbH	91
NXP Semiconductors Germany	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rutronik GmbH	92
TACTRON ELEKTRONIK	94

HF- und Mikrowellen- Transistoren, MOSFET

CompoTEK GmbH	86
Digital Electronic Siegfried Lehrer	86
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH	90
Mitsubishi Electric Europe B.V.	90
municom Vertriebs GmbH	91
NXP Semiconductors Germany	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rutronik GmbH	92
TACTRON ELEKTRONIK	94

HF- und Mikrowellen- Transistoren, pHEMT

Acal BFi Germany GmbH	85
CompoTEK GmbH	86
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Mitsubishi Electric Europe B.V.	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
municom Vertriebs GmbH	91
NXP Semiconductors Germany	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rutronik GmbH	92
TACTRON ELEKTRONIK	94

HF- und Mikrowellen- Transistoren, SiGe

Acal BFi Germany GmbH	85
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
municom Vertriebs GmbH	91
NXP Semiconductors Germany	91
RFMW Europe Ltd.	92
Rutronik GmbH	92
TACTRON ELEKTRONIK	94

HF- und Mikrowellen- Transistoren, sonstige

Acal BFi Germany GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
CompoTEK GmbH	86
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
municom Vertriebs GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Rutronik GmbH	92
TACTRON ELEKTRONIK	94

Integrierte Schaltungen, aktive Mischer

Analog Devices	85
EMCO Elektronik GmbH	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
IMST GmbH	89
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
municom Vertriebs GmbH	91
NXP Semiconductors Germany	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
RUPPtronik	92
TACTRON ELEKTRONIK	94

Integrierte Schaltungen, kundenspezifisch

Acal BFI Germany GmbH	85
Analog Devices	85
API Technologies Spectrum Control	85
eesy-ic GmbH	86
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
IMST GmbH	89
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
MTS Systemtechnik GmbH	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
RUPPtronik	92
SE Spezial-Electronic GmbH	93
Silicon Radar GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94

Integrierte Schaltungen, Mixed Signal

Analog Devices	85
eesy-ic GmbH	86
Endrich Bauelemente GmbH	87
IMST GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
MEV Elektronik Service	90
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
municom Vertriebs GmbH	91
NXP Semiconductors Germany	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
Richardson RFPD Germany	92
RUPPtronik	92
Rutronik GmbH	92
SE Spezial-Electronic GmbH	93
Semtech GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94

Integrierte Schaltungen, MMICs

Analog Devices	85
CompoTEK GmbH	86
Endrich Bauelemente GmbH	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
IMST GmbH	89
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
MEV Elektronik Service	90
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH	90
Mitsubishi Electric Europe B.V.	90
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
municom Vertriebs GmbH	91
NXP Semiconductors Germany	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
RUPPtronik	92
Rutronik GmbH	92
Silicon Radar GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94

Integrierte Schaltungen, Modulatoren

Analog Devices	85
EMCO Elektronik GmbH	87
Endrich Bauelemente GmbH	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
IMST GmbH	89
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
municom Vertriebs GmbH	91
NXP Semiconductors Germany	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rittmann HF Technik	92
RUPPtronik	92
Rutronik GmbH	92
Semtech GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94

Integrierte Schaltungen, PLL

Analog Devices	85
eesy-ic GmbH	86
EMCO Elektronik GmbH	87
Endrich Bauelemente GmbH	87
IMST GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
NXP Semiconductors Germany	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rittmann HF Technik	92
Rutronik GmbH	92
TACTRON ELEKTRONIK	94

Integrierte Schaltungen, schaltbare Dämpfungsglieder

Acal BFI Germany GmbH	85
Analog Devices	85
CompoTEK GmbH	86
EMCO Elektronik GmbH	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
HTB Elektronik	88
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
MTS Systemtechnik GmbH	90
municom Vertriebs GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
RUPPtronik	92
TACTRON ELEKTRONIK	94
Telemeter Electronic GmbH	94

Integrierte Schaltungen, Schalter

Acal BFI Germany GmbH	85
Analog Devices	85
EMCO Elektronik GmbH	87
Endrich Bauelemente GmbH	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
IMST GmbH	89
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
MTS Systemtechnik GmbH	90
municom Vertriebs GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
RUPPtronik	92
Rutronik GmbH	92
TACTRON ELEKTRONIK	94

Integrierte Schaltungen, Synthesizer, DDS

Analog Devices	85
IMST GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
NXP Semiconductors Germany	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
Richardson RFPD Germany	92
Rutronik GmbH	92
TACTRON ELEKTRONIK	94

Integrierte Schaltungen, Synthesizer, Fractional-N

Analog Devices	85
IMST GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
NXP Semiconductors Germany	91
RFMW Europe Ltd.	92

Richardson RFPD Germany	92
TACTRON ELEKTRONIK	94

Integrierte Schaltungen, Synthesizer, sonstige

Analog Devices	85
EMCO Elektronik GmbH	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
IMST GmbH	89
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
NXP Semiconductors Germany	91
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
TACTRON ELEKTRONIK	94

Integrierte Schaltungen, Up/Down Converter

Analog Devices	85
EMCO Elektronik GmbH	87
Endrich Bauelemente GmbH	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
IMST GmbH	89
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
MEV Elektronik Service	90
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
municom Vertriebs GmbH	91
NXP Semiconductors Germany	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RF-Lambda Europe GmbH	92
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
RUPPtronik	92
Rutronik GmbH	92
SatService GmbH	93
SE Spezial-Electronic GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94

Kabel, hochflexibel

Acal BFI Germany GmbH	85
Anritsu GmbH	85
bda connectivity GmbH	85
Börsig GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
CompoTEK GmbH	86
eg-electronic GmbH	86
EMC GmbH	87
EMCO Elektronik GmbH	87
GAC Technical Service & Logistik	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
HTB Elektronik	88
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
key-electronic Kreimendahl	89
Melatronik GmbH	90
MES Electronic Connect	90
MEV Elektronik Service	90
MIWEKO GmbH	90
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
MTS Systemtechnik GmbH	90
municom Vertriebs GmbH	91

56 HF-Einkaufsführer 2022/2023

Rutronik GmbH.....	92	Infratron GmbH.....	89	pk components GmbH.....	91	pk components GmbH.....	91
s.m.a.e. GmbH.....	93	Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89	RFMW Europe Ltd.....	92	RFMW Europe Ltd.....	92
SAMTEC Europe.....	93	Melatronik GmbH.....	90	Richardson RFPD Germany.....	92	Richardson RFPD Germany.....	92
SCHURTER AG.....	93	MTC Micro Tech Components GmbH.....	90	Rutronik GmbH.....	92	Rutronik GmbH.....	92
Spectrum Elektrotechnik.....	93	Rutronik GmbH.....	92	s.m.a.e. GmbH.....	93	s.m.a.e. GmbH.....	93
SPINNER GmbH.....	93	THORA Elektronik GmbH.....	94	SE Spezial-Electronic GmbH.....	93	SE Spezial-Electronic GmbH.....	93
SSB-Electronic GmbH.....	93	Kondensatoren, Cryogenic Ceramic		SEMIC RF Electronic GmbH.....	93	TACTRON ELEKTRONIK.....	94
TACTRON ELEKTRONIK.....	94	Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89	TACTRON ELEKTRONIK.....	94	WDI AG.....	94
tde - trans data elektronik.....	94	Melatronik GmbH.....	90	WDI AG.....	94	Wts // electronic components GmbH.....	94
tekmodul GmbH.....	94	municom Vertriebs GmbH.....	91	Kondensatoren, Keramik		Kondensatoren, Super	
Telegärtner Karl Gärtner GmbH.....	94	RFMW Europe Ltd.....	92	AMS Technologies AG.....	85	Digital Electronic Siegfried Lehrer.....	86
Tragant GmbH.....	94	TACTRON ELEKTRONIK.....	94	API Technologies Spectrum Control... ..	85	Industrial Electronics GmbH.....	89
W+P Products GmbH.....	94	Würth Elektronik eiSos.....	94	Digital Electronic Siegfried Lehrer.....	86	Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
WiMo Antennen + Elektronik.....	94	Kondensatoren, Durchführung		ELECTRADE GmbH.....	87	Melatronik GmbH.....	90
Klimatisieren, Gebläse/Lüfter		API Technologies Spectrum Control... ..	85	Endrich Bauelemente GmbH.....	87	pk components GmbH.....	91
Acal BFi Germany GmbH.....	85	CBF Electronics Vertriebs GmbH.....	86	Freicomp GmbH.....	88	RFMW Europe Ltd.....	92
AMS Technologies AG.....	85	ELECTRADE GmbH.....	87	Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88	Richardson RFPD Germany.....	92
Fischer Elektronik GmbH & Co. KG.....	85	Freicomp GmbH.....	88	Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89	Rutronik GmbH.....	92
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89	germania elektronik GmbH.....	88	Melatronik GmbH.....	90	s.m.a.e. GmbH.....	93
Melatronik GmbH.....	90	Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89	municom Vertriebs GmbH.....	91	SE Spezial-Electronic GmbH.....	93
MTS Systemtechnik GmbH.....	90	Melatronik GmbH.....	90	pk components GmbH.....	91	TACTRON ELEKTRONIK.....	94
Rutronik GmbH.....	92	municom Vertriebs GmbH.....	91	RFMW Europe Ltd.....	92	WDI AG.....	94
Klimatisieren, Heat-Pipes		pk components GmbH.....	91	Richardson RFPD Germany.....	92	Wts // electronic components GmbH.....	94
Acal BFi Germany GmbH.....	85	RFMW Europe Ltd.....	92	Rutronik GmbH.....	92	Würth Elektronik eiSos.....	94
ACTRON AG.....	85	Rutronik GmbH.....	92	s.m.a.e. GmbH.....	93	Kondensatoren, Trimmer	
A-Switch GmbH.....	85	SE Spezial-Electronic GmbH.....	93	SE Spezial-Electronic GmbH.....	93	Digital Electronic Siegfried Lehrer.....	86
coftech GmbH.....	86	TACTRON ELEKTRONIK.....	94	TACTRON ELEKTRONIK.....	94	Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Infratron GmbH.....	89	Telemeter Electronic GmbH.....	94	WDI AG.....	94	Melatronik GmbH.....	90
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89	WDI AG.....	94	Wts // electronic components GmbH.....	94	municom Vertriebs GmbH.....	91
Melatronik GmbH.....	90	Kondensatoren, Folien		Kondensatoren, Luft- und Raumfahrt		Neumüller Elektronik GmbH.....	91
Rutronik GmbH.....	92	AMS Technologies AG.....	85	API Technologies Spectrum Control... ..	85	pk components GmbH.....	91
Klimatisieren, Isoliermaterialien		CBF Electronics Vertriebs GmbH.....	86	CBF Electronics Vertriebs GmbH.....	86	RFMW Europe Ltd.....	92
Acal BFi Germany GmbH.....	85	Digital Electronic Siegfried Lehrer.....	86	ELECTRADE GmbH.....	87	Rutronik GmbH.....	92
EMC GmbH.....	87	Freicomp GmbH.....	88	Freicomp GmbH.....	88	SE Spezial-Electronic GmbH.....	93
EMI-tec GmbH.....	87	Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89	Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89	TACTRON ELEKTRONIK.....	94
Fischer Elektronik GmbH & Co. KG.....	85	Melatronik GmbH.....	90	Melatronik GmbH.....	90	Wts // electronic components GmbH.....	94
Infratron GmbH.....	89	pk components GmbH.....	91	municom Vertriebs GmbH.....	91	Kondensatoren, Ultra-Porcelain	
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89	RFMW Europe Ltd.....	92	RFMW Europe Ltd.....	92	Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Melatronik GmbH.....	90	Rutronik GmbH.....	92	Richardson RFPD Germany.....	92	Melatronik GmbH.....	90
Rutronik GmbH.....	92	SE Spezial-Electronic GmbH.....	93	SE Spezial-Electronic GmbH.....	93	municom Vertriebs GmbH.....	91
Klimatisieren, Kühlkörper/-sterne/-bleche		TACTRON ELEKTRONIK.....	94	TACTRON ELEKTRONIK.....	94	RFMW Europe Ltd.....	92
Acal BFi Germany GmbH.....	85	WDI AG.....	94	Wts // electronic components GmbH.....	94	Richardson RFPD Germany.....	92
AMS Technologies AG.....	85	Kondensatoren, Singlelayer		Kondensatoren, Multichip Array		Rutronik GmbH.....	92
coftech GmbH.....	86	Freicomp GmbH.....	88	Freicomp GmbH.....	88	TACTRON ELEKTRONIK.....	94
EMC GmbH.....	87	Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88	Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88	Kondensatoren, Vielschicht	
Fischer Elektronik GmbH & Co. KG.....	85	Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89	Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89	API Technologies Spectrum Control... ..	85
Infratron GmbH.....	89	Melatronik GmbH.....	90	Melatronik GmbH.....	90	Digital Electronic Siegfried Lehrer.....	86
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89	municom Vertriebs GmbH.....	91	municom Vertriebs GmbH.....	91	Endrich Bauelemente GmbH.....	87
Melatronik GmbH.....	90	pk components GmbH.....	91	pk components GmbH.....	91	Freicomp GmbH.....	88
Rutronik GmbH.....	92	RFMW Europe Ltd.....	92	RFMW Europe Ltd.....	92	GAC Technical Service & Logistik.....	88
THORA Elektronik GmbH.....	94	Rutronik GmbH.....	92	Rutronik GmbH.....	92	Industrial Electronics GmbH.....	89
WDI AG.....	94	SE Spezial-Electronic GmbH.....	93	SE Spezial-Electronic GmbH.....	93	Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Klimatisieren, Wärmeleitpaste		TACTRON ELEKTRONIK.....	94	TACTRON ELEKTRONIK.....	94	Melatronik GmbH.....	90
Acal BFi Germany GmbH.....	85	WDI AG.....	94	Wts // electronic components GmbH.....	94	municom Vertriebs GmbH.....	91
AMS Technologies AG.....	85	Kondensatoren, Hochvolt		Kondensatoren, Singlelayer		pk components GmbH.....	91
EMC GmbH.....	87	AMS Technologies AG.....	85	Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88	RFMW Europe Ltd.....	92
EMI-tec GmbH.....	87	CBF Electronics Vertriebs GmbH.....	86	Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89	Richardson RFPD Germany.....	92
Fischer Elektronik GmbH & Co. KG.....	85	Digital Electronic Siegfried Lehrer.....	86	Melatronik GmbH.....	90	Rutronik GmbH.....	92
GAC Technical Service & Logistik.....	88	Freicomp GmbH.....	88	municom Vertriebs GmbH.....	91	s.m.a.e. GmbH.....	93
		Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89	pk components GmbH.....	91	SE Spezial-Electronic GmbH.....	93
		Melatronik GmbH.....	90	RFMW Europe Ltd.....	92	TACTRON ELEKTRONIK.....	94
		pk components GmbH.....	91	Rutronik GmbH.....	92	WDI AG.....	94
		MEV Elektronik Service.....	90	SE Spezial-Electronic GmbH.....	93		
		pk components GmbH.....	91	TACTRON ELEKTRONIK.....	94		
		Kondensatoren, Hochvolt		WDI AG.....	94		
		AMS Technologies AG.....	85	Wts // electronic components GmbH.....	94		
		CBF Electronics Vertriebs GmbH.....	86	Kondensatoren, Singlelayer			
		Digital Electronic Siegfried Lehrer.....	86	Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88		
		Freicomp GmbH.....	88	Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89		
		Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89	Melatronik GmbH.....	90		
		Melatronik GmbH.....	90	municom Vertriebs GmbH.....	91		
		MEV Elektronik Service.....	90	pk components GmbH.....	91		
		pk components GmbH.....	91	RFMW Europe Ltd.....	92		
		Kondensatoren, Hochvolt		Rutronik GmbH.....	92		
		AMS Technologies AG.....	85	SE Spezial-Electronic GmbH.....	93		
		CBF Electronics Vertriebs GmbH.....	86	TACTRON ELEKTRONIK.....	94		
		Digital Electronic Siegfried Lehrer.....	86	WDI AG.....	94		
		Freicomp GmbH.....	88	Wts // electronic components GmbH.....	94		
		Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89	Kondensatoren, Singlelayer			
		Melatronik GmbH.....	90	Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88		
		municom Vertriebs GmbH.....	91	Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89		
				Melatronik GmbH.....	90		
				MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90		
				municom Vertriebs GmbH.....	91		

wts // electronic components GmbH... 94
Würth Elektronik eiSos... 94

Kondensatoren, sonstige

Digital Electronic Siegfried Lehr... 86
ELECTRADE GmbH... 87
Freicomp GmbH... 88
GAC Technical Service & Logistik... 88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG... 88
HY-LINE Power Components... 88
Industrial Electronics GmbH... 89
Karl Kruse GmbH & Co. KG... 89
Melatronik GmbH... 90
municom Vertriebs GmbH... 91
pk components GmbH... 91
RFMW Europe Ltd... 92
Rutronik GmbH... 92
s.m.a.e. GmbH... 93
SE Spezial-Electronic GmbH... 93
TACTRON ELEKTRONIK... 94
WDI AG... 94
wts // electronic components GmbH... 94

LWL-Komponenten, Dämpfungsglieder

Acal BFi Germany GmbH... 85
Anritsu GmbH... 85
API Technologies Spectrum Control... 85
Börsig GmbH... 85
CompoTEK GmbH... 86
FIBEROPTIC-SOLUTION... 87
HTB Elektronik... 88
Karl Kruse GmbH & Co. KG... 89
Laser 2000 GmbH... 89
Melatronik GmbH... 90
municom Vertriebs GmbH... 91
pk components GmbH... 91
Ratioplast Electronics... 92
TACTRON ELEKTRONIK... 94
tde - trans data elektronik... 94

LWL-Komponenten, Kabel-Tester

Acal BFi Germany GmbH... 85
Anritsu GmbH... 85
dataTec AG... 86
Electro Rent Deutschland GmbH... 87
EMCO Elektronik GmbH... 87
FIBEROPTIC-SOLUTION... 87
HTB Elektronik... 88
INGUN Prüfmittelbau GmbH... 89
Insoft Uwe Flick... 89
Karl Kruse GmbH & Co. KG... 89
Keysight Technologies... 89
Laser 2000 GmbH... 89
Meilhaus Electronic GmbH... 90
Melatronik GmbH... 90
municom Vertriebs GmbH... 91
pk components GmbH... 91
Ratioplast Electronics... 92
TACTRON ELEKTRONIK... 94
tde - trans data elektronik... 94

LWL-Komponenten, konfektionierte Kabel

Acal BFi Germany GmbH... 85
AMS Technologies AG... 85
Anritsu GmbH... 85
bda connectivity GmbH... 85

Börsig GmbH... 85
CompoTEK GmbH... 86
Digital Electronic Siegfried Lehr... 86
FIBEROPTIC-SOLUTION... 87
Fischer Connectors GmbH... 87
HTB Elektronik... 88
Insoft Uwe Flick... 89
Karl Kruse GmbH & Co. KG... 89
Laser 2000 GmbH... 89
Laser Components GmbH... 89
Melatronik GmbH... 90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG... 90
municom Vertriebs GmbH... 91
Phoenix Contact Connector Techn... 91
pk components GmbH... 91
RADIALL GmbH... 92
Ratioplast Electronics... 92
SAMTEC Europe... 93
SPINNER GmbH... 93
TACTRON ELEKTRONIK... 94
tde - trans data elektronik... 94
Telegärtner Karl Gärtner GmbH... 94
Tragant GmbH... 94

LWL-Komponenten, Messgeräte

Acal BFi Germany GmbH... 85
Anritsu GmbH... 85
dataTec AG... 86
EMCO Elektronik GmbH... 87
FIBEROPTIC-SOLUTION... 87
HTB Elektronik... 88
Insoft Uwe Flick... 89
Karl Kruse GmbH & Co. KG... 89
Keysight Technologies... 89
Laser 2000 GmbH... 89
Laser Components GmbH... 89
Meilhaus Electronic GmbH... 90
Melatronik GmbH... 90
municom Vertriebs GmbH... 91
pk components GmbH... 91
Polytec GmbH... 91
Ratioplast Electronics... 92
TACTRON ELEKTRONIK... 94
tde - trans data elektronik... 94

LWL-Komponenten, Steckverbinder

Acal BFi Germany GmbH... 85
AMS Technologies AG... 85
Anritsu GmbH... 85
BKL Electronic Kreimendahl GmbH... 85
Börsig GmbH... 85
CompoTEK GmbH... 86
FIBEROPTIC-SOLUTION... 87
Fischer Connectors GmbH... 87
Hirose Electric Europe B.V... 88
HTB Elektronik... 88
Insoft Uwe Flick... 89
Karl Kruse GmbH & Co. KG... 89
Laser 2000 GmbH... 89
Laser Components GmbH... 89
Melatronik GmbH... 90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG... 90
Phoenix Contact Connector Techn... 91
pk components GmbH... 91
RADIALL GmbH... 92
Ratioplast Electronics... 92
Rutronik GmbH... 92
SAMTEC Europe... 93

SE Spezial-Electronic GmbH... 93
SPINNER GmbH... 93
Stäubli Electrical Connectors GmbH... 93
TACTRON ELEKTRONIK... 94
tde - trans data elektronik... 94
Telegärtner Karl Gärtner GmbH... 94
Tragant GmbH... 94

Materialien, Abschirm

Aaronia AG... 85
Acal BFi Germany GmbH... 85
AR Deutschland GmbH... 85
ELECTRADE GmbH... 87
Elix-St. GmbH... 87
EMI-tec GmbH... 87
EUKATEC Europe GmbH... 87
Feuerherdt GmbH... 87
Freicomp GmbH... 88
germania elektronik GmbH... 88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG... 88
Infratron GmbH... 89
Melatronik GmbH... 90
mmt gmbh... 90
MTC Micro Tech Components GmbH... 90
MTS Systemtechnik GmbH... 90
Neosid Pemetzrieder GmbH... 91
Nucletron Technologies GmbH... 91
pk components GmbH... 91
PSE-Priggen Special Electronic... 91
RFMW Europe Ltd... 92
Rutronik GmbH... 92
TACTRON ELEKTRONIK... 94
THORA Elektronik GmbH... 94
Würth Elektronik eiSos... 94

Materialien, Absorber

Acal BFi Germany GmbH... 85
AR Deutschland GmbH... 85
ELECTRADE GmbH... 87
Elix-St. GmbH... 87
EMCO Elektronik GmbH... 87
EMI-tec GmbH... 87
emv Service GmbH... 87
EUKATEC Europe GmbH... 87
germania elektronik GmbH... 88
Infratron GmbH... 89
Melatronik GmbH... 90
mmt gmbh... 90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG... 90
MTC Micro Tech Components GmbH... 90
MTS Systemtechnik GmbH... 90
RFMW Europe Ltd... 92
Rutronik GmbH... 92
TACTRON ELEKTRONIK... 94
Telemeter Electronic GmbH... 94
THORA Elektronik GmbH... 94
Würth Elektronik eiSos... 94

Materialien, Basis

Acal BFi Germany GmbH... 85
Melatronik GmbH... 90

Materialien, dielektrische/magnetisch

Acal BFi Germany GmbH... 85
Melatronik GmbH... 90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG... 90

municom Vertriebs GmbH... 91

Materialien, Ferrit

Acal BFi Germany GmbH... 85
Elix-St. GmbH... 87
emv Service GmbH... 87
germania elektronik GmbH... 88
Industrial Electronics GmbH... 89
Infratron GmbH... 89
Karl Kruse GmbH & Co. KG... 89
Melatronik GmbH... 90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG... 90
Neosid Pemetzrieder GmbH... 91
pk components GmbH... 91
Rutronik GmbH... 92
SE Spezial-Electronic GmbH... 93
TACTRON ELEKTRONIK... 94
Telemeter Electronic GmbH... 94
THORA Elektronik GmbH... 94
Würth Elektronik eiSos... 94

Materialien, Keramik(substrate)

Acal BFi Germany GmbH... 85
Melatronik GmbH... 90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG... 90
municom Vertriebs GmbH... 91
RFMW Europe Ltd... 92

Materialien, Teflonsubstrate

Melatronik GmbH... 90
SEMIC RF Electronic GmbH... 93

Materialien, sonstige

Acal BFi Germany GmbH... 85
germania elektronik GmbH... 88
HY-LINE Power Components... 88
Industrial Electronics GmbH... 89
Infratron GmbH... 89
Karl Kruse GmbH & Co. KG... 89
Melatronik GmbH... 90
RUPPtronik... 92
Rutronik GmbH... 92

Messgeräte und Tester, Abschirmkammern

A.N. Solutions GmbH... 85
AR Deutschland GmbH... 85
bsw TestSystems & Consulting AG... 86
Elix-St. GmbH... 87
EMCO Elektronik GmbH... 87
emv Service GmbH... 87
germania elektronik GmbH... 88
H + H High Voltage GmbH... 88
HTB Elektronik... 88
Keysight Technologies... 89
Melatronik GmbH... 90
mmt gmbh... 90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG... 90
MTS Systemtechnik GmbH... 90
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG... 92
Telemeter Electronic GmbH... 94

Messgeräte und Tester, Antennen

A.N. Solutions GmbH... 85

Aaronia AG	85
ALLICE Messtechnik GmbH	85
Anritsu GmbH	85
AR Deutschland GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
EMCO Elektronik GmbH	87
germania elektronik GmbH	88
HTB Elektronik	88
iDTRONIC GmbH	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Keysight Technologies	89
m2m Germany GmbH	90
Melatronik GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
Narda Safety Test Solutions	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
PSE-Priggen Special Electronic	91
RF-Lambda Europe GmbH	92
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
SI Scientific Instruments GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
Telemeter Electronic GmbH	94
Tragant GmbH	94
WiMo Antennen + Elektronik	94

Messgeräte und Tester, ATE-Systeme

Becker Nachrichtentechnik GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
dataTec AG	86
HTB Elektronik	88
Keysight Technologies	89
Melatronik GmbH	90
mmt gmbh	90
Pickering Interfaces	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
Reinhardt GmbH	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92

Messgeräte und Tester, Bitfehlerraten

Anritsu GmbH	85
dataTec AG	86
HTB Elektronik	88
Keysight Technologies	89
Laser 2000 GmbH	89
Melatronik GmbH	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
Rigol Technologies EU GmbH	92
SI Scientific Instruments GmbH	93

Messgeräte und Tester, Digitalmultimeter

ALLICE Messtechnik GmbH	85
Chauvin Arnoux GmbH	86
dataTec AG	86
Electro Rent Deutschland GmbH	87
HTB Elektronik	88
Keysight Technologies	89
Meilhaus Electronic GmbH	90
Melatronik GmbH	90
PSE-Priggen Special Electronic	91
Rigol Technologies EU GmbH	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
SI Scientific Instruments GmbH	93
Siglent Technologies	93

Messgeräte und Tester, Dummy Loads

AMS Technologies AG	85
BONN Elektronik GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
EISENLOHR Industrie-Elektronik	86
EMCO Elektronik GmbH	87
foxbblue electronics	88
HTB Elektronik	88
Industrial Electronics GmbH	89
Melatronik GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
MTS Systemtechnik GmbH	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RF-Lambda Europe GmbH	92
RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
TACTRON ELEKTRONIK	94
WiMo Antennen + Elektronik	94

Messgeräte und Tester, elektronische Lasten

ALLICE Messtechnik GmbH	85
AR Deutschland GmbH	85
Becker Nachrichtentechnik GmbH	85
dataTec AG	86
Electro Rent Deutschland GmbH	87
HTB Elektronik	88
Keysight Technologies	89
Meilhaus Electronic GmbH	90
Melatronik GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
Rigol Technologies EU GmbH	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
Siglent Technologies	93

Messgeräte und Tester, Feldstärke

Aaronia AG	85
Anritsu GmbH	85
AR Deutschland GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
Chauvin Arnoux GmbH	86
dataTec AG	86
Electro Rent Deutschland GmbH	87
EMCO Elektronik GmbH	87
HTB Elektronik	88
Keysight Technologies	89
Langer EMV-Technik GmbH	90
Laser 2000 GmbH	89
Melatronik GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
Narda Safety Test Solutions	91
PSE-Priggen Special Electronic	91
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
SI Scientific Instruments GmbH	93
Telemeter Electronic GmbH	94

Messgeräte und Tester, Frequenzmesser

Aaronia AG	85
ALLICE Messtechnik GmbH	85
AMS Technologies AG	85
Anritsu GmbH	85
AR Deutschland GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86

Chauvin Arnoux GmbH	86
dataTec AG	86
Electro Rent Deutschland GmbH	87
GAUSS INSTRUMENTS	88
HTB Elektronik	88
Industrial Electronics GmbH	89
INGUN Prüfmittelbau GmbH	89
Keysight Technologies	89
Meilhaus Electronic GmbH	90
Melatronik GmbH	90
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
municom Vertriebs GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
SI Scientific Instruments GmbH	93
Siglent Technologies	93
Telemeter Electronic GmbH	94

Messgeräte und Tester, Frequenznormale

Anritsu GmbH	85
dataTec AG	86
EMCO Elektronik GmbH	87
HTB Elektronik	88
Keysight Technologies	89
Lange-Electronic GmbH	90
Melatronik GmbH	90
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91

SI Scientific Instruments GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94

Messgeräte und Tester, Frequenzteiler

Acal BFi Germany GmbH	85
Anritsu GmbH	85
dataTec AG	86
EMCO Elektronik GmbH	87
Industrial Electronics GmbH	89
Keysight Technologies	89
Melatronik GmbH	90
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RFMW Europe Ltd.	92
SI Scientific Instruments GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94

Messgeräte und Tester, Funkmessplätze

A.N. Solutions GmbH	85
Aaronia AG	85
ALLICE Messtechnik GmbH	85
Anritsu GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
dataTec AG	86
EMCO Elektronik GmbH	87
GAUSS INSTRUMENTS	88
HTB Elektronik	88
Keysight Technologies	89



Technische Beratung und Distribution

Seit 1977 unterstützen wir Sie ...

- ... mit Spitzenprodukten bei Ihren Design-Ins
- ... durch maßgeschneiderte Angebote
- ... durch effiziente Abwicklungsprozesse

Wir bieten Ihnen

- Komponenten für Hochfrequenz- und optische Übertragungstechnik von zukunftsorientierten, führenden Herstellern der Branche
- vom einfachen passiven Bauteil bis zu komplexen HF-Testsystemen mit grafischer Benutzerschnittstelle
- kundenspezifische Anpassungen und Entwicklungen
- großes Bauteilesortiment ab Lager für zeitkritische Designs

Sprechen Sie uns an!

www.municom.de



municom Vertriebs GmbH
Traunstein · München

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

ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification
N° 1300 QM 02 901
EN ISO 9001:2015



Melatronik GmbH	90
mmt gmbh	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92

Messgeräte und Tester, Funktör-Messempfänger

ALLICE Messtechnik GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
dataTec AG	86
EMCO Elektronik GmbH	87
GAUSS INSTRUMENTS	88
HTB Elektronik	88
IZT GmbH	89
Keysight Technologies	89
Melatronik GmbH	90
Narda Safety Test Solutions	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
PSE-Priggen Special Electronic	91
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92

Messgeräte und Tester, GAP-Filler

Acal BFI Germany GmbH	85
HTB Elektronik	88
Melatronik GmbH	90

Messgeräte und Tester, HF-Millivoltmeter

ALLICE Messtechnik GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
dataTec AG	86

Electro Rent Deutschland GmbH	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
HTB Elektronik	88
Keysight Technologies	89
Melatronik GmbH	90
municom Vertriebs GmbH	91
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92

Messgeräte und Tester, High Performance

Aaronia AG	85
ALLICE Messtechnik GmbH	85
Anritsu GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
dataTec AG	86
Electro Rent Deutschland GmbH	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
HTB Elektronik	88
Keysight Technologies	89
Melatronik GmbH	90
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
SI Scientific Instruments GmbH	93

Messgeräte und Tester, Jitter

Anritsu GmbH	85
dataTec AG	86
HTB Elektronik	88
Keysight Technologies	89
Meilhaus Electronic GmbH	90
Melatronik GmbH	90
PSE-Priggen Special Electronic	91

Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
SI Scientific Instruments GmbH	93

Messgeräte und Tester, Kalibrier-Kits/Standards/ Normale

Anritsu GmbH	85
AR Deutschland GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
dataTec AG	86
Electro Rent Deutschland GmbH	87
HTB Elektronik	88
Keysight Technologies	89
Melatronik GmbH	90
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
Nucletron Technologies GmbH	91
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
Rosenberger HF-Technik	92
SI Scientific Instruments GmbH	93
SPINNER GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94

Messgeräte und Tester, Kommunikations

Anritsu GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
dataTec AG	86
Electro Rent Deutschland GmbH	87
EMCO Elektronik GmbH	87
HTB Elektronik	88
Keysight Technologies	89
Laser 2000 GmbH	89
Laser Components GmbH	89
Melatronik GmbH	90
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH	90
mmt gmbh	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
Semtech GmbH	93
SI Scientific Instruments GmbH	93

Messgeräte und Tester, Labornetzgeräte

ALLICE Messtechnik GmbH	85
Anritsu GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
Chauvin Arnoux GmbH	86
dataTec AG	86
EMTRON electronic GmbH	87
HTB Elektronik	88
HY-LINE Power Components	88
Industrial Electronics GmbH	89
Keysight Technologies	89
Laser Components GmbH	89
Meilhaus Electronic GmbH	90
Melatronik GmbH	90
PSE-Priggen Special Electronic	91
Rigol Technologies EU GmbH	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
Rutronik GmbH	92
SI Scientific Instruments GmbH	93
Siglent Technologies	93
TDK-Lambda Germany GmbH	94
Telemeter Electronic GmbH	94

Messgeräte und Tester, LCR

ALLICE Messtechnik GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
dataTec AG	86
Electro Rent Deutschland GmbH	87
HTB Elektronik	88
Keysight Technologies	89
Meilhaus Electronic GmbH	90
Melatronik GmbH	90
PSE-Priggen Special Electronic	91
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
SI Scientific Instruments GmbH	93
Telemeter Electronic GmbH	94

Messgeräte und Tester, Leasing

AR Deutschland GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
Langer EMV-Technik GmbH	90
Melatronik GmbH	90

Messgeräte und Tester, LTE

Acal BFI Germany GmbH	85
Anritsu GmbH	85
Electro Rent Deutschland GmbH	87
EMCO Elektronik GmbH	87
iDTRONIC GmbH	88
Keysight Technologies	89
Laser 2000 GmbH	89
Melatronik GmbH	90
mmt gmbh	90
MTS Systemtechnik GmbH	90
PSE-Priggen Special Electronic	91
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
Telemeter Electronic GmbH	94

Messgeräte und Tester, Millimeterwellen

Aaronia AG	85
Anritsu GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
dataTec AG	86
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
IMST GmbH	89
Keysight Technologies	89
Melatronik GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
municom Vertriebs GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
SI Scientific Instruments GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94

Messgeräte und Tester, Netzwerk

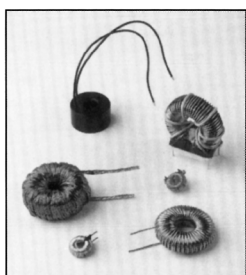
A.N. Solutions GmbH	85
Anritsu GmbH	85
dataTec AG	86
FIBEROPTIC-SOLUTION	87
HTB Elektronik	88
Keysight Technologies	89
Laser 2000 GmbH	89
Laser Components GmbH	89
Meilhaus Electronic GmbH	90
Melatronik GmbH	90
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92

Funkentstörung und elektromagnetische Verträglichkeit



Zertifiziert nach DIN ISO 9001
durch

LGAT / InterCert



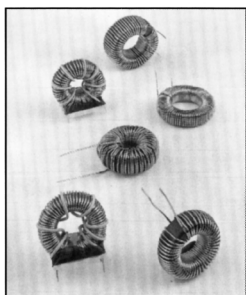
NKL GmbH
Birkichstraße 15
74549 Wolpertshausen
Tel. (0 79 04) 97 81-0
Fax (0 79 04) 97 81-50
E-Mail: info@nkl-emv.de
www.nkl-emv.de

Produktion von:

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

Unsere Dienstleistungen:

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



SI Scientific Instruments GmbH 93	Keysight Technologies..... 89	HTB Elektronik 88	Messgeräte und Tester, Source Measure Unit
TACTRON ELEKTRONIK 94	Meilhaus Electronic GmbH..... 90	Keysight Technologies..... 89	bsw TestSystems & Consulting AG 86
Messgeräte und Tester, Pegel	Melatronik GmbH 90	Meilhaus Electronic GmbH..... 90	dataTec AG..... 86
A.N. Solutions GmbH 85	MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH..... 90	Melatronik GmbH 90	Eschke, Dr. Elektronik GmbH..... 87
Aaronia AG 85	Nucletron Technologies GmbH 91	MRC Gigacomp GmbH & Co. KG..... 90	HTB Elektronik 88
Anritsu GmbH..... 85	PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH 91	municom Vertriebs GmbH..... 91	Keysight Technologies..... 89
Becker Nachrichtentechnik GmbH 85	Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG..... 92	PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH 91	Meilhaus Electronic GmbH..... 90
bsw TestSystems & Consulting AG 86	SI Scientific Instruments GmbH 93	Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG..... 92	Melatronik GmbH 90
dataTec AG 86	Messgeräte und Tester, Phasenrausch	SI Scientific Instruments GmbH 93	Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG..... 92
Electro Rent Deutschland GmbH..... 87	Anritsu GmbH..... 85	Messgeräte und Tester, Richtkoppler	
GAUSS INSTRUMENTS 88	bsw TestSystems & Consulting AG 86	AR Deutschland GmbH 85	
HTB Elektronik 88	dataTec AG 86	BONN Elektronik GmbH 85	Messgeräte und Tester, SWR/Leistung
Keysight Technologies..... 89	Globes Elektronik GmbH & Co. KG..... 88	bsw TestSystems & Consulting AG 86	Aaronia AG..... 85
m2m Germany GmbH 90	HTB Elektronik 88	EMCO Elektronik GmbH 87	Anritsu GmbH..... 85
Meilhaus Electronic GmbH..... 90	Keysight Technologies..... 89	emv Service GmbH 87	AR Deutschland GmbH..... 85
Melatronik GmbH 90	Meilhaus Electronic GmbH..... 90	HTB Elektronik 88	bsw TestSystems & Consulting AG 86
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG..... 92	Melatronik GmbH 90	Industrial Electronics GmbH 89	dataTec AG..... 86
SI Scientific Instruments GmbH 93	MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH..... 90	Keysight Technologies..... 89	EMCO Elektronik GmbH 87
TACTRON ELEKTRONIK 94	MRC Gigacomp GmbH & Co. KG..... 90	Melatronik GmbH 90	HTB Elektronik 88
Telemeter Electronic GmbH..... 94	PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH 91	MIWEKO GmbH 90	Industrial Electronics GmbH 89
	Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG..... 92	mmt gmbh 90	Keysight Technologies..... 89
	SI Scientific Instruments GmbH..... 93	MRC Gigacomp GmbH & Co. KG..... 90	Melatronik GmbH 90
Messgeräte und Tester, Phasen	Messgeräte und Tester, Rausch	MTS Systemtechnik GmbH..... 91	PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH 91
Aaronia AG..... 85	Anritsu GmbH..... 85	PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH 91	Rigol Technologies EU GmbH..... 92
Anritsu GmbH..... 85	bsw TestSystems & Consulting AG 86	RF-Lambda Europe GmbH..... 92	Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG..... 92
bsw TestSystems & Consulting AG 86	dataTec AG 86	Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG..... 92	TACTRON ELEKTRONIK 94
Electro Rent Deutschland GmbH..... 87	Electro Rent Deutschland GmbH..... 87	TACTRON ELEKTRONIK 94	WiMo Antennen + Elektronik 94
HTB Elektronik 88			

Welcome to **RIGOL** Products Family

RIGOL Technologies EU GmbH ist ein führendes Unternehmen in der Mess- und Prüftechnik in Gilching bei München. Die Mutterfirma RIGOL Technologies, Co., LTD. ist nach ISO9001:2015 (Qualitätsmanagement) und ISO14001:2015 (Umweltmanagement) zertifiziert.

In der Vertriebs- und Servicezentrale für Europa wird durch den Bereich Applikation und Kundenunterstützung die bestmögliche Vor-Ort-Unterstützung für die Kunden gewährleistet. Von der Instrumentenauswahl, der Erklärung der Spezifikationen und Funktionen zu den entsprechenden Messanforderungen, der Unterstützung bei der Programmierung und für alle weiteren kommerziellen Fragen stehen kompetente Mitarbeiter zur Verfügung. Neben der bekannten administrativen und technischen Unterstützung (Support, Service, Reparatur) bietet RIGOL jetzt für einen großen Teil seiner Produkte eine Werkskalibrierung mit Zertifikat an. Dies ist immer wichtiger, da das Produktportfolio immer mehr High-End-Geräte und komplette Lösungen für Industrie und Automatisierung umfasst.

Innovative Technologien stehen für RIGOL an erster Stelle. Dies wird unterstrichen durch die zahlreichen eigenen Patente.



RIGOL

Seit 2018 werden durch den eigens entwickelten RIGOL ASIC-Chipsatz bis zu 20 GSa/s die Oszilloskope in eine neue Generation geführt und stetig weiterentwickelt.

RIGOL sieht sich als Anbieter qualitativ hochwertiger Geräte verpflichtet, mit



den etablierten Anbietern in der Kundenpräsenz Schritt zu halten, um den Anforderungen des europäischen Marktes und dessen Anwendern (Ingenieure und Wissenschaftler in Forschung und Lehre) gerecht zu werden.

Für weitere technische Details und Informationen:
info-europe@rigol.com

RIGOL Technologies EU GmbH bietet seit neuestem auch einen eigenen Onlineshop auf <https://rigolshop.eu/> an.

Alle Produkte - übersichtlich und informativ.

RIGOL Technologies EU GmbH | Carl-Benz-Str. 11 | 82205 Gilching bei München
Tel. +49 8105 27292-0 | info-europe@rigol.com | www.rigol.eu

Messgeräte und Tester, Tastköpfe

ALLICE Messtechnik GmbH	85
AR Deutschland GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
Chauvin Arnoux GmbH	86
dataTec AG	86
Electro Rent Deutschland GmbH	87
Heuermann HF-Technik GmbH	88
HTB Elektronik	88
Keysight Technologies	89
Meilhaus Electronic GmbH	90
Melatronik GmbH	90
PSE-Priggen Special Electronic	91
Rigol Technologies EU GmbH	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
Stäubli Electrical Connectors GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
Telemeter Electronic GmbH	94

Messgeräte und Tester, Temperatur-Testkammern

A.N. Solutions GmbH	85
EMCO Elektronik GmbH	87
Melatronik GmbH	90
MTS Systemtechnik GmbH	90
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92

Messgeräte und Tester, Testfassungen

bsw TestSystems & Consulting AG	86
Heuermann HF-Technik GmbH	88
Infratron GmbH	89
Keysight Technologies	89

Melatronik GmbH	90
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92

Messgeräte und Tester, Übertragungskanalensimulatoren/ NPR

Becker Nachrichtentechnik GmbH	85
IZT GmbH	89
Keysight Technologies	89
Lange-Electronic GmbH	90
Melatronik GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
MTS Systemtechnik GmbH	90
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92

Messgeräte und Tester, WLAN

Aaronia AG	85
Acal BFi Germany GmbH	85
Anritsu GmbH	85
Electro Rent Deutschland GmbH	87
iDTRONIC GmbH	88
Keysight Technologies	89
Laser 2000 GmbH	89
Melatronik GmbH	90
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
MTS Systemtechnik GmbH	90
Pickering Interfaces	91
PSE-Priggen Special Electronic	91
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92

Messgeräte und Tester, Zeit- und Frequenzreferenzen

Anritsu GmbH	85
dataTec AG	86
Electro Rent Deutschland GmbH	87
EMCO Elektronik GmbH	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Keysight Technologies	89
Lange-Electronic GmbH	90
Melatronik GmbH	90
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
RUPPtronik	92
SI Scientific Instruments GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94

Messgeräte und Tester, Zubehör

Aaronia AG	85
ALLICE Messtechnik GmbH	85
Anritsu GmbH	85
AR Deutschland GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
dataTec AG	86
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
HTB Elektronik	88
Industrial Electronics GmbH	89
Keysight Technologies	89
Melatronik GmbH	90
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
MTS Systemtechnik GmbH	90
Pickering Interfaces	91
RFMW Europe Ltd.	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
SI Scientific Instruments GmbH	93
Spectrum Elektrotechnik	93

Messgeräte und Tester, sonstige

A.N. Solutions GmbH	85
Aaronia AG	85
ALLICE Messtechnik GmbH	85
Anritsu GmbH	85
bda connectivity GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
dataTec AG	86
GAUSS INSTRUMENTS	88
HTB Elektronik	88
HY-LINE Power Components	88
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Keysight Technologies	89
Laser 2000 GmbH	89
Meilhaus Electronic GmbH	90
Melatronik GmbH	90
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
MW Components GmbH	91
Pickering Interfaces	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
PSE-Priggen Special Electronic	91
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
SI Scientific Instruments GmbH	93
Spectrum Elektrotechnik	93
Tragant GmbH	94

Mikrowellenkomponenten, Abschlüsse, Hohlleiter

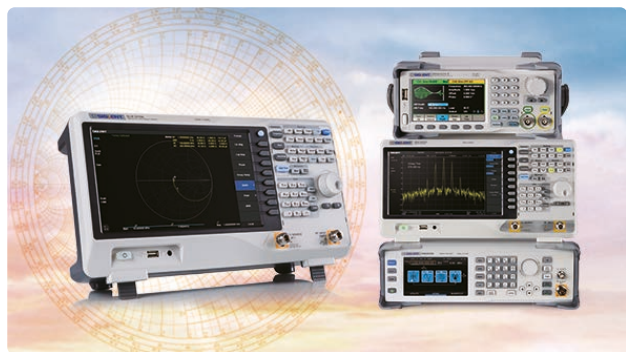
Anritsu GmbH	85
AR Deutschland GmbH	85
BONN Elektronik GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
dataTec AG	86
EMCO Elektronik GmbH	87
emv Service GmbH	87
ERM-Mikrowellentechnik	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
HTB Elektronik	88
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Meilhaus Electronic GmbH	90
Melatronik GmbH	90
MIWEKO GmbH	90
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
MTS Systemtechnik GmbH	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
Radio Frequency Systems	92
RF-Lambda Europe GmbH	92
RFMW Europe Ltd.	92
RUPPtronik	92
SEMIC RF Electronic GmbH	93
Spectrum Elektrotechnik	93
SPINNER GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
Telemeter Electronic GmbH	94

Mikrowellenkomponenten, Abschlüsse, sonstige

Anritsu GmbH	85
BONN Elektronik GmbH	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86
EMCO Elektronik GmbH	87
emv Service GmbH	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
HTB Elektronik	88
Industrial Electronics GmbH	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Melatronik GmbH	90
MEV Elektronik Service	90
MIWEKO GmbH	90
mmt gmbh	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
MTS Systemtechnik GmbH	90
unicom Vertriebs GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
RADIALL GmbH	92
Radio Frequency Systems	92
RF-Lambda Europe GmbH	92
RFMW Europe Ltd.	92
RUPPtronik	92
SEMIC RF Electronic GmbH	93
Spectrum Elektrotechnik	93
SPINNER GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94
Telemeter Electronic GmbH	94
WDI AG	94

Mikrowellenkomponenten, Dämpfungsglieder/Limiter

Acal BFi Germany GmbH	85
Analog Devices	85
Anritsu GmbH	85
API Technologies Spectrum Control	85
BONN Elektronik GmbH	85



SIGLENT TECHNOLOGIES

ist ein weltweit führender Anbieter von elektronischer Test- und Messtechnik. Die Produkte verbinden innovative Features und Funktionalitäten mit dem Bekenntnis zu Qualität und Leistung. Das Portfolio beinhaltet mehrere Oszilloskop-Serien, Signal- und Funktionsgeneratoren, Digitale Multimeter, Labornetzeile, elektronische Lasten, Spektrum Analysatoren und HF-Signal Generatoren.



SIGLENT Technologies Germany GmbH
Stätzlinger Str. 70, 86165 Augsburg
info-eu@siglent.com
Phone: +49 821 6660111-0, Fax: +49 821 6660111-12

bsw TestSystems & Consulting AG	86	Melatronik GmbH	90	Telemeter Electronic GmbH	94	Melatronik GmbH	90
EMCO Elektronik GmbH	87	MEV Elektronik Service	90			MEV Elektronik Service	90
emv Service GmbH	87	mmt gmbh	90	Mikrowellenkomponenten, E/H-Tuner		MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH	90
ERM-Mikrowellentechnik	87	MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90	bsw TestSystems & Consulting AG	86	MIWEKO GmbH	90
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88	MTS Systemtechnik GmbH	90	ERM-Mikrowellentechnik	87	mmt gmbh	90
HTB Elektronik	88	PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91	Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88	MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
Industrial Electronics GmbH	89	RADIALL GmbH	92	HTB Elektronik	88	MTS Systemtechnik GmbH	90
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89	RF-Lambda Europe GmbH	92	Karl Kruse GmbH & Co. KG	89	municom Vertriebs GmbH	91
Meilhaus Electronic GmbH	90	RFMW Europe Ltd.	92	Melatronik GmbH	90	PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
Melatronik GmbH	90	Richardson RFPD Germany	92	MIWEKO GmbH	90	QuartzCom AG	92
MIWEKO GmbH	90	RUPPtronik	92	PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91	RADIALL GmbH	92
mmt gmbh	90	Rutronik GmbH	92	RFMW Europe Ltd.	92	Radio Frequency Systems	92
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90	SEMIC RF Electronic GmbH	93	RUPPtronik	92	RF-Lambda Europe GmbH	92
MTS Systemtechnik GmbH	90	TACTRON ELEKTRONIK	94	SEMIC RF Electronic GmbH	93	RFMW Europe Ltd.	92
municom Vertriebs GmbH	91	WDI AG	94	TACTRON ELEKTRONIK	94	Richardson RFPD Germany	92
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91					Rittmann HF Technik	92
RADIALL GmbH	92	Mikrowellenkomponenten, Diplexer				RUPPtronik	92
Radio Frequency Systems	92	Acal BFi Germany GmbH	85	Mikrowellenkomponenten, Filter		Rutronik GmbH	92
RF-Lambda Europe GmbH	92	API Technologies Spectrum Control	85	Acal BFi Germany GmbH	85	SAW Components Dresden	93
RFMW Europe Ltd.	92	bsw TestSystems & Consulting AG	86	Analog Devices	85	SE Spezial-Electronic GmbH	93
Richardson RFPD Germany	92	coftch GmbH	86	Anritsu GmbH	85	SEMIC RF Electronic GmbH	93
RUPPtronik	92	EMCO Elektronik GmbH	87	API Technologies Spectrum Control	85	SPINNER GmbH	93
SEMIC RF Electronic GmbH	93	Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88	bsw TestSystems & Consulting AG	86	TACTRON ELEKTRONIK	94
Spectrum Elektrotechnik	93	HTB Elektronik	88	coftch GmbH	86	Telemeter Electronic GmbH	94
SPINNER GmbH	93	Industrial Electronics GmbH	89	EMCO Elektronik GmbH	87	WDI AG	94
TACTRON ELEKTRONIK	94	Karl Kruse GmbH & Co. KG	89	Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88		
Telemeter Electronic GmbH	94	Melatronik GmbH	90	HTB Elektronik	88	Mikrowellenkomponenten, Flansche/Flaschadapter/-verbinder	
WDI AG	94	MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH	90	Industrial Electronics GmbH	89	Anritsu GmbH	85
		MIWEKO GmbH	90	Karl Kruse GmbH & Co. KG	89	bsw TestSystems & Consulting AG	86
		mmt gmbh	90	Meilhaus Electronic GmbH	90		
Mikrowellenkomponenten, DC-Blocks		MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90				
Acal BFi Germany GmbH	85	MTS Systemtechnik GmbH	90				
Anritsu GmbH	85	municom Vertriebs GmbH	91				
API Technologies Spectrum Control	85	PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91				
AR Deutschland GmbH	85	QuartzCom AG	92				
bsw TestSystems & Consulting AG	86	Radio Frequency Systems	92				
EMCO Elektronik GmbH	87	RF-Lambda Europe GmbH	92				
HTB Elektronik	88	RFMW Europe Ltd.	92				
Industrial Electronics GmbH	89	Richardson RFPD Germany	92				
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89	Rittmann HF Technik	92				
Melatronik GmbH	90	RUPPtronik	92				
MEV Elektronik Service	90	Rutronik GmbH	92				
MIWEKO GmbH	90	SE Spezial-Electronic GmbH	93				
mmt gmbh	90	SEMIC RF Electronic GmbH	93				
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90	Spectrum Elektrotechnik	93				
MTS Systemtechnik GmbH	90	SPINNER GmbH	93				
municom Vertriebs GmbH	91	TACTRON ELEKTRONIK	94				
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91	WDI AG	94				
RADIALL GmbH	92	WiMo Antennen + Elektronik	94				
Radio Frequency Systems	92						
RF-Lambda Europe GmbH	92	Mikrowellenkomponenten, Drehkupplungen					
RFMW Europe Ltd.	92	Acal BFi Germany GmbH	85				
Richardson RFPD Germany	92	EMCO Elektronik GmbH	87				
Rittmann HF Technik	92	Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88				
RUPPtronik	92	Karl Kruse GmbH & Co. KG	89				
SEMIC RF Electronic GmbH	93	Melatronik GmbH	90				
Spectrum Elektrotechnik	93	MIWEKO GmbH	90				
TACTRON ELEKTRONIK	94	mmt gmbh	90				
WDI AG	94	MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90				
		MTS Systemtechnik GmbH	90				
		PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91				
		RADIALL GmbH	92				
		RF-Lambda Europe GmbH	92				
		RFMW Europe Ltd.	92				
		RUPPtronik	92				
		SEMIC RF Electronic GmbH	93				
		SPINNER GmbH	93				
		TACTRON ELEKTRONIK	94				
		WDI AG	94				
Mikrowellenkomponenten, Detektoren							
Analog Devices	85						
Anritsu GmbH	85						
bsw TestSystems & Consulting AG	86						
EMCO Elektronik GmbH	87						
ERM-Mikrowellentechnik	87						
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88						
HTB Elektronik	88						
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89						

Messtechnik von Rohde & Schwarz



Komplexe messtechnische Herausforderungen erfordern innovative Lösungen von einem verlässlichen Partner.

Aus marktführender Position bedient Rohde & Schwarz den gesamten Mobilfunk- und Wireless-Sektor mit Messgeräten und -systemen. Weitere wichtige Messtechnik-Märkte sind die Automobilindustrie, der Aerospace & Defense-Bereich, alle Sparten der industriellen Elektronik sowie Forschung und Lehre.

Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG
Mühldorfstr. 15, 81671 München
Tel. +49 89 4129 12345
customersupport@rohde-schwarz.com
<https://www.rohde-schwarz.com>

ROHDE & SCHWARZ
Make ideas real



EMCO Elektronik GmbH	87	MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90	RUPPtronik	92	Mikrowellenkomponenten, Mischer	
ERM-Mikrowellentechnik	87	PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91	SEMIC RF Electronic GmbH	93	Acal BFi Germany GmbH	85
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88	Radio Frequency Systems	92	SPINNER GmbH	93	Analog Devices	85
HTB Elektronik	88	RF-Lambda Europe GmbH	92	TACTRON ELEKTRONIK	94	API Technologies Spectrum Control	85
Industrial Electronics GmbH	89	RFMW Europe Ltd.	92	Mikrowellenkomponenten, Isolatoren		bsw TestSystems & Consulting AG	86
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89	RUPPtronik	92	Acal BFi Germany GmbH	85	EMCO Elektronik GmbH	87
Meilhaus Electronic GmbH	90	SEMIC RF Electronic GmbH	93	BONN Elektronik GmbH	85	ERM-Mikrowellentechnik	87
Melatronik GmbH	90	SPINNER GmbH	93	bsw TestSystems & Consulting AG	86	Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
MEV Elektronik Service	90	TACTRON ELEKTRONIK	94	coftch GmbH	86	HTB Elektronik	88
MIWEKO GmbH	90	Telemeter Electronic GmbH	94	EMCO Elektronik GmbH	87	Industrial Electronics GmbH	89
mmt gmbh	90	Mikrowellenkomponenten, Hohlleiter-Bögen		ERM-Mikrowellentechnik	87	Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90	AR Deutschland GmbH	85	Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88	Meilhaus Electronic GmbH	90
MTS Systemtechnik GmbH	90	bsw TestSystems & Consulting AG	86	HTB Elektronik	88	Melatronik GmbH	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91	EMCO Elektronik GmbH	87	Industrial Electronics GmbH	89	MEV Elektronik Service	90
RADIALL GmbH	92	ERM-Mikrowellentechnik	87	Karl Kruse GmbH & Co. KG	89	MIWEKO GmbH	90
Radio Frequency Systems	92	Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88	Meilhaus Electronic GmbH	90	mmt gmbh	90
RF-Lambda Europe GmbH	92	HTB Elektronik	88	Melatronik GmbH	90	MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
RFMW Europe Ltd.	92	Karl Kruse GmbH & Co. KG	89	MIWEKO GmbH	90	municom Vertriebs GmbH	91
RUPPtronik	92	Melatronik GmbH	90	mmt gmbh	90	PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
SEMIC RF Electronic GmbH	93	MIWEKO GmbH	90	MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90	RF-Lambda Europe GmbH	92
Spectrum Elektrotechnik	93	mmt gmbh	90	municom Vertriebs GmbH	91	RFMW Europe Ltd.	92
SPINNER GmbH	93	MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90	PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91	Richardson RFPD Germany	92
TACTRON ELEKTRONIK	94	PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91	RADIALL GmbH	92	RUPPtronik	92
Telemeter Electronic GmbH	94	Radio Frequency Systems	92	Radio Frequency Systems	92	Rutronic GmbH	92
Mikrowellenkomponenten, Gain Equalizer		RFMW Europe Ltd.	92	RF-Lambda Europe GmbH	92	SEMIC RF Electronic GmbH	93
Acal BFi Germany GmbH	85	RUPPtronik	92	RFMW Europe Ltd.	92	TACTRON ELEKTRONIK	94
bsw TestSystems & Consulting AG	86	SEMIC RF Electronic GmbH	93	Richardson RFPD Germany	92	WDI AG	94
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88	SPINNER GmbH	93	RUPPtronik	92	Mikrowellenkomponenten, Multiplexer	
HTB Elektronik	88	TACTRON ELEKTRONIK	94	SEMIC RF Electronic GmbH	93	Acal BFi Germany GmbH	85
Industrial Electronics GmbH	89	Telemeter Electronic GmbH	94	Spectrum Elektrotechnik	93	API Technologies Spectrum Control	85
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89	Mikrowellenkomponenten, Hohlleiter-Materialien		TACTRON ELEKTRONIK	94	bsw TestSystems & Consulting AG	86
Melatronik GmbH	90	AR Deutschland GmbH	85	Telemeter Electronic GmbH	94	coftch GmbH	86
MEV Elektronik Service	90	bsw TestSystems & Consulting AG	86	Mikrowellenkomponenten, Koppler		EMCO Elektronik GmbH	87
MIWEKO GmbH	90	EMCO Elektronik GmbH	87	Acal BFi Germany GmbH	85	Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90	Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88	BONN Elektronik GmbH	85	HTB Elektronik	88
municom Vertriebs GmbH	91	HTB Elektronik	88	bsw TestSystems & Consulting AG	86	Industrial Electronics GmbH	89
novotronic GmbH	91	Karl Kruse GmbH & Co. KG	89	EMCO Elektronik GmbH	87	Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91	Melatronik GmbH	90	emv Service GmbH	87	Meilhaus Electronic GmbH	90
RFMW Europe Ltd.	92	MIWEKO GmbH	90	ERM-Mikrowellentechnik	87	Melatronik GmbH	90
RUPPtronik	92	mmt gmbh	90	Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88	MIWEKO GmbH	90
Spectrum Elektrotechnik	93	MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90	HTB Elektronik	88	MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90
TACTRON ELEKTRONIK	94	PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91	Industrial Electronics GmbH	89	MTS Systemtechnik GmbH	90
Mikrowellenkomponenten, Gleichrichter		Radio Frequency Systems	92	Karl Kruse GmbH & Co. KG	89	municom Vertriebs GmbH	91
Acal BFi Germany GmbH	85	RFMW Europe Ltd.	92	Meilhaus Electronic GmbH	90	PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88	SEMIC RF Electronic GmbH	93	Melatronik GmbH	90	Radio Frequency Systems	92
HTB Elektronik	88	TACTRON ELEKTRONIK	94	MIWEKO GmbH	90	RF-Lambda Europe GmbH	92
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89	Mikrowellenkomponenten, Hohlleiter-Übergänge		mmt gmbh	90	RFMW Europe Ltd.	92
Melatronik GmbH	90	AR Deutschland GmbH	85	MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90	RUPPtronik	92
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91	BONN Elektronik GmbH	85	municom Vertriebs GmbH	91	SEMIC RF Electronic GmbH	93
RFMW Europe Ltd.	92	bsw TestSystems & Consulting AG	86	PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91	TACTRON ELEKTRONIK	94
Rutronic GmbH	92	EMCO Elektronik GmbH	87	RADIALL GmbH	92	Telemeter Electronic GmbH	94
TACTRON ELEKTRONIK	94	emv Service GmbH	87	Radio Frequency Systems	92	WDI AG	94
WDI AG	94	ERM-Mikrowellentechnik	87	RF-Lambda Europe GmbH	92	Mikrowellenkomponenten, Phasenschieber	
Mikrowellenkomponenten, Hohlleiter		Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88	RFMW Europe Ltd.	92	Acal BFi Germany GmbH	85
AR Deutschland GmbH	85	HTB Elektronik	88	Richardson RFPD Germany	92	Analog Devices	85
bsw TestSystems & Consulting AG	86	Karl Kruse GmbH & Co. KG	89	Rittmann HF Technik	92	API Technologies Spectrum Control	85
EMCO Elektronik GmbH	87	Melatronik GmbH	90	RUPPtronik	92	bsw TestSystems & Consulting AG	86
ERM-Mikrowellentechnik	87	MIWEKO GmbH	90	Rutronic GmbH	92	EMCO Elektronik GmbH	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88	mmt gmbh	90	SEMIC RF Electronic GmbH	93	ERM-Mikrowellentechnik	87
HTB Elektronik	88	MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90	Spectrum Elektrotechnik	93	Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89	PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91	SPINNER GmbH	93	HTB Elektronik	88
Melatronik GmbH	90	Radio Frequency Systems	92	TACTRON ELEKTRONIK	94	Industrial Electronics GmbH	89
MIWEKO GmbH	90	RF-Lambda Europe GmbH	92	Telemeter Electronic GmbH	94	Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
mmt gmbh	90	RFMW Europe Ltd.	92	WDI AG	94	Melatronik GmbH	90

MEV Elektronik Service	90	RFMW Europe Ltd.	92	RFMW Europe Ltd.	92	Telemeter Electronic GmbH.	94
MIWEKO GmbH	90	Richardson RFPD Germany	92	Richardson RFPD Germany	92	WDI AG	94
mmt gmbh	90	RUPPtronik.	92	RUPPtronik.	92		
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90	Rutronik GmbH.	92	Rutronik GmbH.	92	Oszillatoren, EMXO	
MTS Systemtechnik GmbH.	90	SEMIC RF Electronic GmbH	93	SE Spezial-Electronic GmbH	93	Acal BFi Germany GmbH.	85
municom Vertriebs GmbH	91	SPINNER GmbH	93	SI Scientific Instruments GmbH	93	EMCO Elektronik GmbH	87
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91	TACTRON ELEKTRONIK	94	Telcon AG	94	Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
RADIALL GmbH	92	Telemeter Electronic GmbH.	94	WDI AG	94	MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH.	90
Radio Frequency Systems.	92			Würth Elektronik eiSos.	94	MIWEKO GmbH	90
RF-Lambda Europe GmbH.	92	Mikrowellenkomponenten, YIG-Komponenten				municom Vertriebs GmbH.	91
RFMW Europe Ltd.	92	Globes Elektronik GmbH & Co. KG.	88	Oszillatoren, DDS/PLL		RFMW Europe Ltd.	92
Richardson RFPD Germany	92	HTB Elektronik	88	Acal BFi Germany GmbH.	85	SE Spezial-Electronic GmbH	93
RUPPtronik.	92	Karl Kruse GmbH & Co. KG	89	Analog Devices.	85	WDI AG	94
Rutronik GmbH.	92	MIWEKO GmbH	90	dataTec AG	86		
SEMIC RF Electronic GmbH	93	MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.	90	EMCO Elektronik GmbH	87	Oszillatoren, ICs	
Spectrum Elektrotechnik	93	PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91	Jauch Quartz GmbH.	89	Acal BFi Germany GmbH.	85
SPINNER GmbH	93	RFMW Europe Ltd.	92	JENJAAN Corp.	89	Analog Devices.	85
TACTRON ELEKTRONIK	94	TACTRON ELEKTRONIK	94	Karl Kruse GmbH & Co. KG	89	EMCO Elektronik GmbH	87
				KVG Quartz Crystal GmbH.	89	Industrial Electronics GmbH	89
Mikrowellenkomponenten, Resonatoren, dielektrische		Mikrowellenkomponenten, Zirkulatoren		MIWEKO GmbH	90	KAMAKA Vertriebs GmbH	89
Acal BFi Germany GmbH.	85	BONN Elektronik GmbH	85	MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.	90	Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.	88	bsw TestSystems & Consulting AG	86	MW Components GmbH.	91	MEV Elektronik Service	90
HTB Elektronik	88	EMCO Elektronik GmbH	87	NXP Semiconductors Germany	91	NXP Semiconductors Germany	91
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89	ERM-Mikrowellentechnik	87	QuartzCom AG	92	PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
Melatronik GmbH	90	Globes Elektronik GmbH & Co. KG.	88	RFMW Europe Ltd.	92	RFMW Europe Ltd.	92
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH.	90	Industrial Electronics GmbH	89	Richardson RFPD Germany	92	Richardson RFPD Germany	92
MIWEKO GmbH	90	Karl Kruse GmbH & Co. KG	89	RUPPtronik.	92	SE Spezial-Electronic GmbH	93
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.	90	Melatronik GmbH	90	SE Spezial-Electronic GmbH	93		
municom Vertriebs GmbH.	91	MEV Elektronik Service	90	SI Scientific Instruments GmbH	93		
RFMW Europe Ltd.	92	MIWEKO GmbH	90	TACTRON ELEKTRONIK	94		
Richardson RFPD Germany	92	mmt gmbh	90				
SE Spezial-Electronic GmbH	93	MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.	90				
TACTRON ELEKTRONIK	94	municom Vertriebs GmbH.	91				
WDI AG	94	PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91				
		RF-Lambda Europe GmbH.	92				
Mikrowellenkomponenten, Resonatoren, Hohlraum		RFMW Europe Ltd.	92				
Acal BFi Germany GmbH.	85	Richardson RFPD Germany	92				
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.	88	RUPPtronik.	92				
HTB Elektronik	88	SEMIC RF Electronic GmbH	93				
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89	Spectrum Elektrotechnik	93				
Melatronik GmbH	90	TACTRON ELEKTRONIK	94				
MIWEKO GmbH	90	WDI AG	94				
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.	90						
municom Vertriebs GmbH.	91	Oszillatoren, Clock					
RFMW Europe Ltd.	92	Acal BFi Germany GmbH.	85				
TACTRON ELEKTRONIK	94	Analog Devices.	85				
		coftech GmbH	86				
Mikrowellenkomponenten, Schalter		CompoTEK GmbH	86				
Analog Devices.	85	dataTec AG	86				
bsw TestSystems & Consulting AG	86	Digital Electronic Siegfried Lehr.	86				
EMCO Elektronik GmbH	87	EMCO Elektronik GmbH	87				
ERM-Mikrowellentechnik	87	GEYER Electronic E.K.	88				
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.	88	Globes Elektronik GmbH & Co. KG.	88				
HTB Elektronik	88	Jauch Quartz GmbH.	89				
Industrial Electronics GmbH	89	JENJAAN Corp.	89				
Karl Kruse GmbH & Co. KG	89	KAMAKA Vertriebs GmbH	89				
Meilhaus Electronic GmbH.	90	Karl Kruse GmbH & Co. KG	89				
Melatronik GmbH	90	KVG Quartz Crystal GmbH.	89				
MEV Elektronik Service	90	Melatronik GmbH	90				
MIWEKO GmbH	90	MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH.	90				
mmt gmbh	90	MIWEKO GmbH	90				
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.	90	MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.	90				
MTS Systemtechnik GmbH.	90	municom Vertriebs GmbH.	91				
municom Vertriebs GmbH.	91	NXP Semiconductors Germany	91				
novotronic GmbH	91	PETERMANN-TECHNIK GmbH.	91				
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91	pk components GmbH	91				
RF-Lambda Europe GmbH.	92	QuartzCom AG	92				

Schmalband-Funklösungen für die Industrie – seit 1974



Low-Power Daten- und Audiofunkmodule für Applikationen wie z.B. Fernsteuerung, Telemetrie, Alarmsysteme, serielle Datenübertragung und Audio: Sender, Empfänger, Transceiver, Modems. Langfristig lieferbar!

CIRCUIT DESIGN GmbH

Schleißheimer Str. 263 • 80809 München
Tel.: 089/358283-60 • Fax: 089/358283-66
info@circuitdesign.de • www.circuitdesign.de

Oszillatoren, MEMS

Acal BFi Germany GmbH.....	85
coftech GmbH.....	86
Digital Electronic Siegfried Lehrer.....	86
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92
Rutronik GmbH.....	92
SE Spezial-Electronic GmbH.....	93
WDI AG.....	94

Oszillatoren, OCHO

Acal BFi Germany GmbH.....	85
CBF Electronics Vertriebs GmbH.....	86
coftech GmbH.....	86
CompoTEK GmbH.....	86
dataTec AG.....	86
Digital Electronic Siegfried Lehrer.....	86
EMCO Elektronik GmbH.....	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
HTB Elektronik.....	88
Jauch Quartz GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
KVG Quartz Crystal GmbH.....	89
Melatronik GmbH.....	90
MEV Elektronik Service.....	90
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
PETERMANN-TECHNIK GmbH.....	91
pk components GmbH.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
QuartzCom AG.....	92
Quintenz Hybridtechnik GmbH.....	92
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92
RUPPtronik.....	92
Rutronik GmbH.....	92
SE Spezial-Electronic GmbH.....	93
SI Scientific Instruments GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
Telcona AG.....	94
WDI AG.....	94
Würth Elektronik eiSos.....	94

Oszillatoren, Referenz

Acal BFi Germany GmbH.....	85
Analog Devices.....	85
coftech GmbH.....	86
EMCO Elektronik GmbH.....	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
JENJAAN Corp.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
KVG Quartz Crystal GmbH.....	89
Lange-Electronic GmbH.....	90
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
QuartzCom AG.....	92
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92

RUPPtronik.....	92
Rutronik GmbH.....	92
SE Spezial-Electronic GmbH.....	93
SI Scientific Instruments GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
WDI AG.....	94

Oszillatoren, TCXO

Acal BFi Germany GmbH.....	85
CBF Electronics Vertriebs GmbH.....	86
coftech GmbH.....	86
CompoTEK GmbH.....	86
dataTec AG.....	86
Digital Electronic Siegfried Lehrer.....	86
EMCO Elektronik GmbH.....	87
GEYER Electronic E.K.....	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Jauch Quartz GmbH.....	89
JENJAAN Corp.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
KVG Quartz Crystal GmbH.....	89
Melatronik GmbH.....	90
MEV Elektronik Service.....	90
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
NXP Semiconductors Germany.....	91
PETERMANN-TECHNIK GmbH.....	91
pk components GmbH.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
QuartzCom AG.....	92
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92
RUPPtronik.....	92
Rutronik GmbH.....	92
SE Spezial-Electronic GmbH.....	93
SI Scientific Instruments GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
Telcona AG.....	94
WDI AG.....	94
Würth Elektronik eiSos.....	94

Oszillatoren, VCXO

Acal BFi Germany GmbH.....	85
coftech GmbH.....	86
Industrial Electronics GmbH.....	86
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
KVG Quartz Crystal GmbH.....	89
Melatronik GmbH.....	90
MEV Elektronik Service.....	90
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
NXP Semiconductors Germany.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
QuartzCom AG.....	92
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92
RUPPtronik.....	92
SE Spezial-Electronic GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
Telcona AG.....	94
WDI AG.....	94

Oszillatoren, VCTCXO

Acal BFi Germany GmbH.....	85
coftech GmbH.....	86
Digital Electronic Siegfried Lehrer.....	86
GEYER Electronic E.K.....	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Jauch Quartz GmbH.....	89
JENJAAN Corp.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
KVG Quartz Crystal GmbH.....	89
MEV Elektronik Service.....	90
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
NXP Semiconductors Germany.....	91
PETERMANN-TECHNIK GmbH.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
QuartzCom AG.....	92
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92
RUPPtronik.....	92
Rutronik GmbH.....	92
SE Spezial-Electronic GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
Telcona AG.....	94
WDI AG.....	94

Oszillatoren, VCXO

Acal BFi Germany GmbH.....	85
coftech GmbH.....	86
CompoTEK GmbH.....	86
Digital Electronic Siegfried Lehrer.....	86
EMCO Elektronik GmbH.....	87
GEYER Electronic E.K.....	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Jauch Quartz GmbH.....	89
JENJAAN Corp.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
KVG Quartz Crystal GmbH.....	89
Melatronik GmbH.....	90
MEV Elektronik Service.....	90
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
NXP Semiconductors Germany.....	91
PETERMANN-TECHNIK GmbH.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
QuartzCom AG.....	92
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92
RUPPtronik.....	92
Rutronik GmbH.....	92
SE Spezial-Electronic GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
Telcona AG.....	94
Telemeter Electronic GmbH.....	94
WDI AG.....	94
Würth Elektronik eiSos.....	94

Oszillatoren, XO

Acal BFi Germany GmbH.....	85
coftech GmbH.....	86
Digital Electronic Siegfried Lehrer.....	86
GEYER Electronic E.K.....	88

Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Jauch Quartz GmbH.....	89
JENJAAN Corp.....	89
KAMAKA Vertriebs GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
KVG Quartz Crystal GmbH.....	89
MEV Elektronik Service.....	90
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
PETERMANN-TECHNIK GmbH.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
QuartzCom AG.....	92
Quintenz Hybridtechnik GmbH.....	92
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92
Rutronik GmbH.....	92
SE Spezial-Electronic GmbH.....	93
Telcona AG.....	94
WDI AG.....	94

Oszillatoren, YIG

Acal BFi Germany GmbH.....	85
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
HTB Elektronik.....	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
MIWEKO GmbH.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
RFMW Europe Ltd.....	92
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
WDI AG.....	94

Oszillatoren, sonstige

Acal BFi Germany GmbH.....	85
Analog Devices.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG.....	86
coftech GmbH.....	86
CompoTEK GmbH.....	86
Digital Electronic Siegfried Lehrer.....	86
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
HTB Elektronik.....	88
Industrial Electronics GmbH.....	89
JENJAAN Corp.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
MEV Elektronik Service.....	90
MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
QuartzCom AG.....	92
RFMW Europe Ltd.....	92
Rutronik GmbH.....	92
SE Spezial-Electronic GmbH.....	93
SI Scientific Instruments GmbH.....	93
WDI AG.....	94

Oszilloskope, analog

Acal BFi Germany GmbH.....	85
ALLICE Messtechnik GmbH.....	85
AR Deutschland GmbH.....	85
dataTec AG.....	86
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
HTB Elektronik.....	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89

Keysight Technologies.....	89
Meilhaus Electronic GmbH.....	90
PSE-Priggen Special Electronic.....	91
SI Scientific Instruments GmbH.....	93
Spectrum Instrumentation GmbH.....	93

Oszilloskope, digital

Acal BFI Germany GmbH.....	85
ALLICE Messtechnik GmbH.....	85
AR Deutschland GmbH.....	85
Chauvin Arnoux GmbH.....	86
dataTec AG.....	86
HTB Elektronik.....	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Keysight Technologies.....	89
Meilhaus Electronic GmbH.....	90
PSE-Priggen Special Electronic.....	91
Rigol Technologies EU GmbH.....	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.....	92
SI Scientific Instruments GmbH.....	93
Spectrum Instrumentation GmbH.....	93

Oszilloskope, Mixed Domain

ALLICE Messtechnik GmbH.....	85
AR Deutschland GmbH.....	85
dataTec AG.....	86
HTB Elektronik.....	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Keysight Technologies.....	89
Meilhaus Electronic GmbH.....	90
Rigol Technologies EU GmbH.....	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.....	92
SI Scientific Instruments GmbH.....	93
Spectrum Instrumentation GmbH.....	93

Oszilloskope, Stand Alone

Acal BFI Germany GmbH.....	85
ALLICE Messtechnik GmbH.....	85
AR Deutschland GmbH.....	85
dataTec AG.....	86
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
HTB Elektronik.....	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Keysight Technologies.....	89
Meilhaus Electronic GmbH.....	90
PSE-Priggen Special Electronic.....	91
Rigol Technologies EU GmbH.....	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.....	92
SI Scientific Instruments GmbH.....	93

Oszilloskope, USB

Acal BFI Germany GmbH.....	85
ALLICE Messtechnik GmbH.....	85
dataTec AG.....	86
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
HTB Elektronik.....	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Keysight Technologies.....	89
Meilhaus Electronic GmbH.....	90
PSE-Priggen Special Electronic.....	91
SI Scientific Instruments GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94

Schalter, Ferrit

Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
SEMIC RF Electronic GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94

Schalter, FET

EMCO Elektronik GmbH.....	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
KAMAKA Vertriebs GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Meilhaus Electronic GmbH.....	90
Melatronik GmbH.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
Pickering Interfaces.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
RF-Lambda Europe GmbH.....	92
Rutronic GmbH.....	92

Schalter, Hohlleiter

bsw TestSystems & Consulting AG.....	86
EMCO Elektronik GmbH.....	87
ERM-Mikrowellentechnik.....	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
HTB Elektronik.....	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Melatronik GmbH.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
mmt gmbh.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
RF-Lambda Europe GmbH.....	92
RFMW Europe Ltd.....	92
RUPPtronik.....	92
SEMIC RF Electronic GmbH.....	93
SPINNER GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
Telemeter Electronic GmbH.....	94

Schalter, Koaxial

ALLICE Messtechnik GmbH.....	85
AR Deutschland GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG.....	86
EMCO Elektronik GmbH.....	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
HTB Elektronik.....	88
Industrial Electronics GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Meilhaus Electronic GmbH.....	90
Melatronik GmbH.....	90
MEV Elektronik Service.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
mmt gmbh.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
MTS Systemtechnik GmbH.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
novotronic GmbH.....	91
Pickering Interfaces.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
RADIALL GmbH.....	92
RF-Lambda Europe GmbH.....	92
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92

RUPPtronik.....	92
SEMIC RF Electronic GmbH.....	93
SPINNER GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
Telemeter Electronic GmbH.....	94
WiMo Antennen + Elektronik.....	94

Schalter, Matrix

ALLICE Messtechnik GmbH.....	85
AR Deutschland GmbH.....	85
Becker Nachrichtentechnik GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG.....	86
EMCO Elektronik GmbH.....	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Industrial Electronics GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Meilhaus Electronic GmbH.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
mmt gmbh.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
MTS Systemtechnik GmbH.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
novotronic GmbH.....	91
Pickering Interfaces.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
RUPPtronik.....	92
SPINNER GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
Telemeter Electronic GmbH.....	94

Schalter, sonstige

ACTRON AG.....	85
ALLICE Messtechnik GmbH.....	85
AR Deutschland GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG.....	86
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Industrial Electronics GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Laser 2000 GmbH.....	89
Meilhaus Electronic GmbH.....	90
MEV Elektronik Service.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
mmt gmbh.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
MTS Systemtechnik GmbH.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
novotronic GmbH.....	91
Pickering Interfaces.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
RF-Lambda Europe GmbH.....	92
RFMW Europe Ltd.....	92
Rutronic GmbH.....	92
SPINNER GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94

Schaltfelder

EMCO Elektronik GmbH.....	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
MIWEKO GmbH.....	90
mmt gmbh.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90

Supporting your wireless vision.



- Value Added Distributor für elektronische Bauelemente, Antennentechnologie, Sensorik, HF-, RF-Technologie, Quarzprodukte, elektromechanische Bauelemente



- 30 Jahre Markterfahrung
- Individuelle Projektberatung



- Applikationserfahrung in Luft- und Raumfahrt, Industrielektronik, Funk- und Kommunikationstechnologie



- Ausgewählte Premium-Lieferanten und Hersteller gewährleisten hochwertigste Produkte
- Top-Konditionen, schnelle Lieferzeiten
- Ausgezeichnete Verbindungen zu Partnern in Europa, Korea, Japan, Taiwan und den USA garantieren Marktnähe und neueste Technologien



CompoTEK GmbH
Lindwurmstr. 97a, 80337 München
Tel.: 089/544323-0, Fax: 089/5356-21
info@compotek.de, www.compotek.de

MTS Systemtechnik GmbH.....	90	TACTRON ELEKTRONIK	94	EMC GmbH.....	87	bsw TestSystems & Consulting AG	86
municom Vertriebs GmbH.....	91			EMCO Elektronik GmbH	87	dataTec AG.....	86
novotronik GmbH.....	91	Software,		ERM-Mikrowellentechnik.....	87	EMC GmbH.....	87
Pickering Interfaces	91	sonstige		Fischer Connectors GmbH.....	87	EMCO Elektronik GmbH	87
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91			Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88	ERM-Mikrowellentechnik.....	87
TACTRON ELEKTRONIK	94	A.N. Solutions GmbH.....	85	HTB Elektronik	88	Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Telemeter Electronic GmbH.....	94	ALLICE Messtechnik GmbH	85	Industrial Electronics GmbH	89	HTB Elektronik	88
		Altair Engineering GmbH.....	85	Infratron GmbH	89	Industrial Electronics GmbH	89
Software,		Althaus, Martin Ing.-Büro	85	Karl Kruse GmbH & Co. KG	89	Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
Bibliotheken		Analog Devices.....	85	MC Technologies GmbH.....	90	Melatronik GmbH	90
A.N. Solutions GmbH	85	bsw TestSystems & Consulting AG	86	Melatronik GmbH	90	MEV Elektronik Service	90
Analog Devices.....	85	ELATEC GmbH.....	86	MES Electronic Connect	90	MIWEKO GmbH	90
FlowCAD	88	FlowCAD	88	MEV Elektronik Service	90	MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
TACTRON ELEKTRONIK	94	Langer EMV-Technik GmbH.....	90	MIWEKO GmbH	90	MTS Systemtechnik GmbH.....	90
		MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90	MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90	pk components GmbH	91
Software,		MTS Systemtechnik GmbH.....	90	MTS Systemtechnik GmbH.....	90	PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
EDA		Pickering Interfaces	91	pk components GmbH	91	RADIALL GmbH	92
Altair Engineering GmbH.....	85	TACTRON ELEKTRONIK	94	PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91	Radio Frequency Systems.....	92
FlowCAD	88	Steckverbinder,		RADIALL GmbH	92	RFMW Europe Ltd.....	92
GAUSS INSTRUMENTS	88	BNC		Radio Frequency Systems.....	92	Richardson RFPD Germany	92
IMST GmbH	89			Ratioplast Electronics.....	92	RUPPtronik.....	92
Mician GmbH	90	ACTRON AG.....	85	RFMW Europe Ltd.....	92	Rutronik GmbH.....	92
Mühlhaus, Dr. GmbH	90	Anritsu GmbH.....	85	Richardson RFPD Germany	92	Spectrum Elektrotechnik	93
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.....	92	A-Switch GmbH	85	Rosenberger HF-Technik.....	92	SPINNER GmbH	93
TACTRON ELEKTRONIK	94	BKL Electronic Kreimendahl GmbH ...	85	RUPPtronik.....	92	SSB-Electronic GmbH.....	93
		Börsig GmbH.....	85	Rutronik GmbH.....	92	TACTRON ELEKTRONIK	94
Software,		dataTec AG	86	SAMTEC Europe	93	WDI AG	94
EMV		ELECTRADE GmbH	87	Schützinger GmbH.....	93		
ALLICE Messtechnik GmbH	85	EMC GmbH.....	87	SE Spezial-Electronic GmbH	93	Steckverbinder,	
Altair Engineering GmbH.....	85	EMCO Elektronik GmbH	87	Spectrum Elektrotechnik	93	N	
AR Deutschland GmbH	85	HTB Elektronik	88	SPINNER GmbH	93	Anritsu GmbH.....	85
dataTec AG	86	Industrial Electronics GmbH	89	SSB-Electronic GmbH.....	93	BKL Electronic Kreimendahl GmbH ...	85
EMC Partner AG	87	Karl Kruse GmbH & Co. KG	89	Stäubli Electrical Connectors GmbH ..	93	Börsig GmbH.....	85
EMCC Dr. Rasek	87	Laser Components GmbH	89	TACTRON ELEKTRONIK	94	bsw TestSystems & Consulting AG	86
EMCO Elektronik GmbH	87	MC Technologies GmbH.....	90	Telegärtner Karl Gärtner GmbH	94	dataTec AG.....	86
emv Service GmbH.....	87	Melatronik GmbH	90	W+P Products GmbH.....	94	EMCO Elektronik GmbH	87
FlowCAD	88	MES Electronic Connect	90	WiMo Antennen + Elektronik	94	Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Keysight Technologies.....	89	MEV Elektronik Service	90	Steckverbinder,		HTB Elektronik	88
Meilhaus Electronic GmbH.....	90	MIWEKO GmbH	90	LWL		Industrial Electronics GmbH	89
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90	MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90	AMS Technologies AG	85	KAMAKA Vertriebs GmbH	89
Rigol Technologies EU GmbH.....	92	MTS Systemtechnik GmbH.....	90	Anritsu GmbH.....	85	MC Technologies GmbH.....	90
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.....	92	pk components GmbH	91	Börsig GmbH.....	85	Melatronik GmbH	90
		PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91	dataTec AG	86	MES Electronic Connect	90
Software,		RADIALL GmbH	92	FIBEROPTIC-SOLUTION	87	MEV Elektronik Service	90
HF-System-Simulation		Ratioplast Electronics.....	92	Fischer Connectors GmbH.....	87	MIWEKO GmbH	90
A.N. Solutions GmbH	85	RFMW Europe Ltd.....	92	HTB Elektronik	88	MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
Altair Engineering GmbH.....	85	Richardson RFPD Germany	92	Insoft Uwe Flick	89	MTS Systemtechnik GmbH.....	90
Analog Devices.....	85	Rosenberger HF-Technik.....	92	Karl Kruse GmbH & Co. KG	89	PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91
FlowCAD	88	Rutronik GmbH.....	92	Laser 2000 GmbH	89	RADIALL GmbH	92
Keysight Technologies.....	89	SAMTEC Europe	93	Laser Components GmbH	89	Radio Frequency Systems.....	92
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90	Schützinger GmbH.....	93	MC Technologies GmbH.....	90	RFMW Europe Ltd.....	92
MTS Systemtechnik GmbH.....	90	Spectrum Elektrotechnik	93	MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90	Richardson RFPD Germany	92
Mühlhaus, Dr. GmbH	90	SPINNER GmbH	93	pk components GmbH	91	Rosenberger HF-Technik.....	92
TACTRON ELEKTRONIK	94	SSB-Electronic GmbH.....	93	RADIALL GmbH	92	RUPPtronik.....	92
		Stäubli Electrical Connectors GmbH ..	93	Radio Frequency Systems.....	92	Rutronik GmbH.....	92
Software,		TACTRON ELEKTRONIK	94	Ratioplast Electronics.....	92	Spectrum Elektrotechnik	93
Tools für HF-Designer		Telegärtner Karl Gärtner GmbH	94	Rosenberger HF-Technik.....	92	SPINNER GmbH	93
ALLICE Messtechnik GmbH	85	Tragant GmbH	94	Rutronik GmbH.....	92	SSB-Electronic GmbH.....	93
Altair Engineering GmbH.....	85	WDI AG	94	SAMTEC Europe	93	TACTRON ELEKTRONIK	94
Analog Devices.....	85	WiMo Antennen + Elektronik	94	SE Spezial-Electronic GmbH	93	Telegärtner Karl Gärtner GmbH	94
bsw TestSystems & Consulting AG	86	Steckverbinder,		Stäubli Electrical Connectors GmbH ..	93	WDI AG	94
FlowCAD	88	Koax		TACTRON ELEKTRONIK	94	WiMo Antennen + Elektronik	94
iDTRONIC GmbH	88			Telegärtner Karl Gärtner GmbH	94	Steckverbinder,	
IMST GmbH	89	ACTRON AG.....	85	Tragant GmbH	94	PIM-arme	
Keysight Technologies.....	89	Anritsu GmbH.....	85	Steckverbinder,		Anritsu GmbH.....	85
Mician GmbH	90	A-Switch GmbH	85	Mikrowellen		bsw TestSystems & Consulting AG	86
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90	BKL Electronic Kreimendahl GmbH ...	85	Anritsu GmbH.....	85	EMCO Elektronik GmbH	87
Mühlhaus, Dr. GmbH	90	Börsig GmbH.....	85	Börsig GmbH.....	85	Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.....	92	bsw TestSystems & Consulting AG	86			HTB Elektronik	88
		dataTec AG	86				
		ELECTRADE GmbH	87				

Industrial Electronics GmbH	89	Rosenberger HF-Technik	92	Richardson RFPD Germany	92	EMTRON electronic GmbH	87
Melatronik GmbH	90	RUPPtronik	92	Rosenberger HF-Technik	92	Endrich Bauelemente GmbH	87
MIWEKO GmbH	90	Rutronik GmbH	92	RUPPtronik	92	foxbblue electronics	88
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90	SAMTEC Europe	93	Rutronik GmbH	92	Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
MTS Systemtechnik GmbH	90	Spectrum Elektrotechnik	93	SAMTEC Europe	93	HY-LINE Power Components	88
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91	SSB-Electronic GmbH	93	Spectrum Elektrotechnik	93	Industrial Electronics GmbH	89
RADIALL GmbH	92	TACTRON ELEKTRONIK	94	SSB-Electronic GmbH	93	KAMAKA Vertriebs GmbH	89
Radio Frequency Systems	92	Telegärtner Karl Gärtner GmbH	94	TACTRON ELEKTRONIK	94	Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
RFMW Europe Ltd.	92			Telegärtner Karl Gärtner GmbH	94	MEV Elektronik Service	90
Richardson RFPD Germany	92	Steckverbinder, SMA		WDI AG	94	Neumüller Elektronik GmbH	91
Rosenberger HF-Technik	92	Anritsu GmbH	85	WiMo Antennen + Elektronik	94	pk components GmbH	91
RUPPtronik	92	BKL Electronic Kreimendahl GmbH	85			Richardson RFPD Germany	92
Rutronik GmbH	92	bsw TestSystems & Consulting AG	86	Steckverbinder, sonstige		Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	92
Spectrum Elektrotechnik	93	dataTec AG	86	ACTRON AG	85	Rutronik GmbH	92
SPINNER GmbH	93	ELECTRADE GmbH	87	API Technologies Spectrum Control	85	TDK-Lambda Germany GmbH	94
SSB-Electronic GmbH	93	EMC GmbH	87	A-Switch GmbH	85	Telcon AG	94
TACTRON ELEKTRONIK	94	EMCO Elektronik GmbH	87	BKL Electronic Kreimendahl GmbH	85	Würth Elektronik eiSos	94
Telegärtner Karl Gärtner GmbH	94	ERM-Mikrowellentechnik	87	Börsig GmbH	85		
		Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88	bsw TestSystems & Consulting AG	86	Stromversorgung, DC/DC-Wandler	
		HTB Elektronik	88	dataTec AG	86	Acal BFi Germany GmbH	85
Steckverbinder, Präzisions		Industrial Electronics GmbH	89	ELECTRADE GmbH	87	AMS Technologies AG	85
ACTRON AG	85	Infracore GmbH	89	EMC GmbH	87	Analog Devices	85
Anritsu GmbH	85	Laser Components GmbH	89	Fischer Connectors GmbH	87	dataTec AG	86
A-Switch GmbH	85	MC Technologies GmbH	90	Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88	EISENLOHR Industrie-Elektronik	86
Börsig GmbH	85	Melatronik GmbH	90	HTB Elektronik	88	EMTRON electronic GmbH	87
bsw TestSystems & Consulting AG	86	MES Electronic Connect	90	Industrial Electronics GmbH	89	Endrich Bauelemente GmbH	87
Digital Electronic Siegfried Lehrer	86	MEV Elektronik Service	90	Infracore GmbH	89	foxbblue electronics	88
EMC GmbH	87	MIWEKO GmbH	90	INGUN Prüfmittelbau GmbH	89	Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88
EMCO Elektronik GmbH	87	MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90	Karl Kruse GmbH & Co. KG	89	HY-LINE Power Components	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88	MTS Systemtechnik GmbH	90	Laser 2000 GmbH	89	Industrial Electronics GmbH	89
HTB Elektronik	88	PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91	MC Technologies GmbH	90	KAMAKA Vertriebs GmbH	89
MC Technologies GmbH	90	RADIALL GmbH	92	Melatronik GmbH	90	Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
MIWEKO GmbH	90	Ratioplast Electronics	92	MES Electronic Connect	90	Melatronik GmbH	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90	RFMW Europe Ltd.	92	MEV Elektronik Service	90	MEV Elektronik Service	90
MTS Systemtechnik GmbH	90	Richardson RFPD Germany	92	MIWEKO GmbH	90	Neumüller Elektronik GmbH	91
pk components GmbH	91	Rosenberger HF-Technik	92	MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90	pk components GmbH	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91	RUPPtronik	92	MTS Systemtechnik GmbH	90	RFMW Europe Ltd.	92
RADIALL GmbH	92	Rutronik GmbH	92	Phoenix Contact Connector Techn.	91	Richardson RFPD Germany	92
Ratioplast Electronics	92	SAMTEC Europe	93	pk components GmbH	91	Rutronik GmbH	92
RFMW Europe Ltd.	92	SE Spezial-Electronic GmbH	93	PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91	SE Spezial-Electronic GmbH	93
Richardson RFPD Germany	92	Spectrum Elektrotechnik	93	RADIALL GmbH	92	SPINNER GmbH	93
Rosenberger HF-Technik	92	SSB-Electronic GmbH	93	Radio Frequency Systems	92	TDK-Lambda Germany GmbH	94
RUPPtronik	92	TACTRON ELEKTRONIK	94	Ratioplast Electronics	92	Telcon AG	94
Rutronik GmbH	92	Telegärtner Karl Gärtner GmbH	94	RFMW Europe Ltd.	92	Würth Elektronik eiSos	94
SAMTEC Europe	93	WDI AG	94	Rosenberger HF-Technik	92		
Spectrum Elektrotechnik	93	WiMo Antennen + Elektronik	94	Rutronik GmbH	92	Stromversorgung, Geräte	
SPINNER GmbH	93			SAMTEC Europe	93	Acal BFi Germany GmbH	85
TACTRON ELEKTRONIK	94	Steckverbinder, TNC		SCHURTER AG	93	ALLICE Messtechnik GmbH	85
W+P Products GmbH	94	Anritsu GmbH	85	SE Spezial-Electronic GmbH	93	AMS Technologies AG	85
WDI AG	94	BKL Electronic Kreimendahl GmbH	85	Spectrum Elektrotechnik	93	API Technologies Spectrum Control	85
		bsw TestSystems & Consulting AG	86	SPINNER GmbH	93	dataTec AG	86
Steckverbinder, Push-on		ELECTRADE GmbH	87	SSB-Electronic GmbH	93	EISENLOHR Industrie-Elektronik	86
ACTRON AG	85	EMCO Elektronik GmbH	87	Stäubli Electrical Connectors GmbH	93	EMC Partner AG	87
A-Switch GmbH	85	Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88	TACTRON ELEKTRONIK	94	EMTRON electronic GmbH	87
bsw TestSystems & Consulting AG	86	HTB Elektronik	88	Telegärtner Karl Gärtner GmbH	94	Endrich Bauelemente GmbH	87
EMCO Elektronik GmbH	87	iDTRONIC GmbH	88	Tragant GmbH	94	foxbblue electronics	88
ERM-Mikrowellentechnik	87	Industrial Electronics GmbH	89	W+P Products GmbH	94	HTB Elektronik	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG	88	MC Technologies GmbH	90	WDI AG	94	HY-LINE Power Components	88
HTB Elektronik	88	Melatronik GmbH	90	WiMo Antennen + Elektronik	94	iDTRONIC GmbH	88
Melatronik GmbH	90	MES Electronic Connect	90	Würth Elektronik eiSos	94	Industrial Electronics GmbH	89
MES Electronic Connect	90	MEV Elektronik Service	90			Karl Kruse GmbH & Co. KG	89
MIWEKO GmbH	90	MIWEKO GmbH	90	Stromversorgung, AC/DC-Wandler		Keysight Technologies	89
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90	MRC Gigacomp GmbH & Co. KG	90	Acal BFi Germany GmbH	85	Meilhaus Electronic GmbH	90
MTS Systemtechnik GmbH	90	MTS Systemtechnik GmbH	90	AMS Technologies AG	85	Melatronik GmbH	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91	PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH	91	Analog Devices	85	MEV Elektronik Service	90
RADIALL GmbH	92	RADIALL GmbH	92	dataTec AG	86	Rutronik GmbH	92
Radio Frequency Systems	92	Ratioplast Electronics	92	Digital Electronic Siegfried Lehrer	86	SI Scientific Instruments GmbH	93
RFMW Europe Ltd.	92	RFMW Europe Ltd.	92	EISENLOHR Industrie-Elektronik	86		
Richardson RFPD Germany	92						

Stromversorgung, Module

Acal BFi Germany GmbH.....	85
ALLICE Messtechnik GmbH.....	85
AMS Technologies AG.....	85
Analog Devices.....	85
API Technologies Spectrum Control...	85
EMTRON electronic GmbH.....	87
Endrich Bauelemente GmbH.....	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
HY-LINE Power Components.....	88
iDTRONIC GmbH.....	88
Industrial Electronics GmbH.....	89
KAMAKA Vertriebs GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Keysight Technologies.....	89
MEV Elektronik Service.....	90
Neumüller Elektronik GmbH.....	91
pk components GmbH.....	91
PSE-Priggen Special Electronic.....	91
Richardson RFPD Germany.....	92
Rutronik GmbH.....	92
SE Spezial-Electronic GmbH.....	93
SI Scientific Instruments GmbH.....	93
TDK-Lambda Germany GmbH.....	94
Würth Elektronik eiSos.....	94

Stromversorgung, Überspannungsschutz

Acal BFi Germany GmbH.....	85
Analog Devices.....	85
Börsig GmbH.....	85
ELECTRADE GmbH.....	87
EMTRON electronic GmbH.....	87
Freicomp GmbH.....	88
germania elektronik GmbH.....	88
HY-LINE Power Components.....	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
pk components GmbH.....	91
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92
Rutronik GmbH.....	92
SCHURTER AG.....	93
SE Spezial-Electronic GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
Telegärtner Karl Gärtner GmbH.....	94

Transceiver-Module, Gigabit-Ethernet

Acal BFi Germany GmbH.....	85
Analog Devices.....	85
CompoTEK GmbH.....	86
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Laser 2000 GmbH.....	89
m2m Germany GmbH.....	90
pk components GmbH.....	91
Rutronik GmbH.....	92

Transceiver-Module, optische

Acal BFi Germany GmbH.....	85
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Laser 2000 GmbH.....	89
Melatronik GmbH.....	90
pk components GmbH.....	91
RADIALL GmbH.....	92
Rutronik GmbH.....	92

Transceiver-Module, VHF/UHF/Mikrowellen

Acal BFi Germany GmbH.....	85
Analog Devices.....	85
Circuit Design GmbH.....	86
CompoTEK GmbH.....	86
CONRADT Mess- u. Regelte.....	86
EMCO Elektronik GmbH.....	87
ERM-Mikrowellentechnik.....	87
Heuermann HF-Technik GmbH.....	88
iDTRONIC GmbH.....	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Melatronik GmbH.....	90
Rutronik GmbH.....	92

Verstärker, Begrenzer

Acal BFi Germany GmbH.....	85
Analog Devices.....	85
API Technologies Spectrum Control...	85
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Industrial Electronics GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Melatronik GmbH.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
RF-Lambda Europe GmbH.....	92
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92
SEMIC RF Electronic GmbH.....	93
SI Scientific Instruments GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94

Verstärker, Bipolar

Acal BFi Germany GmbH.....	85
ALLICE Messtechnik GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG.....	86
Endrich Bauelemente GmbH.....	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
KAMAKA Vertriebs GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Melatronik GmbH.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
RFMW Europe Ltd.....	92
Rutronik GmbH.....	92
SI Scientific Instruments GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94

Verstärker, Breitband

Aaronia AG.....	85
Acal BFi Germany GmbH.....	85
ALLICE Messtechnik GmbH.....	85
Analog Devices.....	85
AR Deutschland GmbH.....	85
Becker Nachrichtentechnik GmbH.....	85
BONN Elektronik GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG.....	86
dataTec AG.....	86
EMCO Elektronik GmbH.....	87
emv Service GmbH.....	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Industrial Electronics GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Kuhne electronic GmbH.....	89

Langer EMV-Technik GmbH.....	90
Laser 2000 GmbH.....	89
Melatronik GmbH.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
mmt gmbh.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
MTS Systemtechnik GmbH.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
novotronik GmbH.....	91
NXP Semiconductors Germany.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
RF-Lambda Europe GmbH.....	92
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92
Rittmann HF Technik.....	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.....	92
RUPPtronik.....	92
Rutronik GmbH.....	92
SEMIC RF Electronic GmbH.....	93
SI Scientific Instruments GmbH.....	93
SSB-Electronic GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
Telemeter Electronic GmbH.....	94

Verstärker, CATV

Acal BFi Germany GmbH.....	85
Analog Devices.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG.....	86
CompoTEK GmbH.....	86
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Laser 2000 GmbH.....	89
Melatronik GmbH.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92
Rittmann HF Technik.....	92
TACTRON ELEKTRONIK.....	94

Verstärker, Doherty

Acal BFi Germany GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG.....	86
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Melatronik GmbH.....	90
Mitsubishi Electric Europe B.V.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
NXP Semiconductors Germany.....	91
RF-Lambda Europe GmbH.....	92
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92

Verstärker, GaAs

Acal BFi Germany GmbH.....	85
Analog Devices.....	85
Becker Nachrichtentechnik GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG.....	86
CompoTEK GmbH.....	86
EMCO Elektronik GmbH.....	87
Endrich Bauelemente GmbH.....	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Industrial Electronics GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Kuhne electronic GmbH.....	89
Melatronik GmbH.....	90
MIWEKO GmbH.....	90

mmt gmbh.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
NXP Semiconductors Germany.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
RF-Lambda Europe GmbH.....	92
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92
RUPPtronik.....	92
Rutronik GmbH.....	92
SatService GmbH.....	93
SEMIC RF Electronic GmbH.....	93
SI Scientific Instruments GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94

Verstärker, GaN

Acal BFi Germany GmbH.....	85
Analog Devices.....	85
Becker Nachrichtentechnik GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG.....	86
CompoTEK GmbH.....	86
EMCO Elektronik GmbH.....	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Industrial Electronics GmbH.....	89
KAMAKA Vertriebs GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Kuhne electronic GmbH.....	89
Melatronik GmbH.....	90
Mitsubishi Electric Europe B.V.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
mmt gmbh.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
NXP Semiconductors Germany.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
RF-Lambda Europe GmbH.....	92
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92
RUPPtronik.....	92
Rutronik GmbH.....	92
SatService GmbH.....	93
SEMIC RF Electronic GmbH.....	93
SI Scientific Instruments GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94

Verstärker, HEMT

Acal BFi Germany GmbH.....	85
Analog Devices.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG.....	86
CompoTEK GmbH.....	86
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Industrial Electronics GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Kuhne electronic GmbH.....	89
Melatronik GmbH.....	90
Mitsubishi Electric Europe B.V.....	90
mmt gmbh.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
NXP Semiconductors Germany.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92
Rutronik GmbH.....	92
TACTRON ELEKTRONIK.....	94

Verstärker, Leistungs

Acal BFi Germany GmbH.....	85
ALLICE Messtechnik GmbH.....	85
Analog Devices.....	85
API Technologies Spectrum Control.....	85
AR Deutschland GmbH.....	85
Becker Nachrichtentechnik GmbH.....	85
BONN Elektronik GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG.....	86
dataTec AG.....	86
EMCO Elektronik GmbH.....	87
emv Service GmbH.....	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Heuermann HF-Technik GmbH.....	88
Industrial Electronics GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Kuhne electronic GmbH.....	89
Melatronik GmbH.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
mmt gmbh.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
MTS Systemtechnik GmbH.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
Nucletron Technologies GmbH.....	91
NXP Semiconductors Germany.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
RF-Lambda Europe GmbH.....	92
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92
Rittmann HF Technik.....	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.....	92
RUPPtronik.....	92
Rutronic GmbH.....	92
SI Scientific Instruments GmbH.....	93
SSB-Electronic GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
Telemeter Electronic GmbH.....	94
WiMo Antennen + Elektronik.....	94

Verstärker, logarithmische

Acal BFi Germany GmbH.....	85
ALLICE Messtechnik GmbH.....	85
Analog Devices.....	85
EMCO Elektronik GmbH.....	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
MIWEKO GmbH.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
RFMW Europe Ltd.....	92
SEMIC RF Electronic GmbH.....	93

Verstärker, Low Noise

Aaronia AG.....	85
Acal BFi Germany GmbH.....	85
Analog Devices.....	85
API Technologies Spectrum Control.....	85
Becker Nachrichtentechnik GmbH.....	85
BONN Elektronik GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG.....	86
CompoTEK GmbH.....	86
EMCO Elektronik GmbH.....	87
emv Service GmbH.....	87
Endrich Bauelemente GmbH.....	87
GAUSS INSTRUMENTS.....	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88

Industrial Electronics GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Kuhne electronic GmbH.....	89
Melatronik GmbH.....	90
MEV Elektronik Service.....	90
Mitsubishi Electric Europe B.V.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
mmt gmbh.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
NXP Semiconductors Germany.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
RF-Lambda Europe GmbH.....	92
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92
Rittmann HF Technik.....	92
RUPPtronik.....	92
Rutronic GmbH.....	92
SE Spezial-Electronic GmbH.....	93
SEMIC RF Electronic GmbH.....	93
SI Scientific Instruments GmbH.....	93
SSB-Electronic GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
Telemeter Electronic GmbH.....	94

Verstärker, Mikrowellen

Aaronia AG.....	85
Acal BFi Germany GmbH.....	85
Analog Devices.....	85
API Technologies Spectrum Control.....	85
AR Deutschland GmbH.....	85
BONN Elektronik GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG.....	86
EMCO Elektronik GmbH.....	87
emv Service GmbH.....	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Heuermann HF-Technik GmbH.....	88
Industrial Electronics GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Kuhne electronic GmbH.....	89
Melatronik GmbH.....	90
MEV Elektronik Service.....	90
Mitsubishi Electric Europe B.V.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
mmt gmbh.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
MTS Systemtechnik GmbH.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
Nucletron Technologies GmbH.....	91
NXP Semiconductors Germany.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
RF-Lambda Europe GmbH.....	92
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.....	92
RUPPtronik.....	92
Rutronic GmbH.....	92
SEMIC RF Electronic GmbH.....	93
SI Scientific Instruments GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94
Telemeter Electronic GmbH.....	94

Acal BFi Germany GmbH.....	85
Endrich Bauelemente GmbH.....	87
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
MIWEKO GmbH.....	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92
Rutronic GmbH.....	92

Verstärker, MMIC

Acal BFi Germany GmbH.....	85
Analog Devices.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG.....	86
CompoTEK GmbH.....	86
EMCO Elektronik GmbH.....	87

Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Industrial Electronics GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Kuhne electronic GmbH.....	89
Melatronik GmbH.....	90
MEV Elektronik Service.....	90
Mitsubishi Electric Europe B.V.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
NXP Semiconductors Germany.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
RF-Lambda Europe GmbH.....	92
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92
RUPPtronik.....	92
Rutronic GmbH.....	92
TACTRON ELEKTRONIK.....	94

Verstärker, MOSFET

Acal BFi Germany GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG.....	86
CompoTEK GmbH.....	86
Heuermann HF-Technik GmbH.....	88
KAMAKA Vertriebs GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Kuhne electronic GmbH.....	89
Melatronik GmbH.....	90
Mitsubishi Electric Europe B.V.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
RF-Lambda Europe GmbH.....	92
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92
Rutronic GmbH.....	92
SI Scientific Instruments GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94

Verstärker, Operations

Acal BFi Germany GmbH.....	85
Endrich Bauelemente GmbH.....	87
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
MIWEKO GmbH.....	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
RFMW Europe Ltd.....	92
Richardson RFPD Germany.....	92
Rutronic GmbH.....	92

Verstärker, Trenn

Acal BFi Germany GmbH.....	85
Analog Devices.....	85
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
novotronic GmbH.....	91
RFMW Europe Ltd.....	92
Rutronic GmbH.....	92

Verstärker, TWT

Acal BFi Germany GmbH.....	85
AR Deutschland GmbH.....	85
BONN Elektronik GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG.....	86
EMCO Elektronik GmbH.....	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
HTB Elektronik.....	88

Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
mmt gmbh.....	90
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
RFMW Europe Ltd.....	92
SatService GmbH.....	93
SEMIC RF Electronic GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94

Verstärker, Verteiler

Acal BFi Germany GmbH.....	85
Analog Devices.....	85
Becker Nachrichtentechnik GmbH.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG.....	86
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Lange-Electronic GmbH.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
novotronic GmbH.....	91
Nucletron Technologies GmbH.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
RFMW Europe Ltd.....	92
Rittmann HF Technik.....	92
SI Scientific Instruments GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94

Verstärker, ZF

Aaronia AG.....	85
Analog Devices.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG.....	86
dataTec AG.....	86
EMCO Elektronik GmbH.....	87
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Kuhne electronic GmbH.....	89
Melatronik GmbH.....	90
MIWEKO GmbH.....	90
mmt gmbh.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
novotronic GmbH.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
RFMW Europe Ltd.....	92
Rutronic GmbH.....	92
SEMIC RF Electronic GmbH.....	93
SI Scientific Instruments GmbH.....	93

Verstärker, sonstige

Acal BFi Germany GmbH.....	85
ALLICE Messtechnik GmbH.....	85
Analog Devices.....	85
bsw TestSystems & Consulting AG.....	86
dataTec AG.....	86
Endrich Bauelemente GmbH.....	87
GAUSS INSTRUMENTS.....	88
Globes Elektronik GmbH & Co. KG.....	88
Industrial Electronics GmbH.....	89
Karl Kruse GmbH & Co. KG.....	89
Laser 2000 GmbH.....	89
MIWEKO GmbH.....	90
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG.....	90
MTS Systemtechnik GmbH.....	90
municom Vertriebs GmbH.....	91
novotronic GmbH.....	91
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH.....	91
Rutronic GmbH.....	92
SI Scientific Instruments GmbH.....	93
TACTRON ELEKTRONIK.....	94

2J Antennas, SVK

Endrich Bauelemente GmbH
MEV Elektronik Service
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG
Rutronik GmbH

3Gmetalworx Inc., USA

Melatronik GmbH

3L

Rutronik GmbH

A

4D Systems, AUS

Rutronik GmbH

A.H. Systems, USA

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

A.T.Wall, USA

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

A1 Microwave, UK

Melatronik GmbH

AAEON, TW

Rutronik GmbH

A-Alpha, USA

EMCO Elektronik GmbH

ABB, CH

HY-LINE Power Components
MEV Elektronik Service

ABC Taiwan Electronics Corp., TW

Endrich Bauelemente GmbH

AC Photonics

Acal BFi Germany GmbH

ACCA

Acal BFi Germany GmbH

Achronix

Acal BFi Germany GmbH

Acksys, F

Meilhaus Electronic GmbH

ACSip, TW

m2m Germany GmbH
tekmodul GmbH

ACT, UK

CompoTEK GmbH

Actility, F

m2m Germany GmbH

activCirk, USA

TACTRON ELEKTRONIK

Adam Tech, TW

Rutronik GmbH

Adapter Technology, TWN

Neumüller Elektronik GmbH

Adata Technology, TW

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Adaura, USA

mmt gmbh

ADDA Corp., TW

Endrich Bauelemente GmbH

Rutronik GmbH

Adel Systems, I

HY-LINE Power Components

ADI TRINAMIC Motion

MEV Elektronik Service

ADSANTEK, USA

TACTRON ELEKTRONIK

Advanced Crystal Technologies, UK

Acal BFi Germany GmbH

Advanced Energy, USA

EMTRON electronic GmbH

Advanced Interconnections, USA

Infratron GmbH

Advantech Co. Ltd., TW

HY-LINE Communication Products
Rutronik GmbH

Advantest, J

bsw TestSystems & Consulting AG

Advice Power, ISR

MEV Elektronik Service

AEM Inc., USA

Karl Kruse GmbH & Co. KG

AET, USA

EMCO Elektronik GmbH

AE-Techron, USA

EMCO Elektronik GmbH

Aethercomm, USA

RFMW Europe Ltd.

Aetina Corp., TW

Karl Kruse GmbH & Co. KG

AFM Microelectronics, USA

CBF Electronics Vertriebs GmbH

Agil Elektronik, D

bsw TestSystems & Consulting AG

Agilecom, C

municom Vertriebs GmbH

Agx

Acal BFi Germany GmbH

AI Electronics Ltd, J

Melatronik GmbH

AIC, TW

HY-LINE Power Components

A-Info, C

EMCO Elektronik GmbH
MIWEKO GmbH

AKER, TWN

CompoTEK GmbH

Akon, USA

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

Akoustis, USA

RFMW Europe Ltd.

Albacom, UK

Melatronik GmbH

Aldetec, USA

MIWEKO GmbH

Alliance Memory, USA

Karl Kruse GmbH & Co. KG
Rutronik GmbH

Allice, D

Meilhaus Electronic GmbH

Allied Components Int., USA

eg-electronic GmbH
Karl Kruse GmbH & Co. KG

Alpha Display, D

Rutronik GmbH

AlphaLab Inc, USA

PSE-Priggen Special Electronic

Alroy Microwave & Electronics Ltd.

MIWEKO GmbH

Altechna

Acal BFi Germany GmbH

Altronic Reserach, USA

AMS Technologies AG

AltumRF, NL

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Alysium

Rutronik GmbH

Amari, GB

MIWEKO GmbH

AMCAD Engineering, F

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

AMCOM Communication, USA

municom Vertriebs GmbH
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

America Semiconductor, USA

Karl Kruse GmbH & Co. KG

American Microwave Corp., USA

RUPPtronik

Amicom

Acal BFi Germany GmbH

Amit, TW

m2m Germany GmbH

Amogreentech

Acal BFi Germany GmbH

Amotech, KOR

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

Amphenol Advanced Sensors, USA

Acal BFi Germany GmbH

Amphenol Antenna Solutions, UK

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

Amphenol, USA

Rutronik GmbH

Ampleon, NL

RFMW Europe Ltd.

Amplical, USA

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

Amplifier Solutions Corp., USA

RFMW Europe Ltd.

AmpliTech Inc, USA

TACTRON ELEKTRONIK

AMS Osrham

Rutronik GmbH

Amtek, TW

MES Electronic Connect

AMT-SALT, TW

ACTRON AG

Analog Devices

Richardson RFPD Germany

Analog Microwave Design, F

MIWEKO GmbH

Anapico Ltd, CH

bsw TestSystems & Consulting AG

AnaPico, CH

TACTRON ELEKTRONIK

Anaren

Acal BFi Germany GmbH

Andor Technology

Acal BFi Germany GmbH

ANOISON, CN

Melatronik GmbH

Anritsu, J

EMCO Elektronik GmbH

Ansen, TW

CompoTEK GmbH

Antcom, USA

AuCon GmbH

Antenna Research Associates, USA

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

Antenna Systems Solutions, E

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

Antenova Ltd., UK

tekmodul GmbH

Anteral, E

bsw TestSystems & Consulting AG

Antonics

Acal BFi Germany GmbH

Antzer, TW

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Anway electric, C

Neumüller Elektronik GmbH

Anytek, TW

eg-electronic GmbH

AOC, USA

Melatronik GmbH

AOI, USA

Laser 2000 GmbH

AP Memory Technology, TW

Rutronik GmbH

APA Wireless Technologies, USA

Acal BFi Germany GmbH
RFMW Europe Ltd.

Apac Opto, TW

Laser 2000 GmbH
MEV Elektronik Service

Apacer, TW

MEV Elektronik Service
Rutronik GmbH

APEC, USA

HY-LINE Power Components

Apex

Acal BFi Germany GmbH

Aphena, USA

TACTRON ELEKTRONIK

API Inmet, USA

RFMW Europe Ltd.

API Microelectronics Ltd, UK

Melatronik GmbH

API Microwave Ltd, UK

Melatronik GmbH

API Tech (RF2M-US), USA

Melatronik GmbH

api technologies INMET, USA

TACTRON ELEKTRONIK

API Technologies, USA

RFMW Europe Ltd.

API Weinschel, USA

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG
RFMW Europe Ltd.

Apollo, CDN

EMCO Elektronik GmbH

AppliedMicro

Acal BFi Germany GmbH

Aragon Photonics, E

municom Vertriebs GmbH

ARCH electronics Corp., TW

EMTRON electronic GmbH
HY-LINE Power Components

ARCOptix

Acal BFi Germany GmbH

Aries, USA

Infratron GmbH

Arizona Microtek

Acal BFi Germany GmbH

Armesca ProCon GmbH, D

germania elektronik GmbH

ARRA, USA

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

Arralis, IRL

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

Artesyn Embedded Technologies, USA

EMTRON electronic GmbH

Artwork Conversion Software, USA

TACTRON ELEKTRONIK

Asair, C

Karl Kruse GmbH & Co. KG

ASB, KOR

CompoTEK GmbH

ASJ

Rutronik GmbH

Assmann wsw, D

Rutronik GmbH

Astrodyne TDI, USA

MEV Elektronik Service

ASUS, TW

Rutronik GmbH

ATC, USA

Richardson RFPD Germany

ATEC Connectivity, PH

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

ATEC Semiconductor, PH

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Ateme, F

SatService GmbHs

Atlanta Micro, USA

MEV Elektronik Service

Atlantic Microwave, gb

EMCO Elektronik GmbH

ATOP, TW

tekmodul GmbH

ATP Inc., TW

Karl Kruse GmbH & Co. KG
Rutronik GmbH

Attend Technology, TW

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Aurel S.p.A., I

Endrich Bauelemente GmbH

Auriga PIV Tech, USA

bsw TestSystems & Consulting AG

Auris, D

pk components GmbH

Autronic, D

EMTRON electronic GmbH

Avago Technologies

Acal BFi Germany GmbH

AVANTIX, F

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Aviacomm, USA

RFMW Europe Ltd.

AVX ethertronics

Rutronik GmbH

AVX, USA

Rutronik GmbH

Awivest, F

SatService GmbH

AWT Global, USA

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

Axtal, D

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

AYAA Technologies, C

Karl Kruse GmbH & Co. KG

B
B&Z Technologies, USA

TACTRON ELEKTRONIK

B+K Precision, USA

Meilhaus Electronic GmbH

Barry Industries, USA

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

BB Battery, C

Rutronik GmbH

Bea Coax srl., I

eg-electronic GmbH

Beehive, USA

Meilhaus Electronic GmbH

Belco, I

ELECTRADE GmbH

Bencent, C

pk components GmbH

Benchmark, USA

TACTRON ELEKTRONIK

Benewake, C

CompoTEK GmbH
tekmodul GmbH

BeRex Inc., USA

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Bevake, C

tekmodul GmbH

BI Technologies, USA

Neumüller Elektronik GmbH
pk components GmbH

Binder, D

MC Technologies GmbH

Bird Technologies, USA

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH
TACTRON ELEKTRONIK

Bivar, USA

Infratron GmbH
MEV Elektronik Service

BIWIN, C

Karl Kruse GmbH & Co. KG

BIX Electronics, C

Karl Kruse GmbH & Co. KG

BLA Etech Pvt. Ltd., IND

germania elektronik GmbH

Blickfeld, D

CompoTEK GmbH

Bluetest, S

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

BM

Rutronik GmbH

BoCen Microwave Technology, C

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Boonton Electronics, USA

AR Deutschland GmbH
Globes Elektronik GmbH & Co. KG
municom Vertriebs GmbH

Bosch

Rutronik GmbH

Bosch (BCDS), D

m2m Germany GmbH

Bosch Sensortec

Acal BFi Germany GmbH

Bothhand Enterprise

Acal BFi Germany GmbH

Brandner Leistungselektronik GmbH, D

Neumüller Elektronik GmbH

Bright LED

Rutronik GmbH

Bright Solutions

Acal BFi Germany GmbH

Bristol Instruments

Acal BFi Germany GmbH

Bruckewell, TW

Karl Kruse GmbH & Co. KG

BSC Filters Ltd., UK

RUPPtronik

BYD Co.Ltd., C

Rutronik GmbH

C
C&K Components SAS, F

Rutronik GmbH

Caddock Electronics, USA

AMS Technologies AG

Cadence Design Systems, USA

FlowCAD

Cailabs, F

municom Vertriebs GmbH

Cairn Research

Acal BFi Germany GmbH

Cal Chips, USA

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Calex Ltd., USA

KAMAKA Vertriebs GmbH

Calian Advanced Technologies, CA

SatService GmbH

California Eastern Labs, USA

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

Calogic, USA

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Caltron s.r.l, I

Freicomp GmbH

CALYX, USA

CompoTEK GmbH

CambridgeIC, UK

MEV Elektronik Service

Carclo Optics, UK

Neumüller Elektronik GmbH

Carlisle, USA

RFMW Europe Ltd.
Richardson RFPD Germany
TACTRON ELEKTRONIK

Cavitar

Acal BFi Germany GmbH

Cavli Wireless

HY-LINE Communication Products

CDE Cornell Dubilier, USA

CBF Electronics Vertriebs GmbH

CDtech Ltd., C

Telcona AG

CEI Custom Electronics Inc., USA

CBF Electronics Vertriebs GmbH

Central Semiconductor Corp.

MEV Elektronik Service

Central Technologies, USA

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Cernex, USA

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

Cervoz Co.Ltd., TW

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Ceyear, C

Meilhaus Electronic GmbH

Chang

Rutronik GmbH

Changchun New Industries

Acal BFi Germany GmbH

Charter Engineering, USA

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Chelton Ltd. (Cobham), GBR

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

Chilisin Electronics Corp., TW

CompoTEK GmbH
Karl Kruse GmbH & Co. KG
Rutronik GmbH

Chinmore

Rutronik GmbH

Chrontel, USA

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Cibred Sud, I

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

CIJ Corp., KOR

municom Vertriebs GmbH

Cincon Electronics, TW

Acal BFi Germany GmbH
EMTRON electronic GmbH

Cirotech, TW

Melatronik GmbH

Citizen Electronics, J

Endrich Bauelemente GmbH

CITIZEN Finedevice Co., Ltd., J

Endrich Bauelemente GmbH

Citizen, J

Telcona AG

CMZ Consulting, D

EMCO Elektronik GmbH

Coaxicom Components Corp., USA

Globes Elektronik GmbH & Co. KG
Karl Kruse GmbH & Co. KG

Cobham, USA

MIWEKO GmbH

Coiltronics, USA

HY-LINE Power Components

Colibrys, CH

Acal BFi Germany GmbH

Columbia-Staver, UK

Infratron GmbH

Comark Hitachi Technology, USA

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Combinova, S

EMCO Elektronik GmbH

Comchip, TW

HY-LINE Power Components
Karl Kruse GmbH & Co. KG

Compex, USA

municom Vertriebs GmbH

Compro Elektronik GmbH, D

Neumüller Elektronik GmbH

Comtech PST, USA

RUPPtronik

Comtech, USA

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Comtest, NL

AR Deutschland GmbH

Comus

Rutronik GmbH

Conec, D

eg-electronic GmbH
MES Electronic Connect
pk components GmbH

Connnecticut Microwave, USA

EMCO Elektronik GmbH

Connor Winfield, USA

cofttech GmbH

Conquer

Rutronik GmbH

Contech, USA

KAMAKA Vertriebs GmbH

Continental Microwave Division, USA

MIWEKO GmbH

CoolLED

Acal BFi Germany GmbH

Cooper Bussmann, USA

HY-LINE Power Components

Copper Mountain Technologies, LLC, USA

Meilhaus Electronic GmbH

Cordon Electronics S.r.L, I

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Coretek

Acal BFi Germany GmbH

Cornell Dubilier Electronics, USA

MEV Elektronik Service

Corning Gilbert, USA

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

Corry Micronics Inc., USA

eg-electronic GmbH

COSEL Co., Ltd., J

EMTRON electronic GmbH

Coto

Rutronik GmbH

Cox Imaging

Acal BFi Germany GmbH

CPI, USA

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Crane Aerospace & Electronics - Interpoint, USA

EMTRON electronic GmbH

Crane Microwave, USA

municom Vertriebs GmbH

CreaLights Technologies, C

municom Vertriebs GmbH

Cree, USA

Acal BFi Germany GmbH

Criotherm S.r.l., I

MIWEKO GmbH

C-Tech, KOR

CompoTEK GmbH

CTK Contact Electronics Co.Ltd., TW

ACTRON AG

CTS, USA

Acal BFi Germany GmbH
ELECTRADE GmbH

CTX, D

A-Switch GmbH
MEV Elektronik Service

Cumulocity GmbH

m2m Germany GmbH

CviLux, TW

Neumüller Elektronik GmbH

Cynergy3 Components, UK

AMS Technologies AG

Cytec, USA

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

D

Darfon Electronic Corp., TW

CompoTEK GmbH

DB Products, C

Karl Kruse GmbH & Co. KG
Telcona AG

Decawave, IRL

RFMW Europe Ltd.

Deepeace, C

Eisch-Kafka electronic GmbH

Degson, C

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Delkin

Acal BFi Germany GmbH

Delock, D

Tragant GmbH

Delta Electronics, TW

Acal BFi Germany GmbH
MEV Elektronik Service
Neumüller Elektronik GmbH
RFMW Europe Ltd.
Rutronik GmbH

Deltron Italia, I

eg-electronic GmbH

Deltron, CH

ELECTRADE GmbH

Densitron Displays, D

MEV Elektronik Service

Design Workshop Technologies, CA

TACTRON ELEKTRONIK

Dezem, D

m2m Germany GmbH

DFI Ind., TW

Rutronik GmbH

Dialight Corp., USA

Acal BFi Germany GmbH

Dicon, USA

Laser 2000 GmbH

Digisound, D

Neumüller Elektronik GmbH

Diodes Inc

Rutronik GmbH

Diotec Semiconductor, D

Rutronik GmbH

Diptronics, TW

ACTRON AG

A-Switch GmbH
Rutronik GmbH

Diramics, CH

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

Displaytech

Rutronik GmbH

DiTom Microwave Inc, USA

RFMW Europe Ltd.

TACTRON ELEKTRONIK

DLC

Rutronik GmbH

DLI Dielectric Lab., USA

municom Vertriebs GmbH

RFMW Europe Ltd.

DMC

Rutronik GmbH

Dolph Microwave, C

mmt gmbh

Dominant Opto Technologies

Endrich Bauelemente GmbH

Don Connex, TW

MES Electronic Connect

Dongyang

Acal BFi Germany GmbH

Dowkey Microwave, USA

RUPPtronik

DRS RSTA Inc

Acal BFi Germany GmbH

Ducommun, USA

TACTRON ELEKTRONIK

DVTest, CAN

EMCO Elektronik GmbH

E

E.O. Imaging, USA

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

EAD, UK

HY-LINE Communication Products

Eastern OptX, USA

municom Vertriebs GmbH

Easttop Display, C

ACTRON AG

Eaton, USA

HY-LINE Power Components

Rutronik GmbH

ECE, TW

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Eclipse Microwave, USA

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

eCOUNT, D

Rutronik GmbH

ED2

RFMW Europe Ltd.

EDAC, UK

Karl Kruse GmbH & Co. KG

EDACPOWER Electronics, TW

EMTRON electronic GmbH

MEV Elektronik Service

EDT, TW

ACTRON AG

EECO, UK

CompoTEK GmbH

EEMB, C

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Rutronik GmbH

eesy-ic, D

TACTRON ELEKTRONIK

EETI, TW

ACTRON AG

Efinix, USA

Rutronik GmbH

EGIDE, F

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

EKL

Rutronik GmbH

EKS, D

Laser 2000 GmbH

Elatec, D

HY-LINE Communication Products

elbag srl. I

eg-electronic GmbH

Electro Technik Industries, USA

TACTRON ELEKTRONIK

Electro-Metrics Corp., USA

germania elektronik GmbH

Electron Devices Division, USA

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Electronicon, D

HY-LINE Power Components

Electronics & Innovations, USA

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

ELGRO-Technology

Rutronik GmbH

Elisra-Elbit, ISR

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

Elite RF, USA

mmt gmbh

Elmos, D

Rutronik GmbH

Elproma, POL

tekmodul GmbH

elspec GmbH, D

mmt gmbh

Elsys, S

m2m Germany GmbH

EM microelectronic, CH

CompoTEK GmbH

tekmodul GmbH

Embit, I

HY-LINE Communication Products

EMC Technology, USA

RFMW Europe Ltd.

EMI Solutions Pvt. Ltd, IND

Freicomp GmbH

Emicore Corp., CN

germania elektronik GmbH

Emisens, D

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Empower RF Systems, USA

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

Richardson RFPD Germany

Emwicon, TW

MEV Elektronik Service

Endotronic

PSE-Priggen Special Electronic

Enedo, FIN

Neumüller Elektronik GmbH

Enedo/Efore//Roal, FIN

EMTRON electronic GmbH

enginko, I

m2m Germany GmbH

EnOcean, D

HY-LINE Communication Products

Rutronik GmbH

Enplas

Acal BFi Germany GmbH

Entropic

Acal BFi Germany GmbH

éolane, F

m2m Germany GmbH

Eoptolink Technology Inc., Ltd., C

municom Vertriebs GmbH

EOS Power Inc., IND

Acal BFi Germany GmbH

MEV Elektronik Service

EOTech

Acal BFi Germany GmbH

EPC Espros, CH

Neumüller Elektronik GmbH

Epcos

pk components GmbH

e-peas, B

KAMAKA Vertriebs GmbH

Epistar, TW

Karl Kruse GmbH & Co. KG

EPLAX GmbH, D

EMTRON electronic GmbH

Epson Europe Electronics GmbH, D

Rutronik GmbH

Epson Toyocom

Rutronik GmbH

EPX Microwave, USA

EMCO Elektronik GmbH

E-reon BV, NL

mmt gmbh

Eris Technology Corp., TW

Endrich Bauelemente GmbH

Erzia, E

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

Richardson RFPD Germany

ES+S

Rutronik GmbH

ESMT

Rutronik GmbH

Espressif Systems, C

Karl Kruse GmbH & Co. KG

E-tec AG, CH

EMC GmbH

E-tec Interconnect, TW

EMC GmbH

ETG Canada, CAN

TACTRON ELEKTRONIK

ETI, GB

PSE-Priggen Special Electronic

ETM, USA

AR Deutschland GmbH

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

Etron Technology, TW

Karl Kruse GmbH & Co. KG

ETS-Lindgren, USA

EMCO Elektronik GmbH

EuroFins, UK

AR Deutschland GmbH

Evans Capacitor, USA

KAMAKA Vertriebs GmbH

Everlight, TW

Endrich Bauelemente GmbH

Rutronik GmbH

EverSwitch, USA

KAMAKA Vertriebs GmbH

Excel Cell Electronic Co., TW

Telcona AG

Excelsys Technologies, IRL

Acal BFi Germany GmbH

EMTRON electronic GmbH

Exlotronics Inc., USA

municom Vertriebs GmbH

Exodus Advanced Comm., USA

EMCO Elektronik GmbH

F

F&S Elektronik Systeme, D

Rutronik GmbH

Fagor Electronica, E

Rutronik GmbH

Fair-Rite, USA

Industrial Electronics GmbH

Farran Technology, IRL

TACTRON ELEKTRONIK

Favendo, D

m2m Germany GmbH

FCC, USA

EMCO Elektronik GmbH

FCT, D

MC Technologies GmbH

FDK, J

Melatronik GmbH

Feasycorn, C

HY-LINE Communication Products

Fenghua, C

Karl Kruse GmbH & Co. KG

FenztraQ, D

EMCO Elektronik GmbH

Ferrite Microwave Technology, USA

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Ferroxcube

Acal BFi Germany GmbH

Fiberguide, USA

AMS Technologies AG

Fibocom Wireless Inc., C

Endrich Bauelemente GmbH
m2m Germany GmbH

Filtronetics Inc., USA

TACTRON ELEKTRONIK

Filtronic, UK

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Finder GmbH, D

Rutronik GmbH

Firecomms, IE

MEV Elektronik Service

Fischer Elektronik

Rutronik GmbH

FIT-Foxconn

ACTRON AG
A-Switch GmbH

Flann Microwave, UK

bsw TestSystems & Consulting AG
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

Flex Power, S

MEV Elektronik Service

Flexiguide Ltd. GB

MIWEKO GmbH

FLIR Systems, USA

Acal BFi Germany GmbH

Florida RF Labs, USA

RFMW Europe Ltd.

Fluke Networks, USA

Laser 2000 GmbH

Flux

Acal BFi Germany GmbH

Focus Microwaves, CAN

bsw TestSystems & Consulting AG

Focus Telecom Group, ISR

municom Vertriebs GmbH

Focussimple, C

MIWEKO GmbH

FOSS Group

Acal BFi Germany GmbH

Foxconn, USA

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Foxconn Interconnect Tech. Ltd., TW

ACTRON AG

FRAEN, I

Neumüller Elektronik GmbH

Fremont Micro Devices, USA

Karl Kruse GmbH & Co. KG

FRIWO Gerätebau GmbH, D

Neumüller Elektronik GmbH

Frontier Electronics, USA

RFMW Europe Ltd.

Frontlynk, TW

bsw TestSystems & Consulting AG

FS Antennentechnik, D

AR Deutschland GmbH

FSP, TW

Acal BFi Germany GmbH
Rutronik GmbH

Fuantronics, C

MEV Elektronik Service

Fuji Polymer Industries, J

Nucletron Technologies GmbH

Fujitsu

Rutronik GmbH

Fyla

Acal BFi Germany GmbH

G

Garmin, CAN

Rutronik GmbH

General Dynamics

Acal BFi Germany GmbH

General Photonics, USA

Laser 2000 GmbH

Getelec, F

ELECTRADE GmbH

GGB, USA

bsw TestSystems & Consulting AG

GHM Greisinger

PSE-Priggen Special Electronic

Giantec

Rutronik GmbH

Gigahertz Solutions

PSE-Priggen Special Electronic

GigaIPC, TW

Karl Kruse GmbH & Co. KG

GigaLane Co.Ltd, KOR

TACTRON ELEKTRONIK

Gigalight, C

Laser 2000 GmbH

GigaTest Labs, USA

bsw TestSystems & Consulting AG

Giga-tronics, USA

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

Gimasi GmbH

tekmodul GmbH

Glary, TW

Neumüller Elektronik GmbH

Global Connector Technology Ltd., UK

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Global Invacom Waveguide, UK

RUPPtronik

GlobTek, D

Neumüller Elektronik GmbH

GLSun, C

municom Vertriebs GmbH

GNS, D

Rutronik GmbH

Golledge, UK

MEV Elektronik Service

Good-Ark, C

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Goodram, POL

Rutronik GmbH

Goodsky, TW

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Gossen Metrawatt, D

MC Technologies GmbH

Gotmic, S

RUPPtronik

Gowanda, USA

Acal BFi Germany GmbH
CBF Electronics Vertriebs GmbH

Gowin Semiconductor, C

Karl Kruse GmbH & Co. KG
Rutronik GmbH

GPS Source, USA

AuCon GmbH

Gradconn, TW

Infratron GmbH
Rutronik GmbH

Greenray, USA

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

Grund Technical Solutions, USA

bsw TestSystems & Consulting AG

Guerilla RF, USA

Richardson RFPD Germany

G-Way Microwave, USA

municom Vertriebs GmbH

H

Haefely Test, CH

EMCO Elektronik GmbH

HanRun, C

MEV Elektronik Service

Hantouch

Rutronik GmbH

Harmony, TW

CompoTEK GmbH

Harting, D

pk components GmbH

Harvatek, TW

Endrich Bauelemente GmbH

Hasco, USA

Karl Kruse GmbH & Co. KG

HB Optical

Acal BFi Germany GmbH

HBH Microwave GmbH, D

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

HBTE Technolgies Inc., C

mmt gmbh

Hectronic

Acal BFi Germany GmbH

Heraeus

Acal BFi Germany GmbH
Rutronik GmbH

Herotek, USA

EMCO Elektronik GmbH

hf-design, D

TACTRON ELEKTRONIK

HGST - a WD Company, USA

Acal BFi Germany GmbH

Hi-Flying, C

tekmodul GmbH

Higgstec, TW

ACTRON AG
Rutronik GmbH

Hinds

Acal BFi Germany GmbH

Hi-Net, C

MEV Elektronik Service

Hitachi Kokusai, USA

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Hitron

Acal BFi Germany GmbH

HKC, HK

Rutronik GmbH

HMS, S

Rutronik GmbH

Holitech Europe, D

Rutronik GmbH

Holkirk, U

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Holland BV, NL

Infratron GmbH

Holzworth Instrumentation, USA

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Honcell, C

Telcon AG

Honeywell, USA

Acal BFi Germany GmbH

Hongfa, C

Rutronik GmbH

Hongkongcrystal, C

Telcon AG

HTC Taejin, KOR

Karl Kruse GmbH & Co. KG

HTP, I

MES Electronic Connect

Huawei, C

m2m Germany GmbH
MC Technologies GmbH

HUBER+SUHNER AG, CH

RUPPtronik

HUBER+SUHNER/Astrolab, CH

TACTRON ELEKTRONIK

Hutchinson SSI Inc., USA

germania elektronik GmbH

HXI LLC, USA

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

HY Electronic, TW

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Hytem, F

MIWEKO GmbH

I

ICC Nexergy

Acal BFi Germany GmbH

ICE, USA

HY-LINE Power Components

iDTRONIC

Rutronik GmbH

IEI Technology Corp., TW

Rutronik GmbH

Ignion, E

Richardson RFPD Germany

igos-MN Ltd., ISR

mmt gmbh

IK Semicon, KOR

Karl Kruse GmbH & Co. KG

I-Lotus

Acal BFi Germany GmbH

ILSI, USA

CompoTEK GmbH

Imagine Optic

Acal BFi Germany GmbH

IMC, ISR

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

Imm Photonics GmbH, D

Rutronik GmbH

Impellimax, SA

EMCO Elektronik GmbH

IMS Connector, D

MC Technologies GmbH
MES Electronic Connect

IMS, USA

TACTRON ELEKTRONIK

IMST, D

tekmodul GmbH

Indtact, D

pk components GmbH

Inergy, TW

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Infineon Technologies

KAMAKA Vertriebs GmbH
Rutronik GmbH

Infrared Associates

Acal BFi Germany GmbH

Infrared Systems Development

Acal BFi Germany GmbH

Infratron-Entwärmung, D

Infratron GmbH

Infratron-Libellen, D

Infratron GmbH

Ing.-Büro Dr. Gronfeld, D

RUPPtronik

Inno Tape

Rutronik GmbH

Innodisk Corp., TW

Karl Kruse GmbH & Co. KG

InnoLux Corp., TW

ACTRON AG

Innovative Power Products (IPP), USA

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

INPAQ Technology Co.Ltd., TW

Endrich Bauelemente GmbH

Insight SIP, F

Rutronik GmbH
tekmodul GmbH

Insignis, USA

Rutronik GmbH

Instec Filters

Acal BFi Germany GmbH

Instec, USA

CBF Electronics Vertriebs GmbH

Insulated Wire, USA

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

Integra Technologies, USA

municom Vertriebs GmbH

Integrated Microwave Corp USA

municom Vertriebs GmbH

Intel, USA

Rutronik GmbH

Intelliconnect, GBR

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

International Power, USA

EMTRON electronic GmbH

International Rectifier, USA

KAMAKA Vertriebs GmbH

inVentia, PL

PSE-Priggen Special Electronic

IO Audio, USA

Karl Kruse GmbH & Co. KG

IPL Ltd. UK

Infratron GmbH

iQRF, CZ

HY-LINE Communication Products

IR Zoom

Acal BFi Germany GmbH

IRC

Acal BFi Germany GmbH

Ironwood Electronics, USA

EMC GmbH

ISKRA

Rutronik GmbH

Isocom, UK

KAMAKA Vertriebs GmbH
Karl Kruse GmbH & Co. KG
MEV Elektronik Service
Neumüller Elektronik GmbH
Rutronik GmbH

Isomet

Acal BFi Germany GmbH

ITACOIL, I

MEV Elektronik Service

ITECH Electronics, TW

Meilhaus Electronic GmbH

ITF Integrated Technology Future, KOR

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

ITF, KOR

CompoTEK GmbH

ITS Electronics, UK

TACTRON ELEKTRONIK

ITW, USA

Acal BFi Germany GmbH

iVativ

Rutronik GmbH

IXblue Photonics, F

municom Vertriebs GmbH

J

JAE

Rutronik GmbH

Jamicon, TW

Rutronik GmbH

Jankosha, J

bsw TestSystems & Consulting AG

Jauch Quartz GmbH, D

Rutronik GmbH

Jersey Microwave Inc, USA

EMCO Elektronik GmbH

JFW Industries, USA

EMCO Elektronik GmbH
TACTRON ELEKTRONIK

JHCTECH, C

Karl Kruse GmbH & Co. KG

JHD Shenzhen Jinghua Display, C

Karl Kruse GmbH & Co. KG

jjPlus

MEV Elektronik Service

Johanson Advanced Monolithics Ceramics, USA

RFMW Europe Ltd.

Johanson Dielectrics, USA

RFMW Europe Ltd.

Johanson Technology, USA

Acal BFi Germany GmbH
municom Vertriebs GmbH
RFMW Europe Ltd.

Jordil Technic, CH

Acal BFi Germany GmbH

Jorjin, TW

CompoTEK GmbH
MEV Elektronik Service

Joyin

Rutronik GmbH

JQL Electronics, USA

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

JST, J

eg-electronic GmbH
MC Technologies GmbH
MES Electronic Connect
pk components GmbH

Junkosha Inc., J

MIWEKO GmbH

Jyebao, TW

CompoTEK GmbH

K

K&L Filters, USA

RUPPtronik

Kamaya, J

Rutronik GmbH

Kapteos, F

EMCO Elektronik GmbH

KDK, J
coftch GmbH

Keko VARICON, SLO
Rutronik GmbH

Kemet (a Yageo Group)
Rutronik GmbH

Kent, USA
ACTRON AG

Kentech Ltd, GB
EMCO Elektronik GmbH

Kepo Electronic, TW
Neumüller Elektronik GmbH

Keylink, C
MIWEKO GmbH

Keysight MMIC
Acal BFi Germany GmbH

Keysight PropSim, FIN
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

Keysight Technologies, USA
bsw TestSystems & Consulting AG
Meilhaus Electronic GmbH
RFMW Europe Ltd.

Keystone
Rutronik GmbH

KHATOD Optoelectronics SRL, I
Neumüller Elektronik GmbH

Kingbright, TW
ACTRON AG

Kingstate
Rutronik GmbH

Kingtronics, C
Karl Kruse GmbH & Co. KG

Kinsun, TW
MEV Elektronik Service

Kioxia
Rutronik GmbH

Knitter-Switch, D
Rutronik GmbH

Knowles, USA
RFMW Europe Ltd.

KOA, J
Rutronik GmbH

Kodenshi, J
Neumüller Elektronik GmbH

Konnnect RF, USA
Karl Kruse GmbH & Co. KG

Kontron, D
Rutronik GmbH

Korchip
Rutronik GmbH

KRAH Elektronische Bauelemente GmbH, D
Rutronik GmbH

Kratos, Eyal General Microwave, ISR
Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Krohn-Hite Corp., USA
Nucletron Technologies GmbH

Krytar, USA
TACTRON ELEKTRONIK

Kycon, USA
pk components GmbH

KYOCERA AVX, J
Rutronik GmbH

Kyoto Semiconductor Co.Ltd., J
municom Vertriebs GmbH

L

L3Harris Antenna Products, USA
Globes Elektronik GmbH & Co. KG

L3Harris Electron Devices Division, USA
Globes Elektronik GmbH & Co. KG

L3Harris Narda-ATM, USA
Globes Elektronik GmbH & Co. KG

L3Harris Narda-Microwave West, USA
Globes Elektronik GmbH & Co. KG

L3Harris Randtron Antenna Systems, USA
Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Ladybug Technologies, USA
TACTRON ELEKTRONIK

Laird Technologies, USA
Acal BFi Germany GmbH
m2m Germany GmbH
Nucletron Technologies GmbH

Lambert Instruments
Acal BFi Germany GmbH

LANMARK Controls
Acal BFi Germany GmbH

Lantronix, USA
Acal BFi Germany GmbH
HY-LINE Communication Products

Laser Components, D
Rutronik GmbH

LaserPoint
Acal BFi Germany GmbH

Lauma Elettronic, I
Karl Kruse GmbH & Co. KG

Laurin AG, CH
mmt gmbh

LCD World, C
MEV Elektronik Service

Leadertech Inc., USA
germania elektronik GmbH

Leaguer
Endrich Bauelemente GmbH

Leanfa
RFMW Europe Ltd.

LeddarTech, CAN
CompoTEK GmbH
tekmodul GmbH

LEDiL Oy, FIN
Neumüller Elektronik GmbH
Rutronik GmbH

Lextar, TW
Endrich Bauelemente GmbH
Rutronik GmbH

Lieder Development, USA
EMCO Elektronik GmbH

Ligent
Acal BFi Germany GmbH

Lightron Fiber Optic Devices Inc., KOR
Acal BFi Germany GmbH
municom Vertriebs GmbH

Lihom Co., Ltd., KOR
Karl Kruse GmbH & Co. KG

Linearizer Technology Inc., USA
Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Link Microtek, GB
Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Linkface, TW
ACTRON AG

Linwave Technology, UK
RUPtronik

Liquid Instruments, USA
SI Scientific Instruments GmbH

Lite-On Technology Corp, TW
Rutronik GmbH

LitePoint, USA
mmt gmbh

Liteye
Acal BFi Germany GmbH

Littelfuse, USA
pk components GmbH
Rutronik GmbH
MEV Elektronik Service

Locosys Technology, TWN
Endrich Bauelemente GmbH

Lodestone Pacific
Acal BFi Germany GmbH

Logus, USA
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

Lontium Semiconductor, TW
Karl Kruse GmbH & Co. KG

Lorch Microwave, USA
RFMW Europe Ltd.

Loriot, CH
m2m Germany GmbH

Lucix, USA
TACTRON ELEKTRONIK

Lumberg, D
MES Electronic Connect
Rutronik GmbH

LUMEL, PL
PSE-Priggen Special Electronic

Lumenera
Acal BFi Germany GmbH

Lumentum (JDSU), USA
Laser 2000 GmbH

Lumiloop, D
EMCO Elektronik GmbH

Luminix
Acal BFi Germany GmbH

Lutronic, D
Rutronik GmbH

Lynx Group
Globes Elektronik GmbH & Co. KG

M

M2 Global, USA
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

Macom Metelics, USA
RFMW Europe Ltd.

Macom, USA
Richardson RFPD Germany

Macroblock, TW
Neumüller Elektronik GmbH

MAG Microwave Applications Group, USA
Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Magic, RU
CompoTEK GmbH

Magnelab, USA
AMS Technologies AG

Magnetics Inc
Acal BFi Germany GmbH

Magvention, C
MIWEKO GmbH

MAJR Products Inc, USA
eg-electronic GmbH

Marki Microwave, Inc.
RFMW Europe Ltd.
TACTRON ELEKTRONIK

Marlow Industries, USA
Nucletron Technologies GmbH

Marschner
Rutronik GmbH

Martek/Shure Power, USA
EMTRON electronic GmbH

Marvin Test Solutions, USA
bsw TestSystems & Consulting AG

MAST Technologies, USA
RFMW Europe Ltd.

Mastrant, CZE
Eisch-Kafka electronic GmbH

Maury Microwave, USA

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

Maxlinear

Rutronik GmbH

Maxtena, USA

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Maxwell Technologies, USA

HY-LINE Power Components
Rutronik GmbH

MBT Massachusetts Bay Technologies, USA

TACTRON ELEKTRONIK

MCLI, USA

CompoTEK GmbH
RUPPtronik

MCS, F

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

MDL, USA

EMCO Elektronik GmbH

Mean Well, TW

EMTRON electronic GmbH

MECA Electronics, USA

Industrial Electronics GmbH
Melatronik GmbH
RFMW Europe Ltd.

Mecadtron GmbH, D

FlowCAD

Mechanical Devices, ISR

EMC GmbH

Mechatronics

Rutronik GmbH

Mediatec

Acal BFi Germany GmbH

Mega Industries, USA

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Megawin, TW

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Melexis

Rutronik GmbH

Memsic

Acal BFi Germany GmbH

Menlo, Micro

RFMW Europe Ltd.

Menlo, USA

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Menzel, D

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Mercury Electronic, TW

CompoTEK GmbH

Mercury Systems, USA

MEV Elektronik Service
RUPPtronik

Mesuro, GB

bsw TestSystems & Consulting AG

Metz Connect, D

Karl Kruse GmbH & Co. KG

MES Electronic Connect

MEURO Microwave Corp., C

Industrial Electronics GmbH

MG Chemicals, CAN

Karl Kruse GmbH & Co. KG

MI Cable Corp., C

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Micos, CZ

Laser 2000 GmbH

Micro Lambda Wireless, USA

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Micro Plastics, USA

Infracron GmbH

Microchip, USA

Globes Elektronik GmbH & Co. KG
HY-LINE Power Components

MicroCrystal, CH

coftech GmbH

Microlab FXR, USA

municom Vertriebs GmbH

Micrometals

Acal BFi Germany GmbH

Microsanj, USA

bsw TestSystems & Consulting AG

Microsemi, USA

MEV Elektronik Service

Micross, UK

KAMAKA Vertriebs GmbH

Microtech Inc, USA

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Microwave Amplifiers Ltd., GB

Industrial Electronics GmbH

Microwave Circuits (Gowanda), USA

TACTRON ELEKTRONIK

Microwave Dynamics, USA

RUPPtronik

Microwave Technologies, USA

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Microwave Technology Corp. (mtc)

Melatronik GmbH

Microwave Technology Inc. (MwT), USA

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

Microwavefilters & TVC, I

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

MIDAS, UK

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Milesight, C

m2m Germany GmbH

Militronic, TW

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Mimo Monitors, USA

Rutronik GmbH

Minew

Rutronik GmbH

Mini-Circuits, USA

Industrial Electronics GmbH
municom Vertriebs GmbH

MiniRF Inc., USA

RFMW Europe Ltd.

Minmax, TW

EMTRON electronic GmbH

Mitsubishi Electric, J

HY-LINE Power Components
municom Vertriebs GmbH

MI-Wave, USA

TACTRON ELEKTRONIK

MixCom, USA

Richardson RFPD Germany

Mocontronic, D

MEV Elektronik Service

Modco, USA

CompoTEK GmbH

Modelithics, USA

TACTRON ELEKTRONIK

Modular Devices, USA

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Molex (FCT), D

pk components GmbH

Molex, USA

MC Technologies GmbH
Rutronik GmbH

Moons, C

MEV Elektronik Service

Morecrafts, TW

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Mornsun Co. Ltd., C

EMTRON electronic GmbH
Endrich Bauelemente GmbH
Karl Kruse GmbH & Co. KG
MEV Elektronik Service

Motien, TW

EMTRON electronic GmbH

MPE Garry, D

pk components GmbH
Rutronik GmbH

MPE Ltd, UK

ELECTRADE GmbH

M-Pulse, USA

CBF Electronics Vertriebs GmbH

MRI, USA

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

MTC, TH

Acal BFi Germany GmbH

MTI Wireless Edge Ltd., ISR

Globes Elektronik GmbH & Co. KG
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

MtronPTI, USA

MIWEKO GmbH

Multitech, USA

HY-LINE Communication Products

Murata, J

coftech GmbH
pk components GmbH
Rutronik GmbH

MwT Inc., USA

RFMW Europe Ltd.

Myrra

Acal BFi Germany GmbH

Nanoramic Laboratories, USA

KAMAKA Vertriebs GmbH

N

NANYA

Rutronik GmbH

Narda-Miteq, USA

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Narda-Safety Test Solutions-PMM, I

EMCO Elektronik GmbH

Navilock, D

Tragant GmbH

Navitar

Acal BFi Germany GmbH

NEC

Acal BFi Germany GmbH

NEDI, CH

CompoTEK GmbH

NEL Frequency Controls, USA

RUPPtronik

NEL Photonics Business Group

Acal BFi Germany GmbH

Neltron, TW

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Nely, C

ACTRON AG

Nemeus, F

HY-LINE Communication Products

neocortec, DK

tekmodul GmbH

Neoway, C

municom Vertriebs GmbH

Netac, C

Karl Kruse GmbH & Co. KG

NetComSec Co. Ltd., J

Nucletron Technologies GmbH

NetModule, CH

m2m Germany GmbH

NetPower, USA

KAMAKA Vertriebs GmbH

NETSOL, KOR

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Netzer Precision, ISR

KAMAKA Vertriebs GmbH

New Imaging Technologies

Acal BFi Germany GmbH

New Japan Radio, J

Rutronik GmbH

New Vision Display Technology Co.Ltd., C

ACTRON AG

Newtec, B

SatService GmbH

Nexem

Rutronik GmbH

Nexio, F

EMCO Elektronik GmbH

Next Semiconductor, USA

MEV Elektronik Service

NexTek, USA

ELECTRADE GmbH

NextGen, GB

Richardson RFPD Germany

NEXTRON, C

Infracron GmbH

NF-Forward

Rutronik GmbH

NIC Components Corp., USA

pk components GmbH

Nidec, J

Rutronik GmbH

Nisshinbo, J

Endrich Bauelemente GmbH

MEV Elektronik Service

Rutronik GmbH

NK elektronik, D

EMCO Elektronik GmbH

Noisecom, USA

AR Deutschland GmbH

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

municom Vertriebs GmbH

NoiseTech Microwaves, CAN

TACTRON ELEKTRONIK

Noisewave, USA

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

NoleTec, S

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

Nordic Semiconductor

Rutronik GmbH

Nova Microwave, USA

TACTRON ELEKTRONIK

Novacap, USA

municom Vertriebs GmbH

Novella, UK

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Nuvotronics Inc. (Cubic)

RFMW Europe Ltd.

NVE, USA

HY-LINE Power Components

NVS, CH

CompoTEK GmbH

NXP Semiconductors, NL

RFMW Europe Ltd.

O

Ocean Optics

Acal BFi Germany GmbH

ODS Electronics, C

Neumüller Elektronik GmbH

ODU, D

MES Electronic Connect

OED

MEV Elektronik Service

OFS

Acal BFi Germany GmbH

Omega Labs, USA

EMCO Elektronik GmbH

Omega Shielding Products Inc., USA

Nucletron Technologies GmbH

Omni-Wave Electronics

Nucletron Technologies GmbH

Omniyig, USA

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

Omron, J

Rutronik GmbH

Ophir RF, USA

bsw TestSystems & Consulting AG

Optec, HK

Laser 2000 GmbH

Optek Technology Inc., USA

Neumüller Elektronik GmbH

Optical Filters, UK

ELECTRADE GmbH

Optical Network Video, C

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Option, B

tekmodul GmbH

Optisys, USA

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

Opto22 Inc., USA

HY-LINE Communication Products

HY-LINE Power Components

Optometrics

Acal BFi Germany GmbH

Opto-MST, D

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Optoplast, I

AMS Technologies AG

Optowide Technologies Co. Ltd., C

municom Vertriebs GmbH

Orient Display, CAN

MEV Elektronik Service

Orient Microwave Corp., J

Melatronik GmbH

Origin GPS, ISR

Round Solutions GmbH & Co. KG

OriginGPS

Acal BFi Germany GmbH

Orion Fans, USA

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Orolia Spectracom, USA

EMCO Elektronik GmbH

Orolia, USA

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

OSA Opto Light

Endrich Bauelemente GmbH

OSI Laser Diode Inc

Acal BFi Germany GmbH

Oupiin, TW

ACTRON AG

A-Switch GmbH

Owasys, E

m2m Germany GmbH

OZ Optics, CND

AMS Technologies AG

P

P&P Technology Ltd., GB

germania elektronik GmbH

P1dB, USA

RFMW Europe Ltd.

Pairui, C

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Paketlight, ISR

Laser 2000 GmbH

Pan Jit

Rutronik GmbH

Panasonic Industry Europe GmbH

Endrich Bauelemente GmbH

Panasonic, J

HY-LINE Communication Products

Rutronik GmbH

Pancon

Rutronik GmbH

Paralight, TW

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Paricon Technologies, USA

RUPPtronik

PARTRON, KOR

municom Vertriebs GmbH

Pasternack, USA

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

PCTEL, USA

CompoTEK GmbH

PD-LD, USA

Melatronik GmbH

PeakTech GmbH, D

Meilhaus Electronic GmbH

PSE-Priggen Special Electronic

Pearson Electronics, USA

Nucletron Technologies GmbH

Penta Labs, USA

Nucletron Technologies GmbH

Pentax

Acal BFi Germany GmbH

Perisens, D

TACTRON ELEKTRONIK

Pfoh Elektronik

Rutronik GmbH

Phase 2, Microwave, GB

MIWEKO GmbH

PHI-CON, TW

HY-LINE Power Components

Phoenix Contact, D

pk components GmbH

Photo Research Inc

Acal BFi Germany GmbH

Photonis

Acal BFi Germany GmbH

PI Acton

Acal BFi Germany GmbH

Pico Technology, GB

Meilhaus Electronic GmbH

PSE-Priggen Special Electronic

Piconics, USA

TACTRON ELEKTRONIK

Piezo Motion, USA

MEV Elektronik Service

Piher Sensors & Controls S.A., E

pk components GmbH

Rutronik GmbH

PixeLINK

Acal BFi Germany GmbH

Planar Microwave, USA

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

Pletronics

Acal BFi Germany GmbH

PMI, USA

EMCO Elektronik GmbH

PoleZero, USA

RUPPtronik

Polyfet RF devices, USA

TACTRON ELEKTRONIK

PolySurg, USA

HY-LINE Power Components

PONTIS EMC Products, D

EMCO Elektronik GmbH

Port, D

MEV Elektronik Service

Positronic, USA

Neumüller Elektronik GmbH

Power Integrations, USA

HY-LINE Power Components
MEV Elektronik Service

Power System Technology

Acal BFi Germany GmbH

Power Systems

Rutronik GmbH

Powerbox SE

EMTRON electronic GmbH

PowerGood, TW

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Powersem, D

HY-LINE Power Components

PowerStor, USA

HY-LINE Power Components

Powertip Technology Corp., TW

ACTRON AG
Rutronik GmbH

Powrmod, USA

Karl Kruse GmbH & Co. KG

ppm Ltd, GB

EMCO Elektronik GmbH

PRANA, F

EMCO Elektronik GmbH

Preci-Dip

Rutronik GmbH

Precision Test Systems, USA

TACTRON ELEKTRONIK

Premium

Acal BFi Germany GmbH

Presidio Components, USA

TACTRON ELEKTRONIK

Prior Scientific

Acal BFi Germany GmbH

Procom, DK

Eisch-Kafka electronic GmbH

Prodyn, USA

EMCO Elektronik GmbH

Prolight Opto, TW

MEV Elektronik Service

Pronghorn Solutions, USA

TACTRON ELEKTRONIK

ProTek Device, USA

Endrich Bauelemente GmbH

PSA Passive System Alliance, TW

Endrich Bauelemente GmbH

PSC, DK

ACTRON AG

pSemi, USA

RFMW Europe Ltd.
Richardson RFPD Germany

PSsystec, D

m2m Germany GmbH

PTR Hartmann, D

pk components GmbH

PUI Audio

Rutronik GmbH

Pulsar Microwave, USA

TACTRON ELEKTRONIK

Pulse (a Yageo Group), C

Rutronik GmbH

Pulse, USA

CompoTEK GmbH

Q

Q Microwave, USA

CompoTEK GmbH

Qiantum Light Instruments

Acal BFi Germany GmbH

Qiova

Acal BFi Germany GmbH

Qorvo, USA

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG
RFMW Europe Ltd.

QP Microwave

MEV Elektronik Service

QuadSAT, S

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

Qualwave Inc., C

MEV Elektronik Service
mmt gmbh

Quantum Microwave, USA

TACTRON ELEKTRONIK

Quarterwave, USA

bsw TestSystems & Consulting AG

QuartzCom AG, CH

coftech GmbH

QuartzCom, CH

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

Quasar Microwave Technology Ltd. (formerly J&N), GB

MIWEKO GmbH

Queclink, C

m2m Germany GmbH

Quectel, C

MC Technologies GmbH
tekmodul GmbH

Quest Microwave, USA

MIWEKO GmbH

R

Radiall, F

Richardson RFPD Germany

Radian, USA

coftech GmbH

Radio Design, UK

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Radiometrix, UK

HY-LINE Communication Products

Raditek, USA

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

ralab, D

TACTRON ELEKTRONIK

Raltron, USA

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Randtron Antenna Systems, USA

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Ratioplast, D

pk components GmbH

Raycus

Acal BFi Germany GmbH

Raystar Optronics Inc., TW

Rutronik GmbH

Raytech, USA

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Realtek, TW

MEV Elektronik Service

RECOM Power GmbH, A

Rutronik GmbH

Red Lion Controls, USA

m2m Germany GmbH

REEL, D

HY-LINE Communication Products

Relpol

Rutronik GmbH

Renair Antennae

HY-LINE Communication Products

Renaissance, USA

CompoTEK GmbH

Renata Batteries, CH

Rutronik GmbH

Requitech, S

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

Resin Systems, USA

EMCO Elektronik GmbH

Res-Net Microwave, USA

TACTRON ELEKTRONIK

RF 360 Qualcomm, USA

Richardson RFPD Germany

RF Immunity, ISR

ELECTRADE GmbH

RF Industries, USA

RFMW Europe Ltd.

RF Morecom, KOR

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

RF Techniques, USA

TACTRON ELEKTRONIK

RFCl, USA

RFMW Europe Ltd.

RFcore, KOR

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

RF-Lambda, USA

EMCO Elektronik GmbH

Rflight, C

MIWEKO GmbH

RFOptic Ltd, ISR

municom Vertriebs GmbH

RFuW, SG

RFMW Europe Ltd.
TACTRON ELEKTRONIK

Rhombus, USA

CompoTEK GmbH

Rigol, C

Meilhaus Electronic GmbH

River Eletec Corp., J

Telcona AG

RLC Electronics, USA

bsw TestSystems & Consulting AG
PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

RN2 Technologies, KOR

municom Vertriebs GmbH

Rockchip

Rutronik GmbH

Rohde & Schwarz, D

Meilhaus Electronic GmbH

Rohm Semiconductor, J

Rutronik GmbH

ROM Elektronik

PSE-Priggen Special Electronic

Rosenberger, USA

RFMW Europe Ltd.

Roxspur Measurement & Control, UK

Neumüller Elektronik GmbH

RSG

Acal BFi Germany GmbH

Rubycon, J

pk components GmbH
Rutronik GmbH

S

SAF Tehnika JSC, LV

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Saft

Rutronik GmbH

Samsung

Rutronik GmbH

Samsung Electromechanics

Rutronik GmbH

Samsung SDI, KOR

Rutronik GmbH

Samtec, USA

pk components GmbH

Samwha Capacitor Group, KOR

pk components GmbH
Rutronik GmbH

Sangshin

Acal BFi Germany GmbH

Sanko

TACTRON ELEKTRONIK

Santa Barbara Infrared

Acal BFi Germany GmbH

SanTron

RFMW Europe Ltd.

SARAS Technology Ltd., UK

Melatronik GmbH

SAS Jaques Dubois, F

ELECTRADE GmbH

Satena, TWN

CompoTEK GmbH

Sauro s.r.l., I

Rutronik GmbH

Sawnics, KOR

cofttech GmbH

Schlegel, B

ELECTRADE GmbH

Schreiner Group

Rutronik GmbH

Schurter

Rutronik GmbH

SDS High voltage, F

AMS Technologies AG

SECH

Rutronik GmbH

SECO, I

Rutronik GmbH

Segger

Rutronik GmbH

Sekonix, KOR

Neumüller Elektronik GmbH

SemiGen, USA

Globes Elektronik GmbH & Co. KG
RFMW Europe Ltd.

Semileds, USA

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Semitronics, USA

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Sena Technologies, KOR

tekmodul GmbH

Sensata, NL

Neumüller Elektronik GmbH

Sensing Labs, F

m2m Germany GmbH

Sensirion

Rutronik GmbH

SensorView, D

EMCO Elektronik GmbH

Sentium, D

m2m Germany GmbH

Seoul Semiconductor, KOR

Neumüller Elektronik GmbH

Seoul Viosys, KOR

Neumüller Elektronik GmbH

Sequid, D

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

SER, J

EMC GmbH

SETI, USA

Neumüller Elektronik GmbH

SFC Energy, D

Acal BFi Germany GmbH
HY-LINE Power Components
MEV Elektronik Service

SG Micro, C

Endrich Bauelemente GmbH

SGC Technologies, KOR

CompoTEK GmbH

Shanghai Green Tech., C

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Sharp, J

Rutronik GmbH

Shelcon, C

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Shibaura

Acal BFi Germany GmbH

Shielding Solutions Ltd., GB

germania elektronik GmbH

Shindengen

Rutronik GmbH

Shinyei Kaisa

Acal BFi Germany GmbH

Shoulder Electronics Ltd., C

RFMW Europe Ltd.
Telcona AG

SIBA, D

Rutronik GmbH

Sierra Microwave Technology, USA

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Sierra Wireless, CND

Acal BFi Germany GmbH
HY-LINE Communication Products

Siglent, C

AR Deutschland GmbH
Meilhaus Electronic GmbH

Signatone, USA

bsw TestSystems & Consulting AG

Silent Sentinel

Acal BFi Germany GmbH

Silex, J

HY-LINE Communication Products
Rutronik GmbH

Silicon Expert Technologies, USA

FlowCAD

Silicon Labs, USA

HY-LINE Communication Products
m2m Germany GmbH

Silicon Sensing, GB

Acal BFi Germany GmbH

Sinecom, GBR

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

SIRIO, I

HY-LINE Power Components

Sitec Systems, D

HY-LINE Communication Products

SiTime Corp., USA

Endrich Bauelemente GmbH
RFMW Europe Ltd.

Sivers IMA, S

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

SK-Hynix/Solidigm

Rutronik GmbH

Skylab, C

tekmodul GmbH

Skynet, TW

EMTRON electronic GmbH

Skyworks

Acal BFi Germany GmbH
RFMW Europe Ltd.

Skyworks Space and Defense, USA

RFMW Europe Ltd.

Skyworks/Protec, USA

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

SL Power Electronics, USA

Acal BFi Germany GmbH

SMART Modular Technologies Inc., USA

Neumüller Elektronik GmbH

Smart Move

Acal BFi Germany GmbH

SmarteQ Wireless, S

CompoTEK GmbH
tekmodul GmbH

SMC, CDN

EMCO Elektronik GmbH

SMC-Diodes, C

Karl Kruse GmbH & Co. KG

SMI Inc., J

Endrich Bauelemente GmbH
Telcona AG

Smiths Interconnect / Lorch Microwave, USA

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Smiths Interconnect, USA

RFMW Europe Ltd.

SMS (Specialist Microwave Solutions), GBR

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

Snappy, C

Neumüller Elektronik GmbH

Soliani, I

Infratron GmbH

Sonitron, B

Infratron GmbH

Sonnet Software, USA

TACTRON ELEKTRONIK

Sony, J

Acal BFi Germany GmbH

Soshin

Acal BFi Germany GmbH

Southwest Antennas, USA

RFMW Europe Ltd.

Southwest Microwave, USA

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Space IC, D

KAMAKA Vertriebs GmbH

Spacek Labs, USA

RUPPtronik

Sparklan, TW

m2m Germany GmbH
MEV Elektronik Service

SPEAG, CH

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

Spinner, D

EMCO Elektronik GmbH

SRI International

Acal BFi Germany GmbH

SSI Cable, USA

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

SSM Susumu

Rutronik GmbH

ST Engineering

Globes Elektronik GmbH & Co. KG
SatService GmbH

Stadium IGT

Acal BFi Germany GmbH

Stanford Research Systems SRS, USA

SI Scientific Instruments GmbH

Stanley Electric, J

Neumüller Elektronik GmbH
Rutronik GmbH

State of the Art, USA

KAMAKA Vertriebs GmbH

Statek, USA

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

Steatite, UK

mmt gmbh

Stollmann

Acal BFi Germany GmbH

Sullins Connectors, USA

Infratron GmbH

SUMIDA

Rutronik GmbH

Sumitomo Electric Device Innovations (SEDI), J

Melatronik GmbH

SunAR RF Motion, USA

AR Deutschland GmbH

SUNCON, J

Endrich Bauelemente GmbH

Sunlike, TW

KAMAKA Vertriebs GmbH

Sunny Electronics, KOR

CompoTEK GmbH
RFMW Europe Ltd.

Sunstar Communication Technology Co., CN

municom Vertriebs GmbH

Suntecni Microwave Inc., CDN

MIWEKO GmbH

Suntsu Electronics, USA

CompoTEK GmbH

SuperApex, USA

MEV Elektronik Service

Susumu, J

Endrich Bauelemente GmbH

Swedish Microwave, S

TACTRON ELEKTRONIK

Swissbit

Rutronik GmbH

Switchcraft Inc

Acal BFi Germany GmbH

Syfer Technology Ltd., GB

municom Vertriebs GmbH

Sylatech, UK

MIWEKO GmbH

Synergy Microwave, USA

EMCO Elektronik GmbH

SynQor, USA

Acal BFi Germany GmbH

Sysinno, TW

Karl Kruse GmbH & Co. KG

T

Tabor Electronics, ISR

bsw TestSystems & Consulting AG
Meilhaus Electronic GmbH

Tagore, USA

Richardson RFPD Germany

Taica, J

Infratron GmbH

Tai-Saw Technology, TW

Acal BFi Germany GmbH
coftech GmbH
RFMW Europe Ltd.

Taitien

Acal BFi Germany GmbH

Tallysman, USA

CompoTEK GmbH

Taoglas

coftech GmbH
Richardson RFPD Germany

TC Shielding, GB

Feuerherdt GmbH

TDK, J

Rutronik GmbH

TDK-Lambda Germany GmbH

HY-LINE Power Components

TE Connectivity, USA

MEV Elektronik Service

TEAC, J

Rutronik GmbH

Tech Power Group, D

pk components GmbH

Tegam, USA

AR Deutschland GmbH

TEKBOX, Vietnam

Meilhaus Electronic GmbH

Teleconnect

Rutronik GmbH

Teledyne Microwave Solutions, USA

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG
Nucletron Technologies GmbH

Teledyne Relays, USA

Richardson RFPD Germany

Teleorigin, POL

tekmodul GmbH

Telic

Rutronik GmbH

Telit Communications S.p.A, I

MC Technologies GmbH
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG
Round Solutions GmbH & Co. KG
Rutronik GmbH

Tellurian, USA

CompoTEK GmbH

Telops Imaging

Acal BFi Germany GmbH

Teltonika, Lit

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

Tempo Communications, USA

Laser 2000 GmbH

Temwell, TW

TACTRON ELEKTRONIK

Terapros, USA

bsw TestSystems & Consulting AG

TeraXion, CND

municom Vertriebs GmbH

Termexit, USA

KAMAKA Vertriebs GmbH

Terrasat, USA

Globes Elektronik GmbH & Co. KG
SatService GmbH

Testforce, CND

EMCO Elektronik GmbH

TEWA Temperature Sensors, POL

Acal BFi Germany GmbH

Thales

HY-LINE Communication Products

Thales/Gerac, F

AR Deutschland GmbH

Tianma Microelectronics, C

Rutronik GmbH

Tibbo Technology, TW

MEV Elektronik Service

Timelink Microsystems, F

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Times Microwave, USA

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

TMD Technologies Ltd., GB

EMCO Elektronik GmbH
Nucletron Technologies GmbH

Tomita

Acal BFi Germany GmbH

Top Display Optoelectronics Co. Ltd., C

ACTRON AG

Top Power Electronics Technology Ltd., C

KAMAKA Vertriebs GmbH

Topdiode, C

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Toplite, USA

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Toppower, C

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Toshiba, J

Acal BFi Germany GmbH
Rutronik GmbH

TOSIBOX OY, FIN

HY-LINE Communication Products

Total EMC Products Ltd., GB

germania elektronik GmbH

TPM-Sanyu Electric Inc, USA

Nucletron Technologies GmbH

Trak Europe, UK

RUPPtronik

Transcend

Karl Kruse GmbH & Co. KG
Rutronik GmbH

Transcom Instrumens, C

TACTRON ELEKTRONIK

TranscomTrek Inc

Acal BFi Germany GmbH

Transphorm, USA

HY-LINE Power Components

Trans-Techn, USA

MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

Trek Inc.

Acal BFi Germany GmbH

TriaSys Technologies, USA

TACTRON ELEKTRONIK

Trimble, USA

Globes Elektronik GmbH & Co. KG

TRM, USA

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

Trompeter

Acal BFi Germany GmbH

Truly Semiconductors Ltd., HK

ACTRON AG

Tru-Win Winchester Interconnect, USA

EMCO Elektronik GmbH

Tsingtek, C

Karl Kruse GmbH & Co. KG

TST Tai-Saw Technology Co. Ltd., TW

Endrich Bauelemente GmbH

TTe Filters, USA

TACTRON ELEKTRONIK

TTEurope, D

TACTRON ELEKTRONIK

TTi, UK

PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

TTM Technologies, USA

Richardson RFPD Germany

Tusonix, USA

ELECTRADE GmbH

Tyco CII Div., USA

Nucletron Technologies GmbH

Tyco Hartman Div., USA

Nucletron Technologies GmbH

Tyco Kilovac Div., USA
Nucletron Technologies GmbH

U

UBE, J
CompoTEK GmbH

UBiiK, KOR
tekmodul GmbH

UD Info
MEV Elektronik Service

Ultra Librarian, USA
FlowCAD

Ultratec, USA
Laser 2000 GmbH

Ultravolt, USA
EMTRON electronic GmbH

UMS, F
Richardson RFPD Germany

Unicore
Rutronik GmbH

Unicorn Computer, TW
MEV Elektronik Service

Unictron, TW
RFMW Europe Ltd.

Unisonic Technologies, TW
Karl Kruse GmbH & Co. KG

Universal Laser Systems Inc
Acal BFi Germany GmbH

UPowerTek, C
Neumüller Elektronik GmbH

URT
Rutronik GmbH

USI
Acal BFi Germany GmbH

UWBtech, KOR
Globes Elektronik GmbH & Co. KG

V

Variohm
Acal BFi Germany GmbH

Variotronic
Rutronik GmbH

Vectawave, UK
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

VectraWave, F
RUPPtronik

Vectron a Microchip Company, USA
municom Vertriebs GmbH

Velocity Microwave, USA
TACTRON ELEKTRONIK

Verre Industrie, F
eg-electronic GmbH

Via Technologies Inc, TW
Rutronik GmbH

ViaLite, GB
EMCO Elektronik GmbH

VIAVI Solutions AvComm, USA
EMCO Elektronik GmbH

VIAVI, USA
Laser 2000 GmbH

Viking Tech Corp., TW
Rutronik GmbH

Vincent Associates
Acal BFi Germany GmbH

Vincotech
Rutronik GmbH

Virginia Diodes, USA
bsw TestSystems & Consulting AG

Virtium, USA
MEV Elektronik Service

Vishay, USA
Rutronik GmbH

Viso Systems
Acal BFi Germany GmbH

Vitrohm, PT
Rutronik GmbH

Vivatechmmw, F
MIWEKO GmbH

Voltronics, USA
municom Vertriebs GmbH
RFMW Europe Ltd.

Vox Power Ltd., USA
MEV Elektronik Service

W

W.L.Gore, USA
bsw TestSystems & Consulting AG

w+p Products GmbH, D
eg-electronic GmbH
pk components GmbH

Wah Hing
Rutronik GmbH

Waka Manufacturing Co., J
Melatronik GmbH

Wakefield
Infratron GmbH

WantCom Inc., USA
Richardson RFPD Germany

Wattsense, F
m2m Germany GmbH

Wave Pro, TW
EMCO Elektronik GmbH

Wavecontrol, S
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

Wavelength Opto-Electronic
Acal BFi Germany GmbH

Wavepia, KOR
Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Waycon, C
Karl Kruse GmbH & Co. KG

WeEn Semiconductors
MEV Elektronik Service

Wei Bo Associates, HK
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

Weinschel Associates, USA
bsw TestSystems & Consulting AG
MIWEKO GmbH

Weipu, CN
MES Electronic Connect

Weller, D
pk components GmbH

Welwyn, UK
pk components GmbH

Wenzel Associates, Inc., USA
Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Weptech, D
HY-LINE Communication Products

Werlatone, USA
municom Vertriebs GmbH

Wevercomm, KOR
Industrial Electronics GmbH
mmt gmbh

Wieson Technologies, TW
Karl Kruse GmbH & Co. KG

WIMA GmbH & Co. KG, D
Rutronik GmbH

Winslow Adaptics, GB
KAMAKA Vertriebs GmbH

Winstar Display, TW
Karl Kruse GmbH & Co. KG

Wise Software Solutions Inc., USA
FlowCAD

WiseChip Inc., TW
ACTRON AG
MEV Elektronik Service

withwave, KOR
TACTRON ELEKTRONIK

Wiznet
Acal BFi Germany GmbH

Wolfsped, USA
MEV Elektronik Service
Richardson RFPD Germany

Work Microwave, D
EMCO Elektronik GmbH

X

XJTAG Ltd., UK
FlowCAD

XMA, USA
RFMW Europe Ltd.

X-Microwave, USA
Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Xmultiple, USA
EMC GmbH
Karl Kruse GmbH & Co. KG

XP Glassman, USA
AMS Technologies AG

XP Power, UK
MEV Elektronik Service

XSIS, USA
KAMAKA Vertriebs GmbH

XYSYTOR, USA
RFMW Europe Ltd.

Y

Yageo
Rutronik GmbH

Yantel Corp., C
Globes Elektronik GmbH & Co. KG

Yeebo Display Ltd., HK
ACTRON AG
Rutronik GmbH

YFC
Rutronik GmbH

Yitran
Acal BFi Germany GmbH

Yshield
PSE-Priggen Special Electronic

YuanQiang-Microwave, C
MIWEKO GmbH

Z

Z-Communications, USA
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

Zeasett, C
Karl Kruse GmbH & Co. KG

Zentel, TW
Rutronik GmbH

Zettler, D
MEV Elektronik Service

Zippy Technology Corp.
Acal BFi Germany GmbH

Zurich Med Tech, CH
MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

Zysen, c
MIWEKO GmbH

A

A-Switch GmbH

Justus-von-Liebig-Str. 2-14, 85435 Erding
Tel.: 08122/95885-88, **Fax:** 08122/95885-50
info@a-switch.de, www.a-switch.de



A.N. Solutions GmbH

Am Brauhaus 5, 01099 Dresden
Tel.: 0351/30900-194, **Fax:** 0351/30900-189
info@an-solutions.de, support@an-solutions.de
www.an-solutions.de



Aaronia AG

Dorfstraße 10a, 54597 Strickscheid
Tel.: 06556/900310, **Fax:** 06556/93034
mail@aaronia.de, www.aaronia.de



Acal BFi Germany GmbH

Oppelner Str. 5, 82194 Gröbenzell
Tel.: 08142/6520-0, **Fax:** 08142/6520-190
info-de@acalbfi.de, www.acalbfi.de
Verkaufsbüro:
 63128 Acal BFi Dietzenbach
Tel.: 06074/4098-0, **Fax:** -110

Actron AG

Justus-von-Liebig-Str. 2-14, 85435 Erding
Tel.: 08122/95885-0, **Fax:** 08122/95885-50
service@actron.de, www.actron.de



ALBATROSS PROJECTS GmbH

Daimlerstr. 17, 89564 Nattheim
Tel.: 07321/7305-0, **Fax:** 07321/7305-90
info@albatross-projects.com
www.albatross-projects.com

ALLICE Messtechnik GmbH

Kelsterbacher Str. 15-19, 60528 Frankfurt
Tel.: 069/67724583, **Fax:** 069/67724582
info@alice.de
www.alice.de, www.eminspector.de

HF-Einkaufsführer 2022/2023

Altair Engineering GmbH

Calwer Str. 7, 71034 Böblingen
Tel.: 07031/6208-0, **Fax:** 07031/6208-99
information@altair.de, www.altair.de

Althaus, Martin, Ingenieurbüro für Nachrichtentechnik

Peter-Grah-Str. 12, 58675 Hemer
Tel.: 02372/74877, **Fax:** 02372/12081
althaus@althaus-hemer.de
www.althaus-hemer.de

AMS Technologies AG

Fraunhoferstr. 22, 82152 Martinsried
Tel.: 089/89577-0, **Fax:** 089/89577-199
info@amstechnologies.com
www.amstechnologies.com



AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

Analog Devices GmbH

Otl-Aicher-Str. 60-64, 80807 München
Tel.: 089/7690-3500, **Fax:** 089/7690-3157
adi-germany@analog.com, www.analog.com



Anritsu GmbH

Konrad-Zuse-Platz 1, 81829 München
Tel.: 089/4423080
support.acde@anritsu.com, www.anritsu.com

API Technologies Corp., Spectrum Control GmbH

Hansastr. 4a, 91126 Schwabach
Tel.: 09122/795-0, **Fax:** 09122/795-58
gmbh@spectrumcontrol.com, www.apitech.com

apra-norm Elektromechanik GmbH

Bei der untersten Mühle 5, 54552 Mehren
Tel.: 06592/204-0, **Fax:** 06592/204-100
vertrieb@apra.de, www.apra.de



AR Deutschland GmbH

Theodor-Heuss-Str. 38, 61118 Bad Vilbel
Tel.: 06101/80270-0, **Fax:** 06101/80270-10
ardeinfo@arworld.us, ar-deutschland.com

AuCon GmbH

Hohenlindener Str. 1, 81677 München
Tel.: 089/9901638-0, **Fax:** 089/9901638-29
info@aucon.de, <https://www.gps-repeater.com>

AXTAL Consulting

Bernd Neubig Ingenieurbüro

Buchfinkenweg 8, 74931 Lobbach
Tel.: 06226/9719689, **Fax:** 06226/970133
 Labor MOS: Römerring 9, 74821 Mosbach
consult@axtal.com, www.axtal-consulting.com
Tel.: 06261/939834



AXTAL GmbH & Co. KG

Römerring 9, 74821 Mosbach
Tel.: 06261/9398-34, **Fax:** 06261/9398-36
contact@axtal.com, www.axtal.com

B



bda connectivity GmbH

Herborner Str. 61a, 35614 Asslar
Tel.: 06441/38452-0, **Fax:** 06441/38452-99
info@bda-c.com, <https://bda-connectivity.com>

Becker Nachrichtentechnik GmbH

Kapellenweg 3, 53567 Asbach
Tel.: 02683/9435281, **Fax:** 02683/938167
info@becker-rf.com, www.becker-rf.com

BKL-Electronic Kreimendahl GmbH

Märkenstück 14, 58509 Lüdenscheld
Tel.: 02351/36210, **Fax:** 02351/362129
info@bkl-electronic.de, www.bkl-electronic.de

Börsig GmbH Electronic-Distributor

Siegmund-Loewe-Str. 5, 74172 Neckarsulm
Tel.: 07132/9393-0
info@boersig.com, www.boersig.com
Verkaufsbüros nach PLZ:
 09599 Freiberg, Börsig Vertriebsbüro Sachsen
Tel.: 03731/2001-0
 59494 Soest, Börsig Vertriebsbüro Nord
Tel.: 02921/59071-0
 A-1200 Wien, Börsig Austria GmbH,
 0043/1/2057760094

Bonn Elektronik GmbH

Ohmstr. 11, 83607 Holzirchen
Tel.: 08024/60883-0, **Fax:** 08024/60883-10
info@bonn-elektronik.com
www.bonn-elektronik.com

Bopla Gehäuse Systeme GmbH

Borsigstr. 17-25, 32257 Bünde
Tel.: 05223/969-0, **Fax:** 05223/969-100
info@bopla.de, www.bopla.de
Verkaufsbüros nach PLZ:
 01-06, 083, 09-16, 39, René Albertus
Tel.: 0173/7276021

17-25, 27-29, Jürgen Stapelfeld
Tel.: 0173/7276470
 26, 33, 44-45, 48-49, 59, Rainer Nottberg
Tel.: 0173/7276479
 30-32, 34, 36-38, 99, Ralf Massmann
Tel.: 0173/7276464
 40-42, 46, 47, 50-52, 58, Thomas Geißler
Tel.: 0173/7276480
 35, 53-57, 60-69, 76, Matthias Edinger
Tel.: 0173/7276463
 70-73, 75, 77-79, Igor Stadler
Tel.: 0173/7276462
 80-89, 94, Sven Rocca
Tel.: 0173/7276460
 07-082, 084-089, 74, 90-93, 95-98,
 Robert Waldau
Tel.: 0173/7276466

bsw TestSystems & Consulting AG

Rudolf-Diesel-Str. 36, 71154 Nufringen
Tel.: 07032/89593-1, **Fax:** 07032/89593-18
 info@bsw-ag.com, www.bsw-ag.com

C

CBF electronics Vertriebs GmbH

Alte Poststr. 48, 85595 Baldham
Tel.: 08106/32031, **Fax:** 08106/8276
 info@cbf-electronics.de, www.cbf-electronics.de

CE-LAB

Prüfzentrum

CE-LAB GmbH

Am Hammergrund 1, 98693 Ilmenau
Tel.: 03677/6479-80, **Fax:** 03677/6479-89
 info@ce-lab.de, www.ce-lab.de

CEcert GmbH

Alter Holzhafen 19a, 23966 Wismar
Tel.: 03841/303050
 info@cecert.de, www.cecert.de

CHAUVIN ARNOUX

Chauvin Arnoux GmbH

Ohmstr. 1, 77694 Kehl/Rhein
Tel.: 07851/9926-0, **Fax:** 07851/9926-60
 info@chauvin-arnoux.de
 www.chauvin-arnoux.de

Cicor Group

Gebenlostr. 15, CH - 9552 Bronschhofen
Tel.: 0041/71/91373-00, **Fax:** 0041/71/91373-01
 info@cicor.com, www.cicor.com

CIRCUIT DESIGN GmbH

Circuit Design GmbH

Schleißheimer Str. 263, 80809 München
Tel.: 089/358283-60, **Fax:** 089/358283-66
 info@circuitdesign.de, www.circuitdesign.de



coftech GmbH

Heinrich-Held-Str. 33, 45133 Essen
Tel.: 0201/87225-74, **Fax:** 0201/87225-55
 dietz@coftech.de, www.coftech.de



CompoTEK

CompoTEK GmbH

Lindwurmstr. 97a, 80337 München
Tel.: 089/544323-0, **Fax:** 089/5356-21
 th@compotek.de, www.compotek.de



Aktive Schwingungsdämpfung • Die Kunst des Messens • Physik im Gebrauch

CONRADT Mess- und Regeltechnik

Lindenweg 2, 78476 Allensbach
Tel.: 07533/9766-0, **Fax:** 07533/9766-1
 info@conradt.com, www.conradt.com



CTC advanced GmbH

Untertürkheimer Str. 6-10, 66117 Saarbrücken
Tel.: 0681/598-0, **Fax:** 0681/598-9075
 mail@ctcadvanced.com, www.ctcadvanced.com

D

dataTec AG

Ferdinand-Lassalle-Str. 52, 72770 Reutlingen
Tel.: 07121/5150-50, **Fax:** 07121/5150-10
 info@datatec.eu, www.datatec.eu

Deutsche Gesellschaft für EMV-Technologie e.V.

Weidenstr. 2, 48683 Ahaus
Tel.: 02561/699112, **Fax:** 02561/56699112
 info@demvt.de, www.demvt.de



Digital Electronic Siegfried Lehrer GmbH

Rudolf-Wanzl-Str. 3+5, 89340 Leipheim
Pf.: 1280, **Pf.PLZ:** 89337 Leipheim
Tel.: 08221/7080, **Fax:** 08221/70880
 digital@digitallehrer.de, www.digitallehrer.de

Dold, E. & Söhne GmbH & Co. KG

Bregstr. 18, 78120 Furtwangen
Pf.: 1251, **Pf.PLZ:** 78114
Tel.: 07723/6540, **Fax:** 07723/654356
 gv@dold.com
 www.dold.com, www.dold-blech.com
Verkaufsbüros:
 siehe www.dold.com

Draka

A Brand of Prysmian Group

Draka Comteq Germany GmbH & Co. KG

Piccoloministr. 2, 51063 Köln
Tel.: 0221/677-0
 multimedia@prysmiangroup.com
 www.draka-cable.com

E

eesy-ic GmbH

Frauenweiherstr. 15, 91058 Erlangen
Tel.: 09131/682130, **Fax:** 09131/68213760
 info@eesy-ic.com, www.eesy-ic.com

eg-electronic GmbH

Bürgermeister-Seidl-Str. 8
 82515 Wolfratshausen
Tel.: 08171/81879-0, **Fax:** 08171/81879-16
 info@eg-electronic.de, www.eg-electronic.de

EICHHOFF Kondensatoren GmbH

Heidgraben 4, 36110 Schlitz
Tel.: 06642/8010, **Fax:** 06642/801165
 sales@eichhoff.de, www.eichhoff.de

EISENLOHR Industrie-Elektronik

Lehenstr. 29, 70180 Stuttgart
Tel.: 0711/6074070
 kontakt@eisenlohr.de, www.eisenlohr.de

ELATEC

RFID Systems

ELATEC GmbH

Zeppelinstr. 1, 82178 Puchheim
Tel.: 089/5529961-0, **Fax:** 089/5529961-129
 info-rfid@elatec.com, www.elatec.com



Electrade GmbH

Lochhamer Schlag 10b, 82166 Gräfelfing
Pf.: 1743, **Pf.PLZ:** 82159
Tel.: 089/8981050, **Fax:** 089/8544922
anfrage@electrade.com, www.electrade.com

Electro Rent Deutschland GmbH

Borsigstr. 11, 64291 Darmstadt
Tel.: 06151/36041-0, **Fax:** 06151/36041-18
germany@electrorent.com
www.electrorent.com/de

Element Materials Technology Straubing GmbH

Gustav-Hertz-Str. 35, 94315 Straubing
Tel.: 09421/56868-0, **Fax:** 09421/56868-100
info.straubing@element.com, <https://www.element.com/de/standorte/europa/straubing>

Element Metech GmbH

Hans-Böckler-Ring 9, 22851 Norderstedt
Tel.: 040/529561-0, **Fax:** 040/529561-10
vertrieb@element.com
<https://elementmetech.com/de>
Verkaufsbüros nach PLZ:
 16761, Element-Metech Berlin, 03302/894428
 28309, Element-Metech Bremen, 0421/4573854
 69168, Element-Metech KDK Wiesloch, 06222/30538-0



Elix-St. GmbH

Geisinger Weg 39, 70439 Stuttgart
Tel.: 0711/81041664, **Fax:** 0711/81041667
info@elix-st.de, www.elix-st.de



ELMAC GmbH

Boschstr. 2, 71149 Bondorf
Tel.: 07457/9441-0
elmac.alg@elmac.de, www.elmac.de

EMC

electro mechanical components GmbH

Deningerstr. 4a, 65510 Idstein
Pf.: 1160, **Pf.PLZ:** 65501
Tel.: 06126/9395-0, **Fax:** 06126/9395-72
info@emc.de, www.emc.de

EMC Partner AG

Baselstr. 160, CH-4242 Laufen
Tel.: 0041/61/7752030, **Fax:** 0041/61/7752059
sales@emc-partner.ch, www.emc-partner.com
Verkaufsbüros:
 58649, H+H High Voltage Technology GmbH

Tel.: 02371/785311
 A-1040, MEM - Mechanic & Electronic Measurement
Tel.: 0043/19434254

EMC Test NRW GmbH electromagnetic compatibility

Emil-Figge-Str. 76, 44227 Dortmund
Tel.: 0231/99967-850, **Fax:** 0231/99967-855
service@emc-test.de, www.emc-test.de

EMCC DR. RASEK

Boelwiese 8, 91320 Ebermannstadt
Tel.: 09194/7262-0, **Fax:** 09194/7262-199
info@emcc.de, www.emcc.de



ELEKTRONIK GMBH

EMCO Elektronik GmbH

Fraunhoferstr. 14, 82152 Planegg
Tel.: 089/8955650, **Fax:** 089/89556510
info@emco-elektronik.de
www.emco-elektronik.de

EMI-tec

Elektronische Materialien GmbH

Motzener Str. 17, 12277 Berlin
Tel.: 030/723949-0, **Fax:** 030/723949-19
info@emi-tec.de, www.emi-tec.de

EMTRON electronic GmbH

Lise-Meitner-Str. 3, 64560 Riedstadt
Tel.: 06158/82850, **Fax:** 06158/8285-155
info@emtron.de, www.emtron.de

emv Service GmbH

Ohmstr. 11, 83607 Holzkirchen
Tel.: 08024/47008-0, **Fax:** 08024/47008-10
info@emv-service.com, www.emv-service.com



components of life

Endrich Bauelemente Vertriebs GmbH

Hauptstr. 56, 72202 Nagold
Pf.: 1251, **Pf.PLZ:** 72192
Tel.: 07452/6007-0, **Fax:** 07452/6007-70
endrich@endrich.com, www.endrich.com



ERM-Mikrowellentechnik

Pirchingerstr. 22, 81929 München
Tel.: 089/945481-0, **Fax:** 089/945481-29
erm.renz@t-online.de

Dr. Eschke Elektronik

Eschke, Dr. Elektronik GmbH

Wolfener Straße 32-34 Haus J, 12681 Berlin
Tel.: 030/56701669, **Fax:** 030/56701689
info@dr-eschke.de, www.dr-eschke.de



SHIELDING TECHNOLOGY

EUKATEC Europe GmbH

Alsweder Landstr. 10, 32339 Espelkamp
Tel.: 05743/93193-0, **Fax:** 05743/93193-09
info@eukatec.com, www.eukatec.com

Euro EMC Service (EES) Dr. Hansen Consulting

Bahnhofstr. 39, CH - 8965 Berikon
Pf.: 84, CH - 8965 Berikon
Tel.: + **Fax:** 0041/566337381
euro.emc.service@swissonline.ch
www.euro-emc-service.com

eviron GmbH

Robert-Bosch-Str. 32, 74081 Heilbronn
Tel.: 07131/8987272, **Fax:** 07131/8871119
info@eviron.de, www.eviron.de

F

Feuerherdt GmbH

Motzener Str. 26b, 12277 Berlin
Tel.: 030/7109645-50, **Fax:** 030/7109645-99
emc@feuerherdt.de, www.feuerherdt.de

FIBEROPTIC-SOLUTION GmbH & Co. KG

Carl-Zeiss-Str. 1, 63755 Alzenau
Tel.: 06023/9175350, **Fax:** 06023/9175365
info@fiberoptic-solution.de
www.fiberoptic-solution.de

Fischer Connectors GmbH

Georg-Wimmer-Ring 10, 85604 Zorneding
Tel.: 08106/37722-0, **Fax:** 08106/37722-199
mail@fischerconnectors.de
www.fischerconnectors.de



kühlen schützen verbinden

Fischer Elektronik GmbH & Co. KG

Nottebohmstr. 28, 58511 Lüdenscheid
Pf.: 1590, **Pf.PLZ:** 58465
Tel.: 02351/4350, **Fax:** 02351/45754

info@fischerelektronik.de
www.fischerelektronik.de
Verkaufsbüros nach PLZ:
09120, Konrad Wittig
Tel.: 0371/210859, **Fax:** /2362710
12249, Welzer Industrievertretungen
Tel.: 030/66799990, **Fax:** /6051065
28197, Dietmar Borschewski
Tel.: 0421/79308876, **Fax:** /98504988
58511, Frank Gerzen
Tel.: 02351/3798649, **Fax:** /3798157
90542, Rudolf Weber
Tel.: 09126/29595-92, **Fax:** -91

FlowCAD

Mozartstr. 2, 85622 Feldkirchen
Tel.: 089/45637-770, **Fax:** 089/45637-790
info@flowcad.de, www.flowcad.de
Vertretung:
CH-5506 Mägenwil, FlowCAD Schweiz AG.
Tel.: 0041/56/48591-91, **Fax:** -95

foxbblue electronics

Lehenstr. 29, 70180 Stuttgart
Tel.: 0711/66487400
foxbblue@gmx.de, www.foxbblue.de

Freicomp GmbH

Gewerbestr. 11, 79285 Ebringen
Tel.: 07664/61944-0, **Fax:** 07664/61944-88
www.freicomp.com

G



GAC Technical Service & Logistik GmbH

Rudolf-Wanzl-Str. 5, 89340 Leipheim
Tel.: 08221/7080, **Fax:** 08221/70880
gac@digitallehrer.de



GAUSS INSTRUMENTS International GmbH

Messerschmittstr. 4, 80992 München
Tel.: 089/54046990, **Fax:** 089/540469929
info@tdemi.com, www.gauss-instruments.com



germania elektronik Ges. f. Umwelttechnik und Elektronik mbH, Hamburg

Gutenbergring 41, 22848 Norderstedt
Tel.: 040/593558-0, **Fax:** 040/593558-29
info@germania-elektronik.de
www.germania-elektronik.de

GEYER electronic GmbH

Behringstr. 6, 82152 Planegg
Tel.: 089/546868-0, **Fax:** 089/546868-90
info@geyer-electronic.de
www.geyer-electronic.de



Globes Elektronik GmbH + Co.KG - a milexia company -

Berliner Platz 12, 74072 Heilbronn
Tel.: 07131/7810-0, **Fax:** 07131/7810-20
hf-welt@globes.de
www.globes.de, www.milexia.com
Verkaufsbüros nach PLZ:
22453 Norderstedt, Globes Elektronik
Tel.: 040/514817-0, **Fax:** -20
82110 Germering, Globes Elektronik
Tel.: 089/894606-0, **Fax:** -20

Graefe Hochfrequenztechnik Dipl.-Ing. Kurt Graefe

Blütenallee 4, 64291 Darmstadt
Tel.: 06151/47403
mail@graefe-hochfrequenz.de
www.graefe-hochfrequenz.de

H

H+H High Voltage Technology GmbH

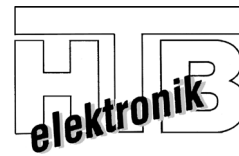
Im kurzen Busch 15, 58640 Iserlohn
Tel.: 02371/7853-0
info@hundh-mk.com, www.hundh-mk.com

Heuermann HF-Technik GmbH

Auf dem Anger 29, 52076 Aachen
Tel.: 02408/9379019, **Fax:** 02408/9379952
heuermann@hhft.de, www.hhft.de

HIROSE Electric Europe B.V.

Nordostpark 25, 90411 Nürnberg
Tel.: 0911/131338-47
eu.info.3d@hirose-gl.com, www.hirose.com/eu



HTB Elektronik

Im Gewerbepark 11, 27619 Schifffdorf
Tel.: 04706/750100, **Fax:** 04706/750103
info@htb-elektronik.com
www.htb-elektronik.com



HY-Line Communication Products Vertriebs GmbH

Inselkammerstr. 10, 82008 Unterhaching
Pf.: 1222, **Pf.PLZ:** 82002
Tel.: 089/61450360, **Fax:** 089/6140960
communication@hy-line.de
www.hy-line.de/wireless



HY-LINE Power Components Vertriebs GmbH

Inselkammerstr. 10, 82008 Unterhaching
Tel.: 089/614503-10, **Fax:** 089/614503-20
power@hy-line.de, www.hy-line.de
Verkaufsbüros nach PLZ:
Vertriebsbüro Berlin
Tel.: 089/614503231, **Fax:** 030/64958313
Vertriebsbüro Dortmund
Tel.: 089/614503-230, **Fax:** -20
Vertriebsbüro Frankfurt
Tel.: 089/614503-564, **Fax:** -20
Vertriebsbüro Stuttgart
Tel.: 089/614503-532, **Fax:** -20
Vertriebsbüro Nürnberg
Tel.: 09171/9893-10, **Fax:** -11
CH - 8247, Niederlassung Schweiz
Tel.: 0041/526474-200, **Fax:** -201

I

IDTRONIC GmbH

Ludwig-Reichling-Str. 4, 67059 Ludwigshafen
Tel.: 0621/66900940, **Fax:** 0621/66900949
info@idtronic.de, www.idtronic-rfid.com



IK Elektronik GmbH

Friedrichsgrüner Str. 11-13
08262 Muldenhammer
Tel.: 037465/4092-0, Fax: 037465/4092-100
info@ik-elektronik.com, www.ik-elektronik.de



IMST GmbH

Carl-Friedrich-Gauß-Str. 2-4
47475 Kamp-Lintfort
Tel.: 02842/981-0, Fax: 02842/981-199
marketing@imst.de, www.imst.de



Industrial Electronics GmbH

Rudolf-Diesel-Str. 2a, 65719 Hofheim-Wallau
Tel.: 06122/72660-0, Fax: 06122/72660-29
info@ie4u.de, www.ie4u.de



Infracor GmbH

Am Schnepfenweg 34, 80993 München
Tel.: 089/158126-0, Fax: 089/1507463
info@infracor.de
www.infracor.de, www.emv-support.de

INGUN Prüfmittelbau GmbH

Max-Stromeyer-Str. 162, 78467 Konstanz
Tel.: 07531/8105-0, Fax: 07531/8105-65
info@ingun.com, www.ingun.com

Innovationszentrum für Telekommunikationstechnik GmbH IZT

Am Weichselgarten 5, 91058 Erlangen
Tel.: 09131/9162-0, Fax: 09131/9162-190
sales@izt-labs.de, www.izt-labs.de

InSoft Uwe Flick

Reenerland 3, 51674 Wiehl
Tel.: 02262/752786-0, Fax: 02262/752786-5
insoft.mh@t-online.de, www.fiber-shop.de

J

Jauch Quartz GmbH

In der Lache 24, 78056 Villingen-Schwenningen
Tel.: 07720/945-0
info@jauch.com, www.jauch.com



JENJAAN QUARTEK CORPORATION

Taiwan
jenjaan@jenjaan.com.tw, www.nsk.com.tw
Vertriebsbüro:
RESONAL
Tel.: 06222/3056-59, Fax: -64
sales@resonal.com

K



KAMAKA Electronic Bauelemente Vertriebs GmbH

Ulmer Str. 130, 73431 Aalen
Tel.: 07361/9662-0, Fax: 07361/9662-29
info@kamaka.de, www.kamaka.de
Vertriebsbüro:
Nord, 25335 Elmshorn, KAMAKA GmbH
Tel.: 04121/463-900, Fax: -901

Karl Kruse GmbH & Co. KG

Schirmerstr. 59, 40211 Düsseldorf
Tel.: 0211/27403530, Fax: 0211/27403533
info@kruse.de, www.kruse.de
Verkaufsbüro:
Karl Kruse Berlin
Tel.: 030/84317-224, Fax: -159

key-electronic Kreimendahl GmbH

Märkenstück 14, 58509 Lüdenscheid
Tel.: 02351/3621-50, Fax: 02351/3621-59
info@key-electronic.de, www.key-electronic.de

Keysight Technologies Deutschland GmbH

Herrenberger Str. 130, 71034 Böblingen
Tel.: 07031/4646333, Fax: 07031/4646336
contactcenter_germany@keysight.com
www.keysight.de

KRIWAN Testzentrum GmbH

Teslastr. 2, 74670 Forchtenberg
Tel.: 07947/9150-0, Fax: 07947/9150-50
www.kriwan-testzentrum.com

Kuhne electronic GmbH

Scheibenacker 3, 95180 Berg
Tel.: 09293/800-640, Fax: 09293/800-6420
info@kuhne-electronic.de
www.kuhne-electronic.de



Quartz Crystal Technology GmbH

KVG Quartz Crystal Technology GmbH

Waibstadter Str. 2-4, 74924 Neckarbischofsheim
Tel.: 07263/648-0, Fax: 07263/6196
info@kvg-gmbh.de, www.kvg-gmbh.de

L



Lange-Electronic GmbH

Rudolf-Diesel-Str. 29a, 82216 Gernlinden
Tel.: 08142/284582-0, Fax: 08142/284582-2
info@lange-electronic.com
www.lange-electronic.com



Langer EMV-Technik GmbH

Nöthnitzer Hang 31, 01728 Bannewitz
Tel.: 0351/430093-0, Fax: 0351/430093-22
mail@langer-emv.de, www.langer-emv.de

Laser 2000 GmbH

Argelsrieder Feld 14, 82234 Wessling
Tel.: 08153/405-0, Fax: 08153/405-33
info@laser2000.de, www.laser2000.de

Laser Components Germany GmbH

Werner-von-Siemens-Str. 15, 82140 Olching
Tel.: 08142/2864-0, Fax: 08142/2864-11
info@lasercomponents.com
www.lasercomponents.com

M



m2m Germany GmbH

Am Kappengraben 18-20, 61273 Wehrheim
Tel.: 06081/58738-60, **Fax:** 06081/58738-69
info@m2mgermany.de, www.m2mgermany.de



MC Technologies GmbH

Kabelkamp 2, 30179 Hannover
Tel.: 0511/676999-0
info@mc-technologies.net
www.mc-technologies.net



Meilhaus Electronic GmbH

Am Sonnenlicht 2, 82239 Alling bei München
Tel.: 08141/5271-0, **Fax:** 08141/5271-129
sales@meilhaus.de, www.meilhaus.de



Melatronik Nachrichtentechnik GmbH

Robert-Bosch-Str. 18, 85716 Unterschleißheim
Tel.: 089/321076, **Fax:** 089/32107810
info@melatronik.de, www.melatronik.de



MES Electronic Connect GmbH & Co. KG

In der Lache 2-4, 78056 VS-Schwenningen
Tel.: 07720/945200
info@mes-electronic.de, www.mes-electronic.de
Verkaufsbüro:
 13053 MES Verkaufsbüro Berlin
Tel.: 030/6832331-50



MEV Elektronik Service GmbH

Nordel 5A, 49176 Hilter a.T.W
Tel.: 05424/2340-0, **Fax:** 05424/2340-40
info@mev-elektronik.com
www.mev-elektronik.com
Verkaufsbüros nach PLZ:
 57392, MEV Elektronik, Herr Frisse
Tel.: 02974/8334-87
 72401, MEV Elektronik, Herr Braun
Tel.: 0747/957956
 85221, MEV Elektronik, Herr Jahn
Tel.: 08131/33367-30
 87527, MEV Elektronik, Herr Munk
Tel.: 08321/61839-55
 95213, MEV Elektronik, Herr Dietel
Tel.: 09251/4372417



Mician GmbH

Schlachte 21, 28195 Bremen
Tel.: 0421/168993-51, **Fax:** 0421/168993-52
sales@mician.com, www.mician.com



MICROCHIP TECHNOLOGY GmbH

Parking 32, 85748 Garching
Tel.: 089/627144-0, **Fax:** 089/627144-44
www.microchip.com
Verkaufsbüros nach PLZ:
 42781 Haan, Microchip
Tel.: 02129/376-6, **Fax:** -6499
 76131 Karlsruhe, Microchip
Tel.: 0721/62537-0, **Fax:** -119
 75179 Pforzheim, Microchip
Tel.: 07231/42475-0, **Fax:** -99



Mitsubishi Electric Europe B.V. Semiconductor European Business Group

Mitsubishi-Electric-Platz 1, 40882 Ratingen
Tel.: 02102/486-0, **Fax:** 02102/486-4140
semis.info@meg.mee.com
www.mitsubishichips.eu



MIWEKO Mikrowellen- und Hochfrequenz GmbH

Firmensitz: Breslauer Str. 14, 83052 Bruckmühl
 Vertrieb: Münchener Str. 32, 86949 Windach
Tel.: 08193/939290, **Fax:** 08193/9392999
info@miweko.de, www.miweko.de



mmt gmbh Meffert Microwave Technology

Im Kohlgarten 14, 56414 Steinefrenz
Tel.: 06435/3039820, **Fax:** 06435/5448255
sales@meffert-mt.de, www.meffert-mt.de



MRC Gigacomp GmbH & Co. KG

Bahnhofstr. 1, 85354 Freising
Tel.: 08161/9848-0, **Fax:** 08161/9848-20
info@mrc-gigacomp.de, www.mrc-gigacomp.de
Zweigstellen:
 83043 Bad Aibling, MRC Gigacomp
Tel.: 089/41615994-0, **Fax:** -5
 CH - 3065 Bollingen, Gigacomp AG
Tel.: 0041/31/86844-55, **Fax:** -50

MTC Micro Tech Components GmbH

Hausener Str. 9, 89407 Dillingen
Tel.: 09071/7945-0, **Fax:** 09071/7945-20
info@mtc.de, www.mtc.de



MTS Systemtechnik GmbH

Gewerbepark Ost 8, 86690 Mertingen
Tel.: 09078/91294-0, **Fax:** 09078/91294-70
info@mts-systemtechnik.de
www.mts-systemtechnik.de

Mühlhaus, Dr. Consulting & Software GmbH

Drosselweg 11, 58455 Witten
Tel.: 02302/1852937
info@muehlhaus.com, www.muehlhaus.com



municom Vertriebs GmbH

Fuchsgrube 4, 83278 Traunstein
Tel.: 0861/16677-99, **Fax:** 0861/16677-88
info@municom.de, www.municom.de

MW Components GmbH

Weißenfeller Str. 67, 04229 Leipzig
Tel.: 0341/49726-10, **Fax:** 0341/49726-22
sales@hf-sensor.de, www.rf-components.de

N

Narda Safety Test Solutions GmbH

Sandwiesenstr. 7, 72793 Pfullingen
Tel.: 07121/9732-0, **Fax:** 07121/9732-790
info@narda-sts.com, www.narda-sts.com



Expertise in components

Neosid Pemetzrieder GmbH & Co. KG

Langenscheid 26-30, 58553 Halver
Tel.: 02353/710, **Fax:** 02353/7154
info@neosid.de, www.neosid.de
Verkaufsbüros nach PLZ:
 70197,
 Industria Oberländer Ingenieur GmbH & Co. KG,
Tel.: 0711/64553-0, **Fax:** -12

Neumüller Elektronik GmbH

Gewerbegebiet Ost 7, 91085 Weisendorf
Tel.: 09135/73666-0, **Fax:** 09135/73666-0
info@neumueller.com, www.neumueller.com
Verkaufsbüros nach PLZ:
 22926, Neumüller Elektronik GmbH
Tel.: 04102/66601-0, **Fax:** -66

NKL GmbH

Birkichstr. 15, 74549 Wolpertshausen
Tel.: 07904/9781-0, **Fax:** 07094/9781-50
info@nkl-emv.de, www.nkl-emv.de



novotronic Signalverarbeitung und Systemtechnik GmbH

Bäumenheimer Str. 3, 86690 Mertingen
Tel.: 09078/9695-94
sales@novotronic.com, www.novotronic.com

Nucletron Technologies GmbH

Gärtnerstr. 60, 80992 München
Pf.: 500180, **Pf.PLZ:** 80971
Tel.: 089/149002-0, **Fax:** 089/149002-11
info@nucletron.de, www.nucletron.de

NXP Semiconductors Germany GmbH

Schatzbogen 7, 81829 München
Tel.: 089/92103-0, **Fax:** 089/92103-101
www.nxp.com/rf

O



GEHÄUSE
SYSTEME

OKW Odenwälder Kunststoffwerke Gehäusesysteme GmbH

Friedrich-List-Str. 3, 74722 Buchen
Tel.: 06281/404-00, **Fax:** 06281/404-144
info@okw.com, www.okw.com

P



PETERMANN-TECHNIK GmbH

Lechwiesenstr. 13, 86899 Landsberg am Lech
Tel.: 08191/305395, **Fax:** 08191/305397
info@petermann-technik.de
www.petermann-technik.de

Pflitsch GmbH & Co. KG

Ernst-Pflitsch-Str. 1, 42499 Hückeswagen
Tel.: 02192/911-0, **Fax:** 02192/911-220
info@pflitsch.de, www.pflitsch.de
Verkaufsbüros nach PLZ:
 Berlin, Brandenburg, Meck.-Pom.,
 Pflitsch GmbH & Co. KG, Stefan Albius
Tel.: 02192/911-105, **Fax:** -221
 42489, Wagner GmbH
Tel.: 02058/782800-0, **Fax:** -49
 60326, Ingenieurbüro Stapf GmbH
Tel.: 069/153004-0, **Fax:** /5962287
 28816, TIV GmbH
Tel.: 0421/56522-0, **Fax:** -55
 06493, Ing.büro Dr.-Ing. Klaus Zimmermann
Tel.: 039484/6364, **Fax:** /6319
 90530, Kilian & Gans GmbH & Co. KG
Tel.: 09129/90710-0, **Fax:** -10

PHOENIX CONTACT

Connector Technology GmbH

Heisenbergstr. 1, 71083 Herrenberg
Tel.: 07032/9274-0, **Fax:** 07032/9274-330
info.ct@phoenixcontact.com
www.phoenixcontact.com

Pickering Interfaces GmbH

Johann-Karg-Str. 30, 85540 Haar
Tel.: 089/125953160, **Fax:** 089/125953189
desales@pickeringtest.com
www.pickering-group.com



pk components GmbH

Wilhelm-Maisel-Str. 26, 90530 Wendelstein
Pf.: 1024, **Pf.PLZ:** 90524
Tel.: 09129/4058-0, **Fax:** 09129/4058-159
info@pk-components.de
www.pk-components.de
Verkaufsbüros nach PLZ:
 10623, pk components Berlin
Tel.: 030/787998-316, **Fax:** -359
 38112, pk components Braunschweig
Tel.: 0531/180525-616, **Fax:** -659
 45257, pk components Essen
Tel.: 0201/84805-416, **Fax:** -459
 73614, pk components Stuttgart
Tel.: 07181/99445-516, **Fax:** -559
 90530, pk components Nürnberg
Tel.: 09129/4058-216, **Fax:** -259



Polytec GmbH

Polytec-Platz 1-7, 76337 Waldbronn
Tel.: 07243/604-0, **Fax:** 07243/69944
info@polytec.de, www.polytec.de
Verkaufsbüro:
 12489, Polytec GmbH, Vertriebsbüro Berlin
Tel.: 030/6392-5140, **Fax:** -5141



PRO NOVA ELEKTRONIK GmbH

Hindenburgstr. 58, 71638 Ludwigsburg
Tel.: 07141/2858-20, **Fax:** 07141/2858-29
info@pn-com.de, www.pn-com.de

PSE Priggen Special Electronic

Sellen 102a, 48565 Steinfurt
Tel.: 02551/5770, **Fax:** 02551/82422
priggen@priggen.com, www.priggen.com

Q



QuartzCom AG

Bühlstr. 15, CH-2540 Grenchen
Tel.: 0041/32/6442400, **Fax:** 0041/32/6442405
sales@quartzcom.com, www.quartzcom.com
Verkaufsbüro:
 45133 Essen, coftech GmbH
Tel.: 0201/87225-71, **Fax:** -55

Quarztechnik Daun GmbH

Alte Darscheider Str. 15, 54550 Daun
Tel.: 06592/92070, **Fax:** 06592/7670
info@quarztechnik.com, www.quarztechnik.com

Quintenz Hybridtechnik GmbH

Eichenstr. 15, 82061 Neuried
Tel.: 089/75940920, **Fax:** 089/7592545
info@quintenz.de, www.quintenz.de

R



RADIALL GmbH

Carl-Zeiss-Str. 10, 63322 Rödermark
Tel.: 06074/9107-0, **Fax:** 06074/9107-10
info@radiall.com, www.radiall.com

Radio Frequency Systems GmbH

Kabelkamp 20, 30179 Hannover
Tel.: 0511/67655-0, **Fax:** 0511/67655-118
sales.europe@rfsworld.com, www.rfsworld.com

Ratioplast Electronics, H. Wiedemann GmbH

Jockweg 66, 32312 Lübbecke
Tel.: 05741/23661-0, **Fax:** 05741/23661-20
info@ratioplast.de, www.ratioplast.de
Verkaufsbüros nach PLZ:
 47807, Cis electronic
Tel.: 02151/3787-0, **Fax:** -11
 74081, Elektronik-Kontor
Tel.: 07131/5929-0, **Fax:** -13
 85232, Jit electronic GmbH
Tel.: 08131/3811-0, **Fax:** -50
 86889, CS-Connectors GmbH
Tel.: 08191/98595-0, **Fax:** -55
 90530, PK Components GmbH
Tel.: 09129/4058-0, **Fax:** -25

REINHARDT

System- und Messelectronic GmbH

Bergstr. 33, 86911 Diessen-Obermühlhausen
Tel.: 08196/934100, **Fax:** 08196/7005
info@reinhardt-testsystem.de
www.reinhardt-testsystem.de

— www.rfconsult.com —

RF Consult GmbH

Am Gasteig 3, 83737 Irschenberg
Tel.: 08025/99-5000, **Fax:** 08025/99-5040
contact@rfconsult.com, www.rfconsult.com



RF-Lambda Europe GmbH

Eisenstr. 2-4, 65428 Rüsselsheim
Tel.: 069/153293940
sales@rflambda.eu, www.rflambda.eu



RFMW Europe Ltd.

Hechtseest. 16, 83022 Rosenheim
Tel.: 08031/7969241
sales@rfmw.de, www.rfmw.com



Richardson RFPD Germany GmbH

Eisenheimer Str. 1, 80687 München
Tel.: 089/93099-550
rfpdsales@richardsonrfpd.com
www.richardsonrfpd.com



Rigol Technologies EU GmbH

Carl-Benz-Str. 11, 82205 Gilching
Tel.: 08105/27292-0
info-europe@rigol.com, www.rigol.eu

Rittmann HF-Technik

Enthalde 5, 75180 Pforzheim
Tel.: 07231/73265
kontakt@rittman-hf-technik.de
www.rittman-hf-technik.de



ROHDE & SCHWARZ

Make ideas real

Rohde & Schwarz GmbH & Co.KG

Mühlendorfstr. 15, 81671 München
Tel.: 089/4129-12345
CustomerSupport@rohde-schwarz.com
www.rohde-schwarz.com

Rosenberger

Rosenberger Hochfrequenztechnik GmbH & Co. KG

Hauptstr. 1, 83413 Fridolfing
Tel.: 08684/18-0, **Fax:** 08684/18-1499
info@rosenberger.com, www.rosenberger.com
 Sales offices DL und weltweit unter:
www.rosenberger.com



RUPPtronik

Breslauer Str. 14, 83052 Bruckmühl
Tel.: 08062/8096960, **Fax:** 08062/8096969
info@rupptronik.de, www.rupptronik.de



Rutronik

Elektronische Bauelemente GmbH

Industriest. 2, 75228 Ispringen/Pforzheim
Tel.: 07231/801-0, **Fax:** 07231/82282
rutronik@rutronik.com, www.rutronik.com

Verkaufsbüros nach PLZ:

01109, Büro Dresden
Tel.: 0351/205330-0, **Fax:** -10
 12489, Büro Berlin
Tel.: 030/8092716-0, **Fax:** -16
 20457, Büro Hamburg
Tel.: 040/3596006-20, **Fax:** -50
 30659, Büro Hannover
Tel.: 0511/228507-0
 33332, Büro Gütersloh
Tel.: 05241/23271-0, **Fax:** -29
 40880, Büro Ratingen
Tel.: 02102/9900-0, **Fax:** -19
 63303, Büro Frankfurt
Tel.: 06103/27003-0, **Fax:** -20
 68307, Büro Mannheim
Tel.: 0621/762126-0, **Fax:** -17
 79111, Büro Freiburg
Tel.: 0761/611677-0, **Fax:** -11
 81241, Büro München
Tel.: 089/889991-0, **Fax:** -19
 90449, Büro Nürnberg
Tel.: 0911/68868-0, **Fax:** -90

99092, Büro Erfurt
Tel.: 0361/22836-30, Fax: -31

S

s.m.a.e GmbH

Lise-Meitner-Str. 6, 40878 Ratingen
Tel.: 02102/4248-0, Fax: 02102/4248-23
gthum@smoe.de, www.smoe.de



SAMTEC Europe GmbH

Streifacher Str. 7, 82110 Germering
Tel.: 089/89460-0, Fax: 089/89460-299
germany@samtec.com, www.samtec.com

SatService GmbH

Hardstr. 9, 78256 Steisslingen
Pf.: 1109, Pf.PLZ: 78254
Tel.: 07738/99791-10, Fax: 07738/99791-99
sales@satservicegmbh.de
www.satservicegmbh.de, www.satnms.com

SAW COMPONENTS Dresden GmbH

Manfred-von-Ardenne-Ring 7, 01099 Dresden
Tel.: 0351/88725-10, Fax: 0351/88725-20
support@sawcomponents.de
www.sawcomponents.de

Schaffner EMV AG

Nordstr. 11e, CH - 4452 Luterbach
Tel.: 0041/32/6816626
info@schaffner.com, www.schaffner.com

Schlöder GmbH

Edison Str. 6, 85716 Unterschleißheim
Tel.: 089/69314235-0, Fax: 089/69314235-9
info@schloeder-emv.de, www.schloeder-emv.de



Schmidiger GmbH

Gutenegg 1, CH - 6125 Menzberg
Tel.: 0041/41/4940707, Fax: 0041/41/4940708
kontakt@schmidiger.ch, www.schmidiger.ch

Schroff GmbH

Langenalber Str. 96-100, 75334 Straubenhardt
Tel.: 07082/794-0, Fax: 07082/794-200
schroff.de@nvent.com, https://schroff.nvent.com/



Schützinger GmbH

Eichwiesenring 6, 70567 Stuttgart
Tel.: 0711/71546-0, Fax: 0711/71546-40
info@schuetzinger.de, www.schuetzinger.de

SCHURTER AG

Werkhofstr. 8-12, CH-6002 Luzern
Tel.: 0041/41/3693111
contact@schurter.ch, www.schurter.ch

SE Spezial-Electronic GmbH

Friedrich-Bach-Str. 1, 31675 Bückeburg
Tel.: 05722/203-0, Fax: 05722/203-120
vertrieb@spezial.com, www.spezial.com



Seibersdorf Labor GmbH

A-2444 Seibersdorf
Tel.: 0043/50550-2500, Fax: 0043/50550-2502
office@seibersdorf-laboratories.at
www.seibersdorf-laboratories.at

SEMIC RF Electronic GmbH

Postweg 2, 82024 Taufkirchen
Tel.: 089/614152-0, Fax: 089/614152-222
sales@semic.de, www.semic.de

Semtech Germany GmbH

Zeppelinstr. 4, 85399 Hallbergmoos
Tel.: 089/38036604, Fax: 089/38036601
dschmerber@semtech.com, www.semtech.com

SI Scientific Instruments GmbH

Römerstr. 67, 82205 Gilching
Tel.: 08105/77940, Fax: 08105/779422
info@si-gmbh.de, www.si-gmbh.de
Verkaufsbüro:
12209, SI-Büro Nord
Tel.: 03077/39159-0, Fax: -2



Siglent Technologies

Stätzlinger Str. 70, 86165 Augsburg
Tel.: 0821/6660111-0
info-eu@siglent.com, www.siglenteu.com

Silicon Radar GmbH

Im Technologiepark 1, 15236 Frankfurt/Oder
Tel.: 0335/2288030, Fax: 0335/557-1050
info@siliconradar.com, www.siliconradar.com



Spectrum Elektrotechnik GmbH

Olschewskibogen 1, 80935 München
Pf.: 450533, Pf.PLZ: 80905
Tel.: 089/354804-0, Fax: 089/354804-90
sales@spectrum-et.com, www.spectrum-et.com

Spectrum Instrumentation GmbH

Ahrensfelder Weg 13-17, 22927 Grosshansdorf
Tel.: 04102/6956-0, Fax: 04102/6956-66
info@spec.de
www.spectrum-instrumentation.com



SPINNER GmbH

Erzgiessereistr. 33, 80335 München
Tel.: 089/12601-0, Fax: 089/12601-1292
info@spinner-group.com
www.spinner-group.com

SRG Elektronik GmbH

Rieseler Feld 14, 33034 Brakel
Tel.: 05272/394666-0, Fax: 05272/394666-66
info@srg-elektronik.de, www.srg-elektronik.de

SSB-Electronic GmbH

Am Pulverhäuschen 4, 59557 Lippstadt
Tel.: 02941/93385-0, Fax: 02941/93385-120
vertrieb@ssb-electronic.de
www.ssb-electronic.de



Stäubli Electrical Connectors GmbH

Hegenheimer Str. 19, 79576 Weil am Rhein
Tel.: 07621/667-0
ec.de@staubli.com, www.staubli.com/electrical

Stockmann Prüf- und Qualitätszentrum GmbH

Straße nach Kölleda 27, 99610 Leubingen
Tel.: 03634/369-0, Fax: 03634/369-119
info@stockmann-gmbh.de
www.stockmann-gmbh.de

SUSUMU Deutschland GmbH

Frankfurter Str. 63-69, 65760 Eschborn
Tel.: 06196/9698407
info@susumu.de, www.susumu.de

T

TACTRON ELEKTRONIK GmbH & Co. KG

Lochhamer Schlag 5, 82166 Gräfelfing
Tel.: 089/895569-0, **Fax:** 089/895569-29
info@tactron.de, www.tactron.de
Zweigstelle:
 71549 Auenwald, Tactron Elektronik
Tel.: 07191/35400, **Fax:** /354015

tde - trans data elektronik GmbH

Prinz-Friedrich-Karl-Str. 46, 44141 Dortmund
Tel.: 0231/9143127, **Fax:** 0231/9143129
info@tde.de, www.tde.de



TDK-Lambda Germany GmbH

Karl-Bold-Str. 40, 77855 Achern
Tel.: 07841/666-0, **Fax:** 07841-5000
info@de.tdk-lambda.com
www.emea.lambda.tdk.com/de

Techniplas Schwäbisch Gmünd GmbH

Günglingstr. 74, 73529 Schwäbisch Gmünd
Tel.: 07171/9107-0, **Fax:** 07171/9107-999
schwaebisch-gmuend@nanogate.com
www.nanogate.com

TecSys GmbH

Karl-Theodor-Str. 70, 80803 München
Tel.: 089/32199014, **Fax:** 089/3072165
sales@tecsys.de, www.tecsys.de



tekmodul GmbH

tekmodul GmbH

Lindwurmstr. 97a, 80337 München
Tel.: 089/90411829-25, **Fax:** 089/90411829-88
info@tekmodul.de, www.tekmodul.de



BEST IN ELECTRONIC COMPONENTS

Telcona AG

Im Vorderasp 4, CH - 8154 Oberglatt
Tel.: 0041/44/8602550, **Fax:** 0041/44/8602822
info@telcona.com, www.telcona.com



Telegärtner

Telegärtner Karl Gärtner GmbH

Lerchenstr. 35, 71144 Steinenbronn
Tel.: 07157/125-0, **Fax:** 07157/125-5120
info@telegaertner.com, www.telegaertner.com

Telemeter Electronic GmbH

Joseph-Gänsler-Str. 10, 86609 Donauwörth
Tel.: 0906/70693-0, **Fax:** 0906/70693-50
info@telemeter.de, www.telemeter.info

Testo Industrial Services GmbH

Gewerbestr. 3, 79199 Kirchzarten
Tel.: 07661/90901-8000
Fax: 07661/90901-8010
info@testotis.de, www.testotis.de
Verkaufsbüros nach PLZ:
 21423 Winsen (Luhe),
 Testo Industrial Services GmbH,
Tel.: 07661/90901-7600, **Fax:** -7620
 22145 Hamburg,
 Testo Industrial Services GmbH,
Tel.: 07661/90901-7800
 35037 Marburg, Testo Industrial Services GmbH,
Tel.: 07661/90901-9036, **Fax:** /90903-9036
 45329 Essen, Testo Industrial Services GmbH,
Tel.: 07661/90901-7400, **Fax:** -7420
 85221 Dachau, Testo Industrial Services GmbH,
Tel.: 07661/90901-8000, **Fax:** -7120
 64546 Mörfelden-Walldorf,
 Testo Industrial Services GmbH,
Tel.: 07661/90901-7900
 78048, Villingen-Schwenningen,
 Testo Industrial Services GmbH,
Tel.: 07661/90901-8000, **Fax:** -8010

THORA Elektronik GmbH

Esbacher Weg 13, 91555 Feuchtwangen
Tel.: 09852/61079-0, **Fax:** 09852/61079-50
service@thora.com, www.thora.com



Tragant Handels- und Beteiligungs GmbH

Beeskowdamm 13-15, 14167 Berlin
Tel.: 030/845908-0, **Fax:** 030/845908-33
info@tragant.de, www.tragant.de

V

VACUUMSCHMELZE GmbH & Co. KG

Grüner Weg 37, 63450 Hanau
Pf.: 2253, **Pf.PLZ:** 63412
Tel.: 06181/38-0, **Fax:** 06181/38-2645
info@vacuumschmelze.com
www.vacuumschmelze.com
Verkaufsbüros nach PLZ:
 01-25, 29, 38-39, 95-96 98-99,

VACUUMSCHMELZE, Peter Hoffeins
Tel.: 06181/38-0
 26-28, 30-34, 37, 40-52, 57-59,
 VACUUMSCHMELZE, Torsten Buschbaum
Tel.: 06181/38-2216
 35, 53-56, 60-62, 64-69, 74, 76-79,
 VACUUMSCHMELZE, David Bayer
Tel.: 0173/4700508
 36, 63, 83-84, 90-94, 97,
 VACUUMSCHMELZE, Roman Klinger
Tel.: 06181/38-1564
 70-73, 75, 80-82, 85-89,
 VACUUMSCHMELZE, Volker Schatz
Tel.: 0162/4187632

VTQ Videotronik GmbH

Grüne Str. 2, 06268 Querfurt
Tel.: 034771/510, **Fax:** 034771/22044
main@vtq.de, www.vtq.de

W

W+P PRODUCTS GmbH

Daimlerstr. 29-33, 32257 Bünde
Tel.: 05223/98507-0, **Fax:** 05223/98507-50
info@wppro.com, www.wppro.com

Wainwright Instruments GmbH

Graf-Rasso-Str. 1, 82346 Andechs
Tel.: 08152/918230, **Fax:** 08152/918255
info@wainwright-filters.com
www.wainwright-filters.com

WDI AG

Industriestr. 21, 22880 Wedel (Holstein)
Tel.: 04103/1800-0, **Fax:** 04103/1800-200
info@wdi.ag, www.wdi.ag

WiMo Antennen + Elektronik GmbH

Am Gäxwald 14, 76863 Herxheim
Tel.: 07276/9668-0, **Fax:** 07276/9668-11
info@wimo.com, www.wimo.com



wts // electronic components GmbH

Langer Acker 49, 30900 Wedemark
Tel.: 05130/5845-0, **Fax:** 05130/375055
info@wts-electronic.de, www.wts-electronic.de



Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG

Max-Eyth-Str. 1, 74638 Waldenburg
Tel.: 07942/945-0, **Fax:** 07942/945-5000
eisos@we-online.de, www.we-online.com

We are the **World** of **Radio Frequency Electronics**

...e.g. Radio Frequency & Surface Mount Components

Diodes, Transistors, Filters, Varactors, Resistors, Attenuators, Terminations, Oscillators, Capacitors, Inductors, Cables, Antennas, Amplifiers, Switches, GaAs, GaN, SAW, Ceramic, LTCC, PCBs

...e.g. Microwave Products

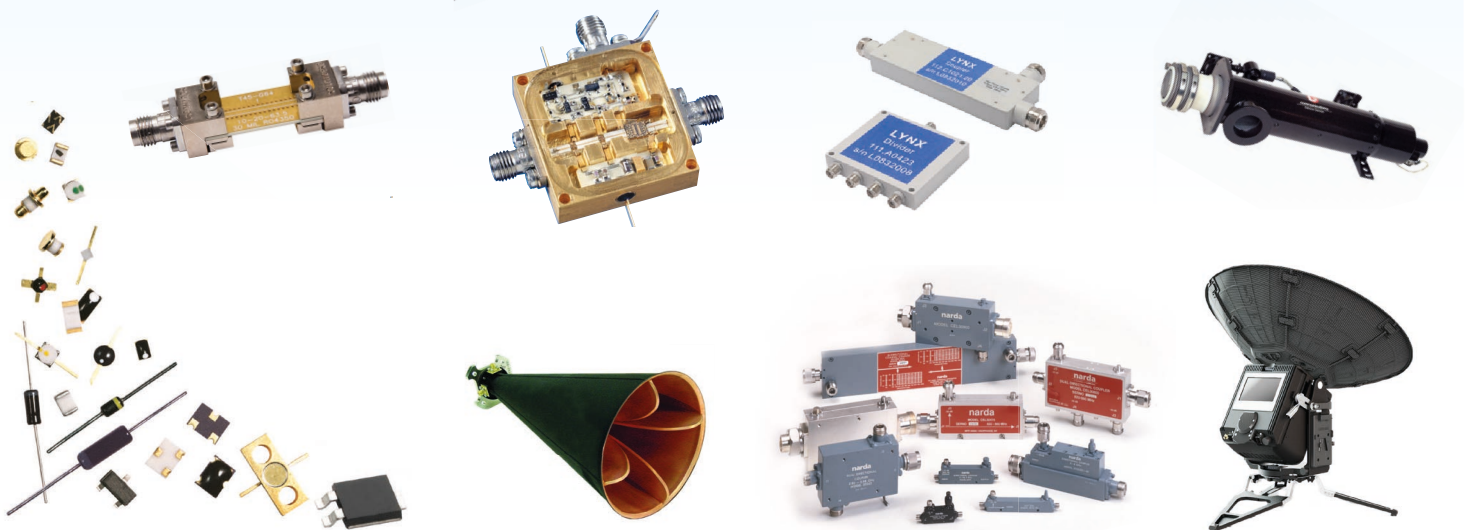
Couplers, Power Dividers/Combiners, Phaseshifter, Attenuators, Terminations, Mixers, Modulators, Limiters, Detectors, Linearizer, Filters, Oscillators, YIG-Devices, Antennas, Amplifiers, Switches, Circulators/Isolators, Tubes, Cables, Connectors, Waveguide Components

...e.g. Satcom & Timing Solutions

Mobile Terminals, VSAT Antennas, BUCs and LNBs, Frequency and Time Sync, Spoofing and Jamming Protection

...e.g. Special Products

Receivers, Tuners, Synthesizers, Electronic Protection, Secure Communication, Contract Manufacturing & Engineering



Globes Elektronik GmbH & Co KG

HEILBRONN Berliner Platz 12 • 74072 Heilbronn
Tel. +49 7131 7810-0 • Fax +49 7131 7810-20

HAMBURG Gutenbergring 41 • 22848 Norderstedt
Tel. +49 40 514817-0 • Fax +49 40 514817-20

MÜNCHEN Streiflacher Str. 7 • 82110 Germering
Tel. +49 89 894 606-0 • Fax +49 89 894 606-20



hf-welt@milexia.com
www.globes.de • www.milexia.com



milexia
FRANCE • ITALIA • IBÉRICA
UNITED KINGDOM • DEUTSCHLAND

PRODUCT PORTFOLIO

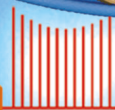
HEB AB MIT UNSEREN PRODUKTEN

**Koax Steckverbinder
DC - 71 GHz**

**und Adapter
DC - 71 GHz**



**Multiport
Verbindungen
DC - 65 GHz**



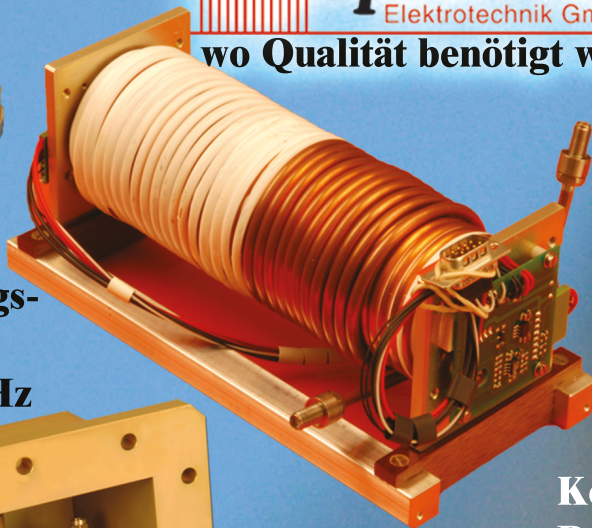
Spectrum
Elektrotechnik GmbH

wo Qualität benötigt wird

**Adapter
DC - 71 GHz**



**Koax.
Verzögerungs-
Leitungen
DC to 40 GHz**

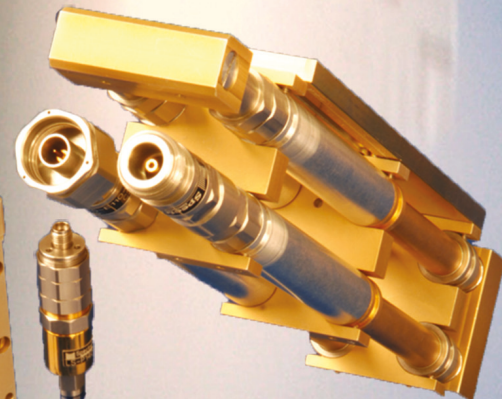


**Konfektionierte Kabel
DC - 71 GHz**

**Hohlleiter auf
Koax Adapter**



**Phasenschieber
DC - 63 GHz**



**Gain Amplitude
Equalizer**



Telefon: 089-3548-040

Fax: 089-3548-0490

Email: Sales@Spectrum-et.com

www.spectrum-et.com