

C O D I C O[®]

impulse^{2/2026}



AI-READY:

Neue MCU von SYNAPTICS

Power Converter – mehr Leistung auf weniger Raum

Kosten reduzieren: GXT[®] Plating von AMPHENOL

INHALT



14 | AI-READY: Neue MCU von SYNAPTICS

Mit steigenden Anforderungen an KI und Echtzeitverarbeitung verlagert sich die Rechenleistung zunehmend von der Cloud an den Edge, wo Daten direkt verarbeitet und Entscheidungen sofort getroffen werden können. Für diese Entwicklung hat SYNAPTICS seine erste integrierte MCU mit Wi-Fi & Bluetooth auf den Markt gebracht.

AKTIVE BAUELEMENTE

- 04** | Robotik-Schutz von MPS: E-Fuse, Smart Switch oder Hot-Swap?
- 07** | **Arduino® VENTUNO™ Q** für Rapid Prototyping
- 10** | PIONIX ChargeBridge: innovativer Baustein für Ladegeräte
- 12** | Ag59800-ULP PoE++ .bt Power-Modul von SILVERTEL
- 14** | SYNAPTICS: neue MCU mit AI und Wi-Fi/Bluetooth
- 16** | TOREXs multifunktionale Li-Ionen-Lade-ICs
- 19** | ePaper – eine Einführung



PASSIVE BAUELEMENTE

- 24** | Sauberer Takt für präzise High-Speed-Kommunikation
- 28** | **Passive Schlüsselkomponenten** für BLDC-Anwendungen
- 31** | TKS: Überspannungsschutz für industrielle AC-Netze
- 34** | **Inrush-Ströme – Relais sicher schützen**
- 36** | Power Converter – mehr Leistung auf weniger Raum
- 40** | **CELDUC Solid-State-Relais mit speziellen Funktionen**



VERBINDUNGSTECHNIK

- 44** | Gold reduzieren: GXT® Plating von AMPHENOL
- 46** | **AMPHENOLs ePower-Lite-Mini-X-Serie**
- 47** | CVILUX CBF1: Toleranzausgleich für Board-to-Board
- 48** | **PPAC-Durchführungsklemmen von DINKLE**
- 49** | epts hochflexibler Float27® SMT-Steckverbinder
- 50** | **Die KW10A-Steckverbinder-Serie von HIROSE**
- 51** | HIROSEs IT18: COM-HPC-konformer Steckverbinder
- 52** | **NEXTRON AF60 & AF90: Leistungsübertragung in UAVs**
- 53** | M12: Schraub-, Bajonett- & Push-Pull-Verriegelung von YAMAICHI

CODICO INTERN

- 03** | Worauf Sie sich verlassen können: CODICO Quality Award 2025
- 22** | **Meet us: CODICOs Mitarbeiter auf der electronica 2026**
- 54** | Das CODICO-Team stellt sich vor

IMPRESSUM: Herausgeber, Eigentümer und Verleger:
CODICO GmbH, Zwingenstraße 6-8, A-2380 Perchtoldsdorf
Für den Inhalt verantwortlich: Karin Krumpel | Chefredaktion: Birgit Punzet
Gestaltung: www.rittbergerknapp.com | Ausgabe 02-011026
Produktion: Gutenberg Druck – Kooperationspartner der Print Alliance
HAV Produktions GmbH, Druckhausstrasse 1, 2540 Bad Vöslau

Worauf Sie sich verlassen können

»Die einzige Konstante ist die Veränderung«

Heraklit

Rahmenbedingungen verändern sich heute schneller denn je. Globale Krisen und geopolitische Spannungen stellen Lieferketten regelmäßig auf die Probe. Für uns als österreichischer Distributor stellt sich daher eine zentrale Frage:

Wie schaffen wir Verlässlichkeit für unsere internationalen Kunden – auch in unsicheren Zeiten?

Ein entscheidender Faktor ist die enge und verlässliche Zusammenarbeit mit unseren ausgewählten Lieferanten. Denn Stabilität in der Lieferkette bedeutet für uns mehr als reibungslose Abläufe im Normalbetrieb. Sie zeigt sich vor allem dann, wenn es darauf ankommt.

Im vergangenen Jahr haben unsere Partner genau das unter Beweis gestellt. Durch hohe Liefertreue, starke Serviceorientierung, Innovationskraft sowie ein hohes Maß an Flexibilität und Verantwortungsbewusstsein.

Diese Kriterien bildeten auch für das Jahr 2025 die Grundlage unserer Lieferantenbewertung im Rahmen des Lieferantenmanagements nach ISO 9001.

Umso mehr freuen wir uns, unsere TOP-Lieferanten für ihre herausragende Leistung mit einem Quality Award auszuzeichnen. Vielen Dank für die engagierte Zusammenarbeit, das Vertrauen und die kontinuierliche Unterstützung.

Auch in Zukunft setzen wir konsequent auf die sorgfältige Auswahl und Weiterentwicklung unserer Partner. Darauf können Sie sich verlassen.

Möchten Sie mehr über unsere Lieferantenmanagement erfahren? Kontaktieren Sie unser Quality Management oder besuchen Sie unsere Website www.codico.com.

D01

► Petra Landschau, +43 1 86305 169
petra.landschau@codico.com



Karin Krumpel
Geschäftsführerin
CODICO

CODICO
Quality Award
2025: SILVERTEL



Vorwort

Europa braucht uns. Jetzt.

Liebe Impulse Leserinnen und Leser, Wenn wir uns in diesen Wochen auf die electronica 2026 vorbereiten, beschäftigt mich eine Frage besonders: Wie schaffen wir es, Europas industrielle und technologische Stärke auch in Zukunft zu sichern? Der internationale Wettbewerb wird härter, technologische Entwicklungen werden schneller, und viele Entscheidungen, die unsere Industrie betreffen, werden längst nicht mehr in Europa getroffen.

Europa hat eine leistungsfähige Industrie, enormes technologisches Know-how und vor allem Menschen, die jeden Tag neue Lösungen entwickeln. Aber nur darüber zu reden, dass Europa stark bleiben muss, wird nicht reichen. Entscheidend ist, was wir jetzt daraus machen: wie wir investieren, Innovation vorantreiben, Wissen teilen und gemeinsam neue Lösungen auf den Weg bringen.

Bei CODICO verstehen wir darunter »Enabling Success«: Wir wollen unsere Kunden dabei unterstützen, ihre Ideen erfolgreich umzusetzen. Damit wollen wir auch unseren Beitrag zu einer starken europäischen Wirtschaft leisten. Nicht darauf zu warten, dass andere die richtigen Rahmenbedingungen schaffen, sondern selbst Verantwortung zu übernehmen und die Möglichkeiten zu nutzen, die wir haben – darum geht es jetzt.

Die electronica 2026 ist dafür die perfekte Gelegenheit. Hier trifft sich die internationale Elektronikbranche, hier entstehen neue Projekte, Ideen und Partnerschaften. Hier wird sichtbar, was wir können. Ich freue mich darauf, Sie dort persönlich zu treffen, mit Ihnen über Ihre Projekte zu sprechen und gemeinsam neue Möglichkeiten zu entdecken.

Besuchen Sie CODICO in Halle C3.558.

Denn Europas Zukunft entscheidet sich nicht irgendwann. Sie entsteht durch das, was wir heute entwickeln, investieren und umsetzen.

► Karin Krumpel, CEO

SCHUTZLÖSUNGEN IN DER ROBOTIK

E-Fuse, Smart High-Side Switch oder Hot-Swap?



Mit steigender Komplexität in Robotik-, Industrie- und AI-Anwendungen wachsen auch die Anforderungen an den Schutz der Elektronik bzw. der Stromversorgung. E-Fuses ermöglichen einen platzsparenden, kontrollierten und reversiblen Schutz und stellen oftmals darüber hinaus auch wertvolle Diagnoseinformationen und intelligente Zusatzfunktionen zur Verfügung. Die Grenzen zwischen E-Fuses, Smart High-Side Switches und Hot-Swap-Controllern verschwimmen zunehmend. Moderne Bausteine kombinieren Schutz-, Diagnose- und Schaltfunktionen und lassen sich so optimal an die jeweilige Anwendung anpassen.

Was ist eine E-Fuse?

Eine E-Fuse wird wie eine Schmelzsicherung in Serie zur Last geschaltet. Sie überwacht kontinuierlich den Strom und unterbricht den Stromkreis im Fehlerfall. Bei E-Fuses lassen sich der Schwellwert sowie die zeitliche Verzögerung einstellen. Intelligentere E-Fuses unterscheiden zwischen Überstrom und Kurzschluss. Bei Erkennung eines Kurzschlusses löst die E-Fuse sofort aus. E-Fuses lassen sich oft auch parallelschalten oder zusätzlich mit Hot-Swap-Controllern zu intelligenteren Systemen erweitern.

Was ist ein Hot-Swap-Controller?

Hot-Swap-Controller erweitern das Konzept der

E-Fuse um eine aktive Einschaltstrombegrenzung (Soft-Start), welche auch die kontrollierte Zuschaltung großer Eingangskapazitäten ermöglicht, ohne dass die Versorgungsspannung einbricht. Durch die gute Skalierbarkeit sind sie ideal für große Serverinstallationen oder auch sonstige Elektronikbaugruppen, die im laufenden Betrieb ausgetauscht oder zugeschaltet werden.

Hot-Swap-Controller lassen sich während des Betriebs dynamisch an geänderte Bedingungen anpassen und verfügen über eine digitale Schnittstelle, über die Daten ausgelesen, aber auch Schwellwerte programmiert werden können. Damit lassen sich Veränderungen im System beob-

achten und Rückschlüsse auf beginnende Ausfälle ziehen (Stichwort Predictive Maintenance).

Was ist ein Smart High-Side Switch?

Ein Smart High-Side Switch ist ein intelligenter Lastschalter, der neben dem Ein- und Ausschalten einer Last im positiven Zweig der Versorgung auch Schutz-, Diagnose- und Überwachungsfunktionen integriert und oftmals eine präzise Strommessung beinhaltet. Im Gegensatz zur klassischen E-Fuse steht dabei das sichere Schalten einzelner Verbraucher im Vordergrund.

Als High-Side Switch ermöglicht er zudem, verschiedene Schutz- und Diagnosefunktionen zu

realisieren, wie die Erkennung, ob die Last oder die Batterie verpolt angeschlossen wurde oder ein Massebezug verloren ging. Die Abschaltung bei Kurzschluss und Überlast ist oft eine zusätzliche Funktion, die in den IC integriert wird.

Welche Vorteile bieten diese Bausteine?

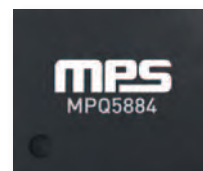
Abgesehen davon, dass E-Fuses, Smart Switches oder Hot-Swap-Controller deutlich kleiner sind als eine klassische Schmelzsicherung, bieten sie den großen Vorteil, dass sie nach dem Auslösen nicht defekt sind und nicht ausgetauscht werden müssen. Sie ersetzen oftmals Relais und Schmelzsicherungen.

Bei den E-Fuses und Hot-Swap-Controllern wird zwischen verriegelnder Abschaltung (Latch-off) und automatischem Wiedereinschaltmodus (Auto-Recover Mode) unterschieden. Im Latch-off-Modus bleibt der Stromkreis nach einem Überstrom oder Kurzschluss unterbrochen, bis der Nutzer oder die Elektronik ihn wieder aktiv einschaltet. Im Auto-Retry-Modus wird regelmäßig versucht, den Stromkreis wiederherzustellen. Das minimiert die Ausfallzeiten eines Gerätes oder Systems und reduziert Ausfall- und Folgekosten.

Monolithic Power Systems (MPS) bietet hier eine Vielzahl an interessanten Produkten an. Die meisten sind auf bestimmte Anwendungen hin optimiert und kombinieren die Funktionalität von E-Fuse, intelligentem Lastschalter und Hot-Swap-Controller. In der folgenden Tabelle sind drei interessante Serien gegenübergestellt, die sich sehr gut für kompakte Designs bis zu 60V für Robotiksteuerungen, Motorcontroller oder 48V-Lasten eignen. Einige der Produkte sind mit einem klassischen Hot-Swap-Controller wie dem MP5920 kombinierbar, um über einen PMBus die Diagnosefähigkeiten zu erhöhen.

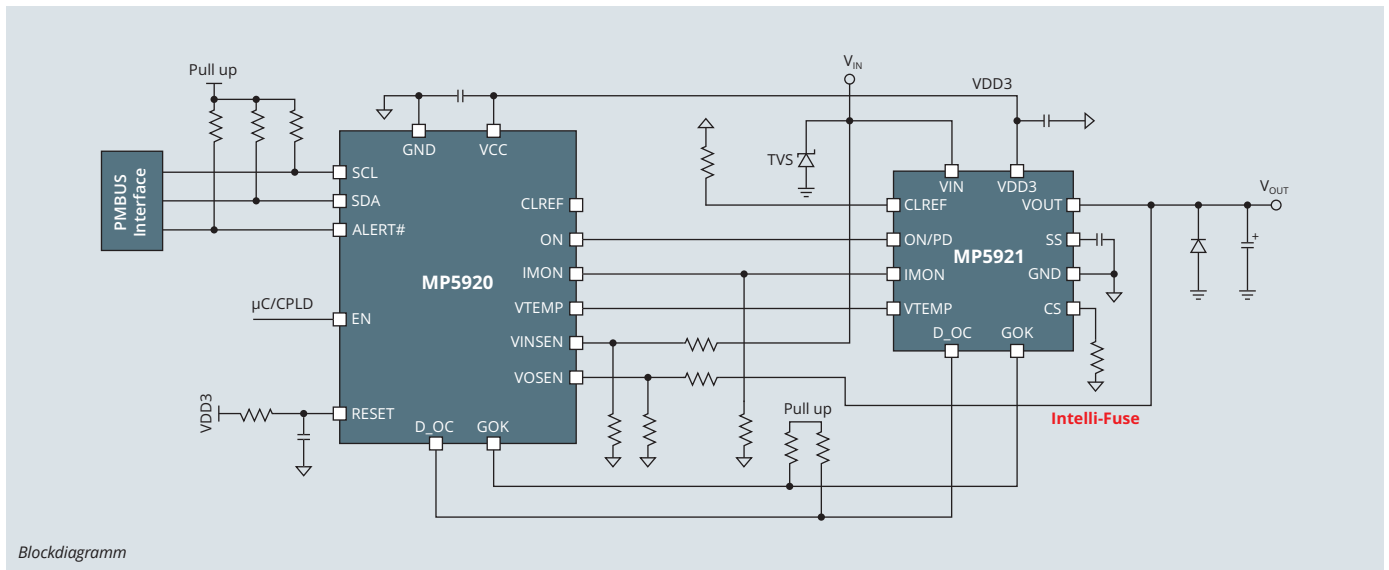
Im Folgenden wird noch etwas detaillierter auf den MPQ5884 eingegangen.

MPQ5884 – Smart High-Side Switch + E-Fuse



Der MPQ5884 ist ein intelligenter Lastschalter, der nach Automotive-Anforderungen entwickelt wurde. Er ersetzt das Relais und die Sicherung und ist ideal geeignet, die Schalt- und Schutzsysteme zu dezentralisieren.

FEATURE	MP5048(A)	MP5921	MPQ5884
Typical Function	Protection of a power supply	Hot-Plug of complete module/subsystem	Switching and protecting loads
Nominal Current	MP5048A: 4A (14mΩ), MP5048: 15A (7mΩ)	50A, 60A with airflow (1mΩ)	15A (4.5mΩ)
Input Voltage	24–60V	4–16V	6–60V
Paralleling	Yes	Yes	No
OC (Overcurrent Protection) SCP (Short-Circuit Protection) OTP (Overtemperature Protection)	Yes	Yes	Yes
Short-Circuit Level	MP5048A: 6.85A, MP5048: 26A	100A	50A
UVP (Undervoltage Protection)	Yes	Yes	Yes
OVP (Overvoltage Protection)	Yes, 64V	Yes, 18.5V	No
Latch-off / Auto-Retry	Latch-off or auto-retry mode	Latch-off	Latch-off (auto-recover for reverse polarity or load dump)
Inrush Control / Soft-Start	Yes	Yes	No
Hot-Swap	Yes	Yes	No
Diagnostics / Fault Output	Yes	Yes	Yes
Interface	PMBus with MP5920 Controller	PMBus with MP5920 Controller	No
Package	QFN-30 (5×5mm)	QFN-28 (4×5mm)	QFN-30 (5×6mm)
Key Features	• Standalone operation • Optional control by hot-swap controller (MP5920) with PMBus • Configurable OC limit • Soft-start • Fuse health diagnostics	• Built-in fuse health reporting • Output power-down control • Configurable soft-start • Programmable OC value • Provides current & temperature to external controller	• Fuse-like I²t • Configurable OC limit • Open-load and loss-of-IC-GND detection • IC protection against reverse polarity and reverse load • Survives load dump in combination with TVS • Low-I_q mode: 1μA • Supports capacitive loads up to 60μF • Automotive AEC-Q100 • MPSafe supporting documentation for ISO 26262
Application	Robotics, Industrial PCs, power supplies, 48V modules, industrial applications, servers, networking	AI servers, data centers, PC cards, disk drives	Robotics, AMR/AGV, automotive, battery loads, actuators



Dadurch eignet sich der MPQ5884 hervorragend zur dezentralen Absicherung einzelner Aktoren wie Motorantriebe, Ventile, Pumpen, Kameras oder Sensoren. Fehler werden lokal erkannt und gemeldet, ohne die komplette Versorgung abzuschalten.

Der MPQ5884 bildet das Verhalten einer klassischen Schmelzsicherung nach (Fuse-like Overcurrent Protection). Die Auslösecharakteristik kann über einen externen Kondensator ideal an die Anwendung angepasst werden.

Der MPQ5884 ist für Lastabwürfe im Automobilbereich (Load-Dump) ausgelegt und schützt den Schalter selbst. In Kombination mit einer geeigneten TVS-Diode kann die Versorgung auch bei ISO-konformen Lastabwürfen aufrechterhalten werden.

Merkmale

- Arbeitsbereich von 6V-60V
- 4,5mΩ $R_{DS(on)}$ für ca. 15A Nominalstrom
- Sofortige Kurzschlussabschaltung bei 15-50A (einstellbar)
- Fuse-like I^2t
- Strombegrenzung über externe Beschaltung einstellbar
- Open-Load-Erkennung, Erkennung eines Masseverlusts (zB Kabelbruch oder -beschädigung)
- IC-Schutz vor Verpolung, Lastabwurf (Load-Dump) und Übertemperatur
- Laden von kapazitiven Lasten bis 60μF
- Latch-off bei Überstrom und Kurzschluss
- Auto-Retry bei Verpolung und Masseverlust
- Fehlerdiagnose via Fault-Pin
- 4 Stromsparm Modi
- Automotive-qualifiziert nach AEC-Q100

- MPSafe-Support-Dokumente für funktionale Sicherheit
- Mit 5x6mm deutlich kleiner als Mini- oder Maxi-Fuse

A01

Thomas Merkel, +49 89 130143821
thomas.merkel@codico.com

FAZIT

Je nach Anwendung unterscheiden sich die Anforderungen erheblich. Während E-Fuses primär Versorgungsschienen schützen, eignen sich Smart High-Side Switches besonders für die dezentrale Absicherung einzelner Lasten. Hot-Swap-Controller ergänzen dieses Portfolio überall dort, wo große Eingangskapazitäten oder Hot-Plug-Fähigkeit gefordert sind. Mit den Produktfamilien MP5048, MP5921 und MPQ588x bietet MPS für alle drei Einsatzbereiche passende Lösungen.

VENTUNO™ Q

Open Source-Plattform für Rapid Prototyping im Bereich Advanced Robotics, Drohnen und Edge AI

Mit der einzigartigen Plattform Arduino® VENTUNO™ Q werden leistungsstarke KI-Rechenleistung, Echtzeitaktuierung und -steuerung mit einem umfassenden Software-Stack und Toolset kombiniert, um fortschrittliche Robotik-, Drohnen- und Edge-AI-Anwendungsfälle rasch zu prototypisieren.

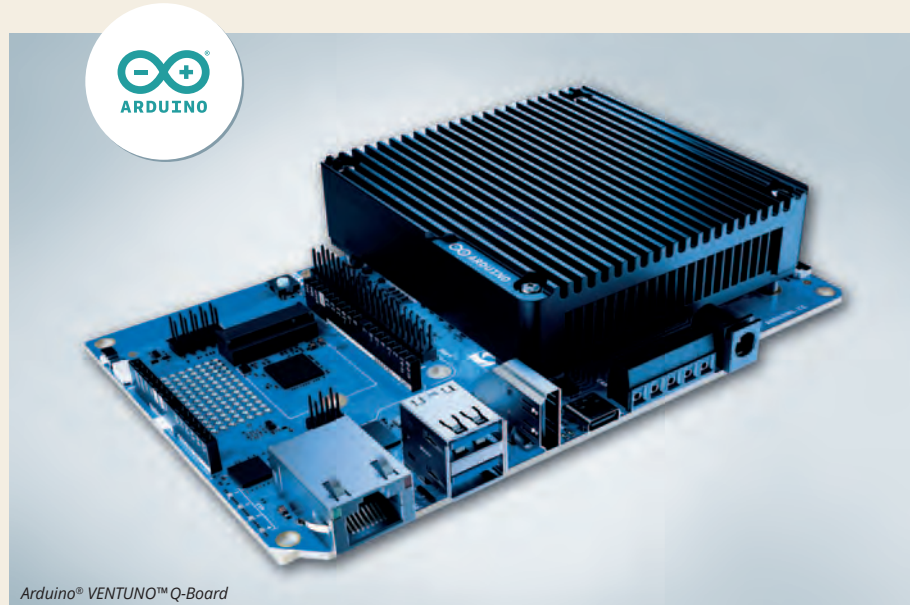
Laut den aktuellsten Schätzungen macht Europa heute fast 28% der weltweiten Roboterinsätze aus. Der Gesamtmarkt in der Region wird bis 2031 von 16 Mrd. USD auf 37 Mrd. USD wachsen. Während industrielle Roboter weiterhin den Markt dominieren, verzeichnen wir nun ein zweistelliges Wachstum in Logistik, Lagerhaltung, Gesundheitswesen und einer Vielzahl weiterer Branchen – ein Trend, der von Faktoren wie einer alternden Bevölkerung, regulatorischen Entwicklungen und dem Ausbau der digitalen Wirtschaft angetrieben wird. In einer Ära, in der die Nachfrage nach Robotik explodiert, benötigen Ingenieure innovative Lösungen, um fortschrittliche Robotik- und Edge-AI-Konzepte schneller denn je vom Prototyp in die Produktion zu überführen. Der kürzlich eingeführte Arduino® VENTUNO™ Q wurde genau mit diesem Ziel konzipiert.

Der Arduino® VENTUNO™ Q ist die zweite auf einem Qualcomm Dragonwing™ SoC basierende Plattform, die von den renommierten italienischen IoT-Experten seit deren Übernahme durch Qualcomm im Oktober 2025 auf den Markt gebracht wurde. Der Name leitet sich vom italienischen Wort für 21 ab und erinnert an die 21 Jahre,

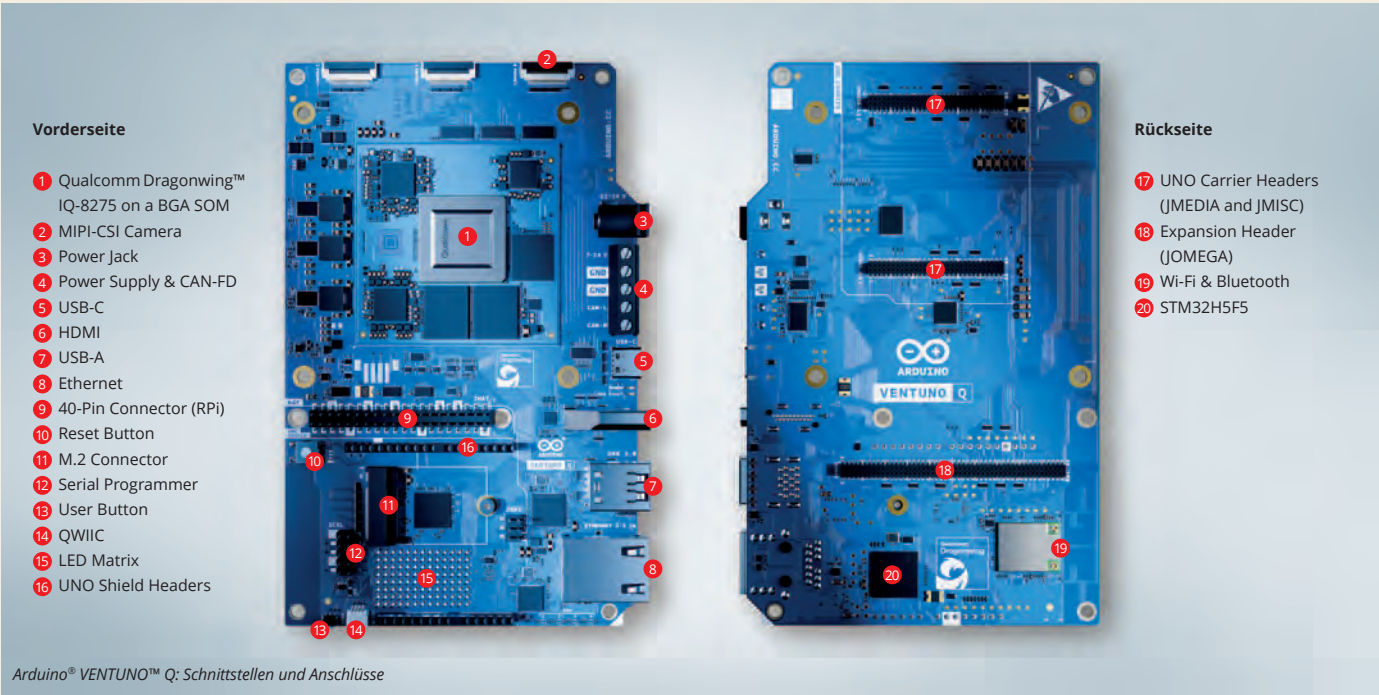
in denen Arduino den IoT-Markt mit zugänglichen elektronischen Plattformen unterstützt hat. Dieses Launch-Event ist Teil von Qualcomms Strategie, seine marktführenden Computer-Vision- und Edge-AI-Geräte in die Hände von Millionen von IoT-Entwicklern zu legen. Der Arduino® VENTUNO™ Q stellt zudem die weltweit erste Plattform dar, die sämtliche wesentlichen Hardware-

und Softwarekomponenten, die ein durchschnittlicher Robotikentwickler benötigt, in einer hochintegrierten und kosteneffizienten Lösung vereint. Schauen wir uns die Details genauer an.

Wir beginnen mit einem Blick auf die einzigartige Hardware-Architektur des Arduino® VENTUNO™ Q. Sie folgt dem gleichen Ansatz, den Arduino bei der UNO™ Q-Lösung verfolgt hat. Eine Dual-Brain-Architektur kombiniert einen leistungsstarken, hochintegrierten Qualcomm Dragonwing™ IQ8 SoC – der sämtliche Robotik-, Computer-Vision- und Edge-AI-Anwendungsfälle unter Ubuntu oder Debian Linux ausführt – mit einer



Arduino® VENTUNO™ Q-Board



STM32H5F5 MCU, die das Zephyr OS betreibt und für Echtzeitsteuerung, Aktuierung sowie Sicherheitsanforderungen eines Arduino® VENTUNO™ Q-Systems verantwortlich ist.

Um die Kommunikation zwischen diesen Subsystemen zu ermöglichen, hat Arduino außerdem eine dedizierte Nachrichtenschnittstelle und ein Protokoll (RPC) entwickelt, das die Kommunikation zwischen der leistungsstarken Linux-Umgebung und der Echtzeitumgebung in beide Richtungen zulässt.

Der IQ8 SoC des Arduino® VENTUNO™ Q bietet hochleistungsfähiges Rechnen durch die acht-kernige Arm-CPU für Linux, während die integrierte NPU eine dedizierte Rechenleistung von

40TOPS für lokale multimodale KI-Workloads wie einen kompletten autonomen Stack liefert. Der STM32 betreibt das Echtzeitsubsystem unabhängig von Linux, wodurch der Arduino® VENTUNO™ Q Sensoreingaben, Steuerungs- und Aktuierungsoperationen mit einer Latenz von unter einer Millisekunde verarbeiten kann, um deterministische Steuerungszyklen für Robotik über GPIO, PWM und/oder CAN zu realisieren.

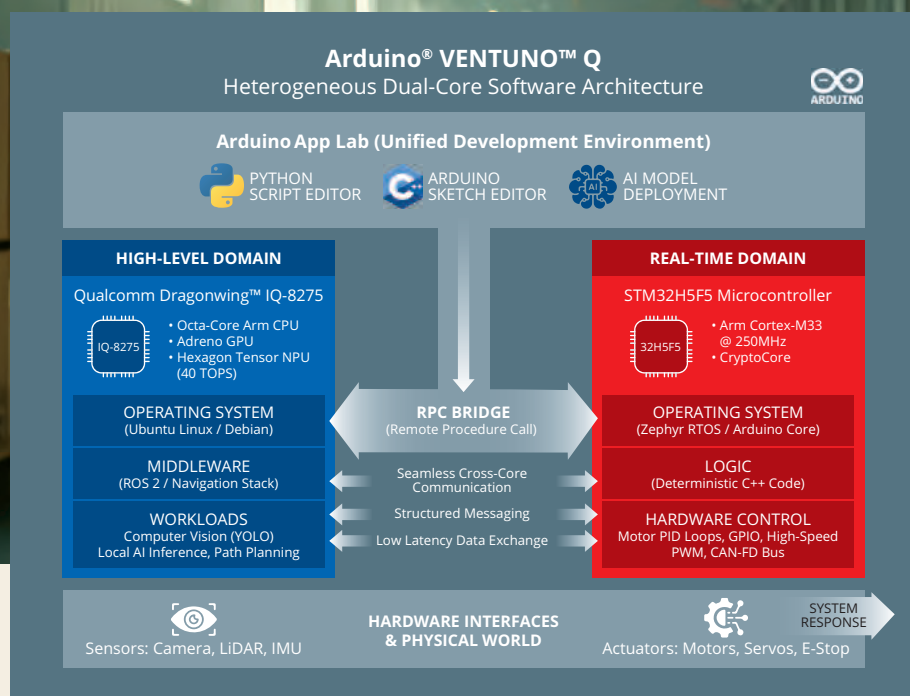
Im Folgenden finden Sie die Übersicht 1 über die Fähigkeiten des Arduino® VENTUNO™ Q sowie die umfangreiche Palette an verfügbaren Schnittstellen.

Was den Arduino® VENTUNO™ Q von seinen Wettbewerbern abhebt, ist das Softwareentwick-

lungssystem sowie die vorkonfigurierten Beispielanwendungen und sonstigen Ressourcen, die Ingenieuren zur Verfügung stehen, um fortschrittliche Produktkonzepte schnell zu realisieren. Im Mittelpunkt steht das Arduino App Lab, das als einheitliche Entwicklungsumgebung konzipiert wurde. Dort können Entwickler die leistungsstarken Rechen- und KI-Funktionen des Dragonwing™ IQ8 SoC – CPU, GPU und NPU – unter Linux sowie die Echtzeitfähigkeiten der STM32 MCU, die die Echtzeitsteuerung im Arduino® VENTUNO™ Q übernimmt, im selben Arbeitsumfeld programmieren.

In der Linux-Komponente wird Python eingesetzt, um komplexe Aufgaben wie Grafik und multimodale KI-Workloads zu steuern, während C++ die

Übersicht 1: Fähigkeiten des Arduino® VENTUNO™ Q		
FEATURE CATEGORY	COMPONENT	KEY DETAILS
Primary AI SoC	Qualcomm Dragonwing™IQ-8275 (IQ8)	Octa-core CPU (2× Gold Prime @ 2.35GHz, 2× Gold @ 2.1GHz, 4× Silver @ 1.95GHz) (runs Ubuntu or upstream Debian Linux)
Graphics & Vision	Adreno 623 GPU @ 877MHz	Supports hardware video encoding/decoding and display pipelines
Edge AI NPU	Hexagon Tensor AI Processor	Up to 40 dense TOPS for local machine learning inference
Image Signal Processor	Qualcomm Spectra™ 692 ISP	Multi-camera vision processing support
Real-Time MCU	STM32H5F5 Microcontroller	Arm Cortex-M33 @ 250MHz, 4MB Flash, 1.5MB RAM (runs Arduino core on Zephyr OS)
Memory & Storage	RAM & Internal Storage	16GB LPDDR5 RAM and 64GB eMMC onboard storage
Expansion Storage	M.2 NVMe Slot	Supports Gen4 external high-speed storage
Wireless Connectivity	Wi-Fi6 & Bluetooth	Tri-band Wi-Fi6 (2.4/5/6GHz) and Bluetooth 5.3 with onboard antenna
Wired Networking	Ethernet	1× 2.5Gbit RJ45 Ethernet port
USB & Video	Ports & Display	1× USB-C (with DP Alt mode/video output/role switching), 2× USB 3.0 Type-A
Camera Interfaces	MIPI-CSI	3× MIPI-CSI camera connectors for multi-angle computer vision
Industrial Interfaces	CAN-FD	Includes CAN-FD physical layer connections on terminal blocks and expansion headers
Prototyping Compatibility	Hardware Footprint	Compatible with traditional ARDUINO UNO shields and standard 40-pin RPI HAT accessories
Power Input	Options	USB-C (5V @ 3A max), 5.5×2.1mm Power Jack (12–24VDC), or Screw Terminal (7–24VDC)



Echtzeitmotorsteuerung und Sensorkapazitäten des STM32-Subsystems realisiert. Obwohl Linux und Zephyr unabhängig voneinander laufen, ermöglicht die Remote-Procedure-Call-Brücke (RPC) zwischen IQ8 und STM32, dass beispielsweise ein maschinelles Sehmodell in der Linux-Umgebung ein Echtzeit-Hardwareereignis auf dem STM32 auslöst – und umgekehrt. Das RPC-System wird als serviceorientierte API bzw. als Funktionsaufruf für beide Subsysteme im Arduino App Lab präsentiert, wodurch die Komplexität der Interprozesskommunikation für den Anwender transparent bleibt.

Arduino® VENTUNO™ Q baut auf den soliden Grundlagen des Arduino App Lab auf und bietet eine umfangreiche Sammlung vorkonstruierter Beispielanwendungen sowie weiterer Software-ressourcen, die die Prototypenerstellung fortschrittlicher Robotik- und Edge-AI-Konzepte deutlich vereinfachen. Im Arduino App Lab kann ein Ingenieur einzelne oder sämtliche unten aufgeführten Ressourcen nutzen und nach Bedarf anpassen. Nebenstehend ein kurzer Überblick darüber, was bei der Installation des Arduino App Lab zur Verfügung steht (siehe Übersicht 2).

Während vorkonfigurierte, kuratierte Ressourcen die Evaluierung und spätere Prototypenerstellung erleichtern, kann die Arduino® VENTUNO™ Q-Softwareumgebung auch durch Ingenieure erweitert werden, die eigene »Bricks« entwickeln oder externe Editoren und Tools wie Edge Impul-

se nutzen. In dieser End-to-End-KI-Modellumgebung lassen sich Modelle entwickeln, trainieren und bereitstellen, die anschließend als individuelle »Bricks« in das Arduino App Lab eingebunden werden können. Zur Maximierung der Flexibilität bietet Arduino zwei Entwicklungsmodi an: 1.) eine eigenständige Single-Board-Computer-Umgebung (Monitor, Tastatur, Maus) und 2.) ein PC-Setup mit USB-C-Tethering.

Wenn Ihr Team nach einer einzigen, einheitlichen und schnellen Prototypenplattform für Robotik- und Edge-AI-Anwendungen sucht, die bereits die

Lücken zwischen fortschrittlichen KI-Lösungen und Echtzeitsensortechnologien, Bewegungssteuerung sowie Aktuation schließt, dann ist die neue Arduino® VENTUNO™ Q-Plattform die richtige Wahl.

Mit dem Arduino App Lab und den vorgefertigten »Zero-Code«-Ressourcen verkürzt sie die Zeit vom Konzept bis zum funktionsfähigen Prototyp erheblich.

Bitte kontaktieren Sie CODICO, wenn Sie mehr darüber erfahren möchten, wie Sie mit dem Arduino® VENTUNO™ Q starten.

A02

➤ Thomas Carmody, +43 1 86305 362
thomas.carmody@codico.com

Übersicht 2: Softwareressourcen des Arduino® VENTUNO™ Q

RESSOURCE	BESCHREIBUNG
Beispielanwendungen	Zero-Code kuratierte Beispielanwendungen, die Folgendes umfassen: • Computer Vision & Tracking • Generative & multimodale KI • Robotik & Bewegungssteuerung • Sensorik & Wartung
Bausteine	Vorgefertigte, wiederverwendbare Codeblöcke, die im App Lab nach dem »Snap-together«-Prinzip zusammengefügt werden können. Kategorien: • Robotik & Steuerung • KI & Machine Learning • Schnittstellen & UI • Hardware & Sensoren
Skizzen	Echtzeit-Steuerungsressourcen für die STM32 MCU: • Standardbibliotheken für Sensoren • Hardware-Peripheriesteuerung für hochgeschwindigkeitsfähige, jitterfreie PWM und GPIO • Industrielle Protokolle wie CAN FD • RPC-Kommunikationshandler zur Vereinfachung der Interprozesskommunikation • Shields & Treiber für Uno-Shields / Modulino sowie Raspberry Pi HATS
KI Modelle	Bereits einsatzbereite Modelle: • YOLO-X / PoseNet / MobileNet / EfficientNet • Textbasierte LLM-Assistenten • VLMs wie Qwen VLM • Sprachassistenten inklusive Whisper und Melo TTS
Autonome Navigation	Nav2 und SLAM-Toolkits, die direkt in der ROS-2-Umgebung des Linux-Subsystems des VENTUNO™ Q ausgeführt werden können; Nutzer können Robotikbausteine nutzen, um schnell zu starten.

ChargeBridge

Der Baustein für die nächste Generation von Ladegeräten für Elektrofahrzeuge



PIONIX hat seine jahrelange praktische Erfahrung mit dem Open-Source-Everest-Stack in ein kompaktes, vorzertifiziertes Hardwaremodul destilliert, das Ladegeräteherstellern einen schnelleren und sichereren Weg vom Prototyp zur Serienproduktion bietet.

Ein Problem, das in jedem Ladegerät eingebaut ist

Jede moderne AC- und DC-Ladestation basiert auf einer zweischichtigen Architektur. Ein Linux-basierter Prozessor übernimmt die übergeordneten Aufgaben: OCPP-Kommunikation, Energiemanagement, Benutzerschnittstellen und den sich ständig weiterentwickelnden Protokollstapel gemäß ISO 15118. Darunter befindet sich ein Mikrocontroller mit einer einfacheren, aber weitaus wichtigeren Aufgabe: Echtzeitsteuerung des Pilotsignals, Relaischaltung und sämtliche Sicherheitsfunktionen, die einen fehlgeschlagenen Ladevorgang verhindern. Selbst bei einem Linux-Absturz muss der Mikrocontroller die Ladestation in einem sicheren Zustand halten.

Auf dieser unteren Ebene liegt der größte Entwicklungsaufwand. Das korrekte Routing eines SPS-Chips, die korrekte Implementierung der CP/PP-Schaltung, die Entwicklung zertifizierbarer Sicherheitsfirmware: Diese Probleme lösen Teams immer wieder, Unternehmen für Unternehmen, mit vorhersehbaren Ergebnissen: lange Entwicklungszyklen, verspätete Zertifizierungen und Produkte, die sechs bis zwölf Monate später als geplant auf den Markt kommen.

PIONIX, die ursprünglichen Entwickler und Hauptbetreuer von LF Energy Everest, dem führenden Open-Source-Software-Stack für das Laden von Elektrofahrzeugen, hat beschlossen, dieses Problem ein für alle Mal zu lösen und die Lösung als Modul zur Verfügung zu stellen.

Was die ChargeBridge tatsächlich tut

ChargeBridge ist ein System-on-Module mit Abmessungen von nur 46x22mm und basiert auf dem Qualcomm QCA-7006AQ PLC-Chip. Trotz seiner geringen Größe enthält es alles, was für einen Ladeanschluss auf niedriger Ebene benötigt wird: Steuerungs- und Näherungssteuerung für CCS und Typ 2, SPS-Modem, Relaisreiber, Temperaturüberwachung über PT1000-Sensoren, Überspannungsschutz gemäß IEC 61851-23, Sicherheits-I/O für Isolationsmonitore und RCDs sowie CAN-, RS485-, I²C-, UART- und GPIO-Schnittstellen.

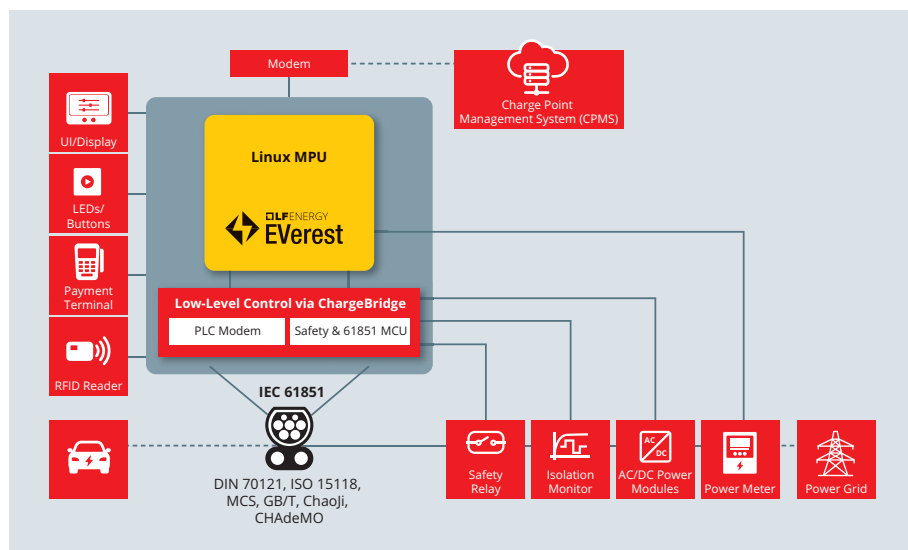
Das Modul wird mit vorinstallierter Firmware ausgeliefert. Sicherheitskritischer Code läuft in einem dedizierten Ausführungskontext, der vollständig von der nicht sicherheitsrelevanten Partition isoliert ist, welche WireGuard-VPN, Fernverwaltung und drahtlose Firmware-Updates verar-

beitet. Diese Trennung ist zentral für die Zertifizierung: Die Sicherheitsfirmware kann unabhängig vom darüberliegenden Linux-System geprüft und zertifiziert werden. Hersteller können Linux aktualisieren, ihren OCPP-Stack ändern oder UI-Frameworks austauschen, ohne Eingriffe in den Sicherheitsbereich vorzunehmen.

Alle Hardware-Schnittstellen des Moduls werden transparent über Ethernet oder USB an den Linux-Host übertragen. Unter Linux erscheint CAN als SocketCAN-Gerät und RS485 als Standard-Serial-Port – ohne dass spezielle Treiber oder eine Herstellerbindung erforderlich sind. Dank dieser Transparenz ist ChargeBridge nicht an Everest gebunden; jede Ladesoftware kann die bereitgestellten virtuellen lokalen Schnittstellen nutzen.

Skalierung von einem Port auf Tausende

Eine der ungewöhnlichsten Eigenschaften der ChargeBridge-Architektur ist ihre Skalierbarkeit. Da der Linux-Host über Ethernet mit jedem Modul kommuniziert, muss er sich nicht physisch am selben Standort wie der Ladeanschluss befinden. Ein einzelner Linux-Controller (oder ein virtualisierter Cluster) kann Dutzende oder sogar Hunderte von ChargeBridge-Modulen verwalten, die über ein Gelände verteilt sind. In einem großen Parkhaus mit 2.000 Ladeplätzen kostet die Ausführung der übergeordneten Logik auf einem kleinen Rackserver-Cluster nur einen Bruchteil



dessen, was 2.000 einzelne Embedded-Linux-Boards zusätzlich kosten würden.

Diese sogenannte Satellitenarchitektur ermöglicht auch hochverfügbare Designs. PIONIX hat den Ansatz anhand von Proxmox-Virtualisierungsclustern demonstriert, bei denen die virtuelle Maschine, auf der Everest läuft, während geplanter Wartungsarbeiten zwischen physischen Hosts migriert werden kann, ohne eine laufende DC-Ladesitzung zu unterbrechen. Für Busdepots, Flottenbetreiber oder große öffentliche Ladestationen bietet diese Art von Ausfallsicherheit einen echten wirtschaftlichen Mehrwert.

Zertifizierungsrisiko aus der Entwurfsphase entfernt

ChargeBridge-Module sind vorzertifiziert. Die CCS-Variante ist ab sofort verfügbar; Module für MCS, CHAdeMO, Chaoji und GB/T befinden sich derzeit in der Testphase und werden voraussichtlich folgen. Für Hersteller, die mehrere regionale Märkte bedienen, verändert die Möglichkeit, ein anderes zertifiziertes Modul einzusetzen, anstatt die gesamte Controllerplatine neu zu entwickeln und zu zertifizieren, die Wirtschaftlichkeit der Produktentwicklung für mehrere Märkte erheblich.

Das Modul erfüllt außerdem eine neuere Konformitätsanforderung, die überrascht hat: die Überspannungsüberwachungsfunktion, die in der Revision 2023 der IEC 61851-23 vorgeschrieben ist und nun verpflichtend wird. Diese ist in der vorinstallierten Firmware enthalten und sofort aktiv.

Von der Entwicklung zur Produktion

PIONIX bietet über den Sample-Shop von CODICO verschiedene Evaluierungskits an, die jeweils auf unterschiedliche Entwicklungsphasen

zugeschnitten sind. Das Breakout-Board für die EVSE-Seite stellt alle Modulschnittstellen über Standardanschlüsse bereit und unterstützt sowohl AC- als auch DC-CCS-Szenarien bis zu 1000V bei Anschluss an externe Hochspannungskomponenten. Damit ist es ein praktischer Ausgangspunkt für Prototyping und schnelle Entwicklungszyklen direkt am Entwicklerarbeitsplatz. Ein spezielles AC-Satelliten-Evaluierungsboard richtet sich an Kunden, die Wanddosen oder AC-Mehrfachsteckdosen-Installationen entwickeln.

Offene Referenzdesigns und Schaltpläne für Trägerplatten werden auf GitHub veröffentlicht. PIONIX bietet im Rahmen seiner Entwicklungsdienstleistungen Schaltplanprüfungen und Unterstützung bei der Inbetriebnahme an. Dokumentierte Referenzdesigns, leicht zugänglicher Support und ein Modul, das die komplexen Zertifizierungsprozesse übernimmt: Damit positioniert sich PIONIX als schnellster Weg von der Idee zum marktreifen, konformen Produkt.

Das Gesamtbild

PIONIX ChargeBridge und Everest sind die ersten Bausteine für Software-Defined Charging, die derzeit auf dem Markt erhältlich sind.

ChargeBridge ist die Antwort von PIONIX auf ein Muster, das das Unternehmen bei der Zusammenarbeit mit Ladegeräteherstellern immer wieder beobachtete: Teams verbrachten Monate damit, dieselben grundlegenden Probleme immer wieder aufs Neue zu lösen – jedes Team auf eigene Kosten und mit demselben Zertifizierungsrisiko. Indem diese Ebene in ein wiederverwendbares, vorzertifiziertes Modul integriert wird, können sich die Hersteller auf die Alleinstellungsmerkmale ihres Produkts konzentrieren, wie Be-

nutzerfreundlichkeit, Energiemanagement und Cloud-Integration, anstatt auf die Infrastruktur.

Da Everest mittlerweile auf über 100.000 Ladestationen – darunter Heimpladegeräte, öffentliche Schnellladestationen und DC-Schnellladestationen – im Einsatz ist und Chiphersteller die Technologie auf Veranstaltungen wie der embedded world präsentieren, wächst das Ökosystem rund um diesen Ansatz rasant. ChargeBridge-Evaluierungskits sind demnächst im CODICO Sample-Shop erhältlich. Anfragen zu kommerziellen Themen richten Sie bitte an das CODICO-Vertriebsteam.

Entwicklung von Ladegeräten für alle globalen Standards

Nach dem erfolgreichen Launch von ChargeBridge und der Skalierung der Produktion mit ersten Kunden geht PIONIX den nächsten Schritt: die Vervollständigung der ChargeBridge-Familie. Auf der diesjährigen Power2Drive in München präsentierte PIONIX ChargeBridge-Module für MCS und alle CAN-basierten Standards (GB/T, CHAdeMO und Chaoji). In Kombination mit dem Open-Source-Laderegler Everest von LF Energy eröffnet ChargeBridge mit diesen Erweiterungen zahlreiche neue Möglichkeiten, verschiedene Standards in einem Ladegerät zu unterstützen und gleichzeitig dieselbe Hardware- und Softwarearchitektur für ein globales Portfolio zu nutzen. Dadurch können Ladegerätehersteller die Markteinführungszeit ihrer neuen Produkte verkürzen und die Gesamtbetriebskosten (TCO) ihres gesamten Portfolios senken.

A03

Christian Nick, +43 1 86305 296
christian.nick@codico.com



Open-Source-Everest-Stack

Die PIONIX GmbH mit Hauptsitz in der Region Karlsruhe hat den Open-Source-Ladesoftware-Stack LF Energy Everest entwickelt und bietet weltweit Herstellern von Ladegeräten Engineering-, Zertifizierungs- und Unternehmensdienstleistungen an.

SMART

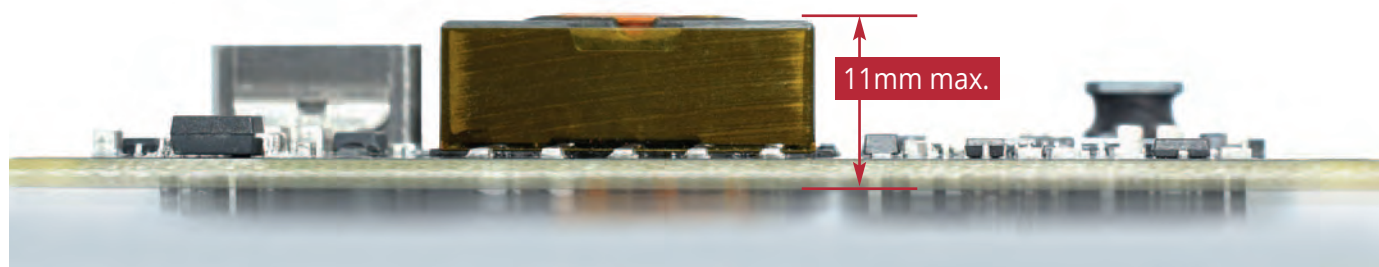
Ag59800-ULP PoE++ .bt Power-Modul in Niederbauweise

Neueste Display-Technologien verfügen über höhere Wirkungsgrade und dadurch über eine insgesamt geringere Leistungsaufnahme. Dadurch steht für die Stromversorgung von Smart Screens, Monitoren, Touchpanels und ähnlichen Geräten eine Vielzahl sowohl etablierter als auch neu aufkommender Versorgungstechnologien zur Verfügung.

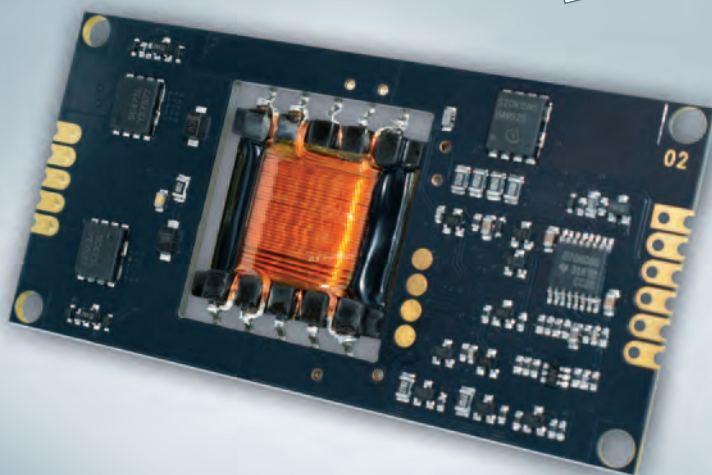
Getrieben durch gesetzliche Vorgaben und Verbrauchererwartungen ermöglichen es die heutigen Power-Budgets, diese Marktentwicklungen über Power-over-Ethernet (PoE) und USB-Lösungen zu bedienen. SILVERTEL hat ein neuartiges Produkt entwickelt – und befindet sich in der kontinuierlichen Weiterentwicklung solcher

Lösungen – die es Entwicklern und Systemintegratoren ermöglichen, Stromversorgungsmodule direkt in Display-Geräte zu integrieren. Dies bietet äußerst kosteneffiziente und installationsfreundliche Lösungen für Smart Advertising, den Einzelhandel, Zugangskontrollsysteme und viele weitere Applikationen.

Seit der Ratifizierung des Standards IEEE 802.3bt für PoE im Jahr 2019 ist eine Leistungsübertragung von bis knapp 100W über eine Distanz von 100 Metern via Cat5e-Kabel möglich. Mit dem Ag59800-ULP von SILVERTEL, einem PD-Modul (Powered Device) der zweiten Generation, welches direkt in ein Peripheriegerät integriert wird, lassen sich knapp 90W Leistung zwischen PSE (Power Sourcing Equipment) und dem PD übertragen. Dies macht die Installation von Monitoren und Displays extrem unkompliziert und bietet absolute Flexibilität bei der Gestaltung der Endgeräte, da lediglich eine einzige Ethernet-Ver-



DISCOVER MORE AT
electronica



Ag59800-ULP PoE++ .bt Power-Modul

 Silvertel

bindung für die Stromversorgung sowie die Audio- bzw. Videodatenübertragung benötigt wird.

Im Jahr 2025 brachte SILVERTEL sein hocheffizientes PoE++ PD-Modul Ag59800-LPB auf den Markt (erhältlich über den CODICO Sample-Shop) und erweitert dieses Portfolio nun durch ein neues Format: die »-ULP«-Variante (»Ultra-Low-Profile«). Konzipiert für smarte Display-Systeme wie Monitore, Touchscreen-Displays und HMI-Bildschirme in den Bereichen Digital Signage, Prozessautomatisierung und Thin-Client-Netzwerke, zeichnet sich die neue Bauform (Ag59800-ULP) durch eine maximale Bauhöhe von nur 11mm aus. Das ermöglicht eine mühelose Integration direkt im Displaygehäuse. Somit kann der Bildschirm über PoE versorgt werden, ohne dass eine störende Gehäuseausbuchtung (»Power Bulge«) entsteht. Netzspannungskabel werden überflüssig, was die Installationsflexibilität erhöht und Kosten senkt: Cat-5/6-Kabel können überall flexibel verlegt werden, wodurch der Auf-

wand und die damit verbundenen Kosten für die Installation von Netzsteckdosen durch einen Elektriker entfallen.

Die Ag59800-ULP-Serie ist die neueste Ergänzung im Portfolio hoch integrierter PoE-Module von SILVERTEL. Sie eignet sich gleichermaßen für Anwendungen in den Bereichen Sicherheit, Einzelhandel, Audio/Video (A/V), Kommunikation und Transport, in denen eine hohe Leistung und optimierte Effizienz unter den heutigen Betriebsbedingungen unerlässlich sind. Das Modul ist mit einem einstellbaren 12V-Ausgang (Ag59812-ULP) oder 24V-Ausgang (Ag59824-ULP) erhältlich und ermöglicht es, die Ausgangsspannung an die gängigen Betriebsspannungen von Monitoren und Bildschirmen anzupassen. Die extrem flache Bauhöhe von maximal 11mm prädestiniert das Modul für Anwendungen mit begrenztem Bauraum in der Höhe (»Headroom«) – wie beispielsweise in Smart Displays zur Versorgung interner Prozessoreinheiten –, bei denen zwar Einschränkungen bezüglich Länge und Breite bestehen, die Tiefe (bzw. Höhe) jedoch den wirklich kritischen Parameter darstellt.

Darüber hinaus verfügt das Ag59800-ULP über eine Option zur Ausgangsspannungsanpassung, die über einen externen Widerstand nach oben oder unten angepasst werden kann. Die Trimmfunktion nach unten ermöglicht bei der 24V-Variante eine Reduzierung auf bis zu 18,5V, wodurch sich die typischen Betriebsspannungen von Display-Geräten und Laptops problemlos abdecken lassen.

Eines der Hauptmerkmale dieses neuen Moduls ist das »Flexi-Format« für die Anbindung an die Leiterplatte. Durch halbe Durchkontaktierungen (sogenannte »Castellations«) an den Anschlussflächen entlang der Platinenkante kann das Modul plan auf einer Host-Leiterplatte montiert und im SMT-Reflow-Verfahren gelötet werden. Alternativ lässt es sich über eine Stiftleiste mittels Durchsteckmontage (THT) kontaktieren, was sowohl die mechanische als auch die elektrische Verbindung zur Host-Leiterplatte herstellt. Ebenso ist der Anschluss über kundenspezifische Steckverbinder oder Litzenleitungen (»Flying Leads«) möglich.

Das PD-Modul Ag59800-ULP identifiziert sich gegenüber einem IEEE-802.3bt-konformen PSE als Device der Klasse 8, das typischerweise 90W bei entweder 12V oder 24V verarbeiten kann. Das Modul ist – wie bei SILVERTEL-Produkten üblich – für den industriellen Temperaturbereich ausgelegt.

Mit Wirkungsgraden von typischerweise 95% bei 12V und 93,5% bei 24V ist die Ag59800-ULP-Serie eine überzeugende Wahl, die hohe Leistung bei maximaler Effizienz für platzkritische Anwendungen bietet. Darüber hinaus verfügt das Modul über einen integrierten thermischen Schutz: Bei zu hohen Umgebungstemperaturen wird der Ausgang abgeschaltet, bis die Temperatur wieder auf einen sicheren Betriebspunkt sinkt. Anschließend nimmt das Gerät den normalen Betrieb ohne Beschädigung wieder auf.

Mit Abmessungen von 70×35×11mm (L×B×H) bietet das Modul alle erforderlichen Funktionen für Identifikation, Klassifizierung, galvanische Trennung und DC/DC-Wandlung, die von einem PoE-PD gefordert werden. Eine einfache Integration und hohe Benutzerfreundlichkeit sind feste Kennzeichen der SILVERTEL-Produkte. Auch dieses Modul macht hier keine Ausnahme und benötigt nur sehr wenige, kostengünstige externe Komponenten.

Unterstützung bei der Applikationsentwicklung steht in Form von Evaluation-Boards, schnellem, fachlich kompetentem E-Mail-Support, Application Notes sowie Schaltplan- und Layout-Prüfungen (Design Reviews) bereit.

A04

► Andreas Hanausek, +43 1 86305 131
andreas.hanausek@codico.com

AI-READY

Neue MCU mit AI und Wi-Fi/Bluetooth für EDGE-AI in IoT-Netzwerken



Seit den Anfängen des Internets der Dinge (IoT) spielen vernetzte Geräte eine zentrale Rolle bei der Erfassung und Verarbeitung von Daten aus der realen Welt. Da KI-Workloads immer näher an die Geräte rücken, immer anspruchsvoller werden und Echtzeit-Reaktionsfähigkeit entscheidend wird, liegt der Wert nicht mehr im Sammeln von Daten. Es ist unerlässlich, auf diese Daten zu reagieren und über eine Inferenz-Engine direkt am Edge zu verfügen, um entsprechend handeln zu können. Dieser Wandel verlagert KI-native Rechenleistung aus der Cloud hin zum Edge, wo Entscheidungen sofort getroffen werden können. Um diese Herausforderungen anzugehen, hat SYNAPTICS jetzt seine erste integrierte MCU mit Wi-Fi/Bluetooth am Markt eingeführt.

Leistungsfähige Edge-AI mit integrierter drahtloser Verbindungstechnologie

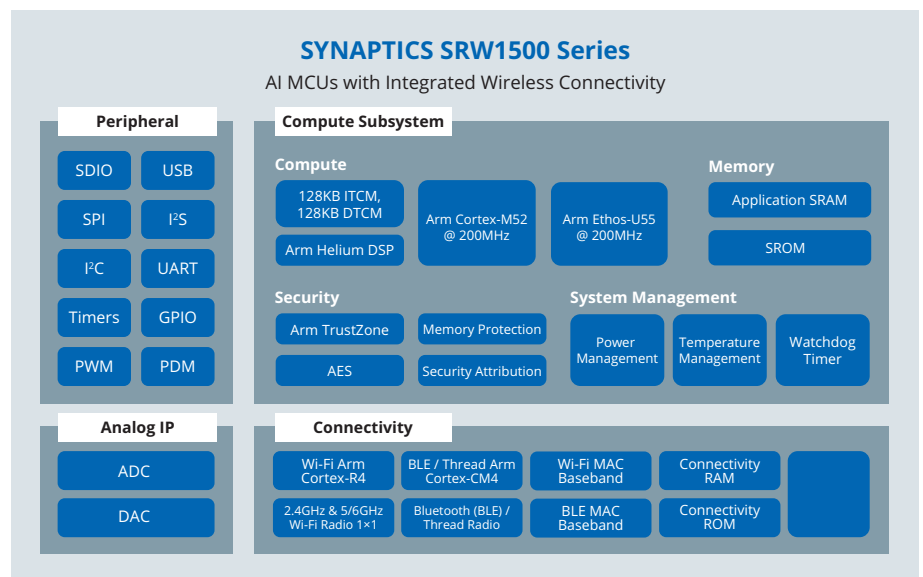
Um am Edge Schritt zu halten – und dort Innovationen voranzutreiben – reicht es nicht aus, Geräte lediglich mit der Cloud zu verbinden, um intelligente Funktionen zu nutzen. Echtzeitreaktionen auf Daten erfordern eingebettete Intelligenz in vernetzten Geräten. Mit dem weiteren Wachstum des IoT werden die Leistungsbudgets weiter schrumpfen und die Anforderungen an die Latenzzeit immer strenger werden. Eine Single-Chip-KI-MCU-Plattform bewältigt diese Herausforderungen und verbessert gleichzeitig Geräteeintelligenz und Sicherheit.

Für IoT-Systeme, die diese Art von Echtzeit-Inferenz, Reaktionsfähigkeit mit geringer Latenz und fortschrittlicher drahtloser Konnektivität erfordern, ist die SRW1500-Serie die Lösung: eine Ein-Chip-KI-MCU-Plattform, die einen Arm® Cortex®-M52-Prozessor, 1MB On-Chip-SRAM, eine Arm® Ethos™-U55-NPU für effiziente Inferenz auf dem Gerät sowie Wi-Fi7-Konnektivität in einem einzi-

gen Gerät vereint – speziell entwickelt für Echtzeit-Edge-KI-Inferenz in vernetzten IoT-Anwendungen.

Diese eng integrierte Architektur bietet optimierte Edge-AI-Leistung für eine stets aktive Sensorik,

Kontextwahrnehmung und geräteinterne Entscheidungsfindung. Durch die Kopplung der MCU und der KI-Architektur auf Siliziumebene ermöglicht die Plattform anspruchsvolle Anwendungsfälle wie die Erkennung von Sprachbefehlen, die Klassifizierung von Geräuscheignissen und KI-



gestützte Wi-Fi-Sensorik zur Anwesenheits- und Bewegungserkennung.

Die SRW1500-Serie vereint Rechenleistung, geringen Stromverbrauch und optimierte Systemkosten und integriert zudem Multiprotokoll-Funkonnektivität in einem einzigen Gerät, wodurch sie sich ideal für intelligente Edge-Anwendungen eignet.

Vorteile einer Single-Chip-AI-MCU-Plattform für Connected IoT

In erster Linie vereinfacht sie die Systemarchitektur, indem sie die Chip-zu-Chip-Kommunikation zwischen einzelnen Komponenten überflüssig macht und MCU, NPU (für KI) sowie Funkmodule in einer einzigen, eng gekoppelten Plattform vereint. Diese On-Chip-KI-Inferenz reduziert die Latenz, ermöglicht eine schnellere Entscheidungsfindung und senkt den Gesamtstromverbrauch.

Wie bereits erwähnt, reduziert die Ein-Chip-Architektur die Latenz, indem Sensordaten, KI-Inferenz und die daraus resultierende Aktion vollständig auf dem Gerät verbleiben. Im Vergleich zur Übertragung von Daten in die Cloud ermöglicht dies eine Entscheidungsfindung in Echtzeit.

Natürlich führen mehrere Chips und Verbindungselemente zu höheren Kosten und größeren Leiterplattenflächen. Außerdem können sie aufgrund der eingeschränkten Abstimmung zwischen Rechenleistung und Konnektivität zu Engpässen an den Chip-Schnittstellen führen. Ein einzelner Chip ist als integriertes Bauteil nicht nur kostengünstiger, sondern auch effizienter, da KI, MCU und Konnektivität gemeinsam entwickelt wurden, um Datenpfade und Ablaufplanung zu optimieren.

Sicherheit ist ebenso entscheidend. Die Ein-Chip-Architektur des SRW1500 setzt neue Maßstäbe auf Siliziumebene und reduziert die Angriffsfläche, die bei Multi-Chip-Designs entsteht, wenn Daten Chipgrenzen überschreiten. Da Sicherheit und Rechenleistung auf einem Gerät vereint sind, verbleiben sensible Inferenzdaten auf dem Gerät, was die Einhaltung immer strengerer IoT-Sicherheitsstandards unterstützt. Der SRW1500 verfügt über eine »Secure Island« mit PSA-Level-3-Zertifizierung, wodurch die Sicherheitsvalidierung auf eine einzige, überprüfbare Plattform vereinfacht wird, anstatt auf mehrere diskrete Komponenten verteilt zu sein.

Reduzierte Designkomplexität mit einem einheitlichen AI-MCU-SDK

Einer der größten Vorteile der Umstellung auf eine Single-Chip-MCU besteht darin, dass sie das Design vereinfacht und so die Entwicklungszeiten sowie die damit verbundenen Kosten senkt. Durch den Wegfall des Designs von Chip-zu-Chip-Schnittstellen und die Bereitstellung eines einheitlichen, offenen SDKs profitieren Ingenieure von einer einheitlichen Entwicklererfahrung sowohl bei eigenständigen als auch bei vernetzten Rechenimplementierungen. So können sie sich ganz auf ihre Kernkompetenzen konzentrieren, ohne durch Rechen- oder Verbindungsprobleme ausgebremst zu werden.

So können Entwickler von Smart-Kühlschränken beispielsweise den Fokus auf Endnutzererlebnisse legen, wie beispielsweise Anwendungen zur Luftqualitätsüberwachung, die den Verderb von Lebensmitteln erkennen können – in dem Wissen, dass sie über eine KI-fähige MCU verfügen, die Konnektivität bietet und so eine umfassendere, personalisiertere Intelligenz ermöglicht, die sowohl auf dem Gerät selbst als auch über IoT-Netzwerke hinweg verwaltet wird. Das SDK der SRW1500-Serie unterstützt FreeRTOS™ und Zephyr® und bietet eine entwicklerfreundliche Umgebung mit vorintegrierter Firmware und Middleware für KI-beschleunigte Konnektivitätsstacks.

Eine integrierte Plattform für die schnellere Entwicklung intelligenter Edge-KI-Systeme

Da KI weiterhin als Motor für Innovationen fungiert, erwarten Verbraucher neue Funktionen in den Bereichen Smart Home, Haushaltsgeräte, Haussicherheit und Unterhaltungselektronik. Edge-KI beschleunigt diesen Wandel, indem sie Entwicklern ermöglicht, intelligenter, reaktionsschnellere und differenziertere Benutzererlebnisse zu schaffen – von vorausschauender industrieller Sensorik bis hin zu kontextbezogener Smart-Home-Automatisierung. Das Potenzial von Edge-KI ist nur durch die Vorstellungskraft der Entwickler begrenzt.

Um in diesem Bereich erfolgreich zu sein, bedarf es mehr als nur Edge-AI-Fähigkeiten. Entscheidend sind effiziente Tools, die die Erstellung, Optimierung und Bereitstellung von Modellen vereinfachen. Die SRW1500-Plattform bietet genau diese Kombination und hilft Entwicklern so,

Innovationen voranzutreiben und gleichzeitig die Komplexität zu reduzieren.

Durch die Bereitstellung von Rechenleistung und Konnektivität auf einem einzigen Chip – und von einem einzigen Anbieter – können Ingenieure die Komplexität reduzieren und sich darauf konzentrieren, diese Innovationen schneller auf den Markt zu bringen. Mit erstklassiger Rechenleistung erweitert der SRW1500 das Astra-MCU-Portfolio als eine der branchenweit ersten Single-Chip-KI-MCU-Plattformen mit integrierter Wi-Fi7-Konnektivität, unterstützt durch offene, entwicklerfreundliche Software für kontinuierliche KI am äußersten Rand des IoT-Netzwerks. Der SRW1500 bietet Entwicklungsteams eine schnellere Umsetzung von Ideen basierend auf einer ASTRA-Plattform von SYNAPTICS.

Module basierend auf dem SRW1500 von AMPAK

Der langjährige Wi-Fi- und Bluetooth-Modulpartner von SYNAPTICS, AMPAK, ein taiwanesisches Unternehmen, bietet Muster des AP72312 auf Basis des SRW1500 an.

Wichtige Funktionen des AP72312

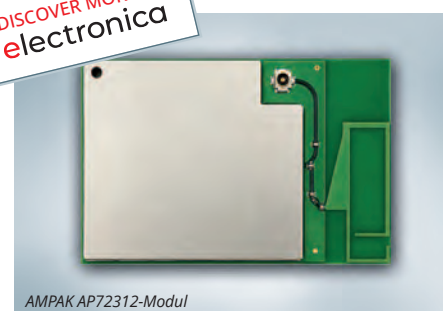
- LGA-Gehäuse 35×23mm
- MCU-Subsystem
- Arm MCU: Cortex-M52
- Arm NPU: Ethos-U55
- PSA-Level-3-Security
- Memory: 1MB SRAM
- Peripherien: USB, UARTs, I²C Host/Target, SPI, PWM, ADC, SDIO und bis zu 32GPIOs (max.)

SRW1500-Eval-Boards von SYNAPTICS und AMPAK AP72312-Module sind im CODICO Sample Shop erhältlich.

A05

► Achim Stahl, +49 89 130143814
achim.stahl@codico.com

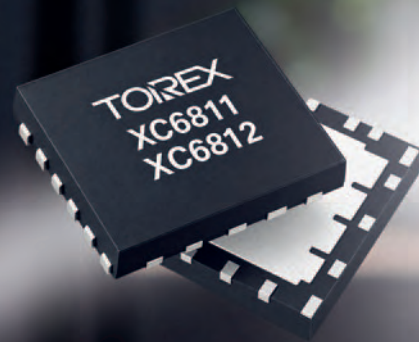
DISCOVER MORE AT
electronica



AMPAK AP72312-Modul

KOMPAKT

XC6811/XC6812: Multifunktionale Li-Ionen-Lade-ICs für ein effizientes Strommanagement



Mit der zunehmenden Integration elektronischer Systeme sowie den steigenden Anforderungen an Energieeffizienz und funktionale Sicherheit wächst die Komplexität bei der Auslegung von Schaltungen für das Laden von Akkus und das Energiemanagement. Kompakte Systeme wie IoT-Geräte, Wearables und industrielle Backup-Module erfordern nicht nur effizientes Laden, sondern auch eine nahtlose Stromverteilung, minimalen Standby-Verbrauch und eine robuste Systemsteuerung.

Die Serien XC6811 und XC6812 von TOREX Semiconductor begegnen diesen Herausforderungen mit hochintegrierten, multifunktionalen Li-Ionen-Lade-ICs, die Ladesteuerung, System-Energieverwaltung und – einzigartig – eine Steuerung mittels Push-Button in einem einzigen kompakten Baustein vereinen.

Vereinfachung der Systemkontrolle mit einem integrierten Push-Button

Ein herausragendes Merkmal des XC6811/XC6812 ist die integrierte Unterstützung für die Steuerung

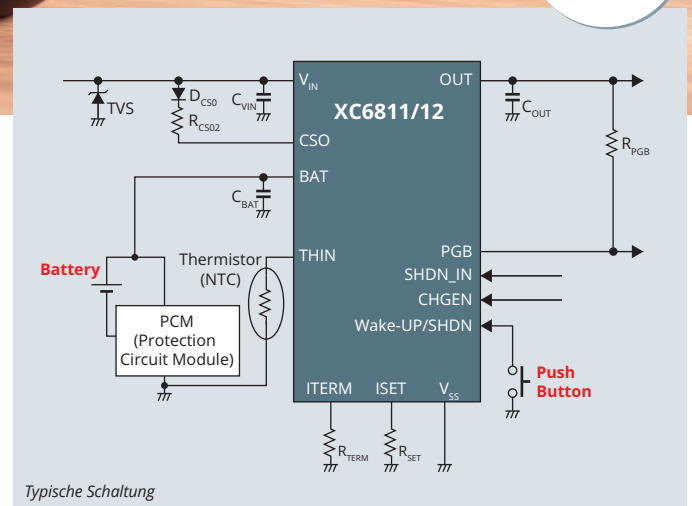
über einen Push-Button, der eine intuitive und zuverlässige Bedienung des Systems ermöglicht, ohne dass zusätzliche externe Komponenten erforderlich sind.

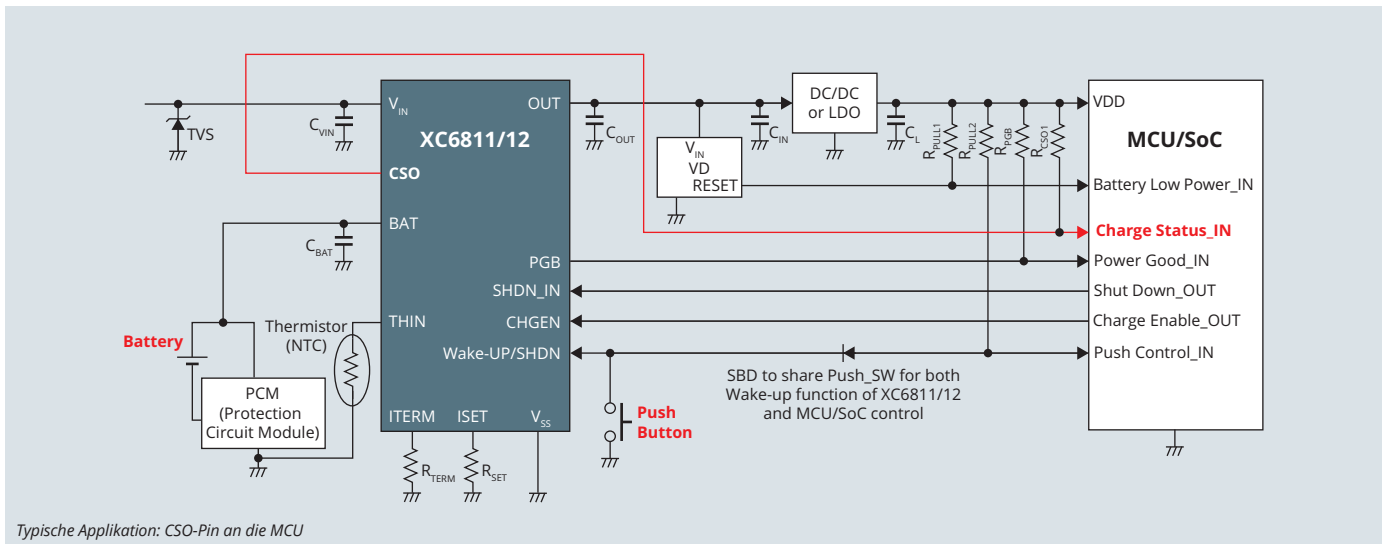
Diese Funktionalität ermöglicht das Aktivieren des Systems über einen Push-Button oder den VIN-Eingang sowie das Herunterfahren über die MCU oder durch langes Drücken. Außerdem ermöglicht sie ein erzwungenes Herunterfahren und die Wiederherstellung im Falle eines Systemabsturzes.

Durch die direkte Integration dieser Funktion in den Lade-IC vereinfachen die XC6811/XC6812 das Systemdesign erheblich und verbessern gleichzeitig die Benutzerfreundlichkeit und Robustheit, insbesondere bei kompakten, batteriebetriebenen Geräten.

Effizientes Energiemanagement durch Strompfadarchitektur

Weiters verfügen die Modelle XC6811/XC6812 über eine Strompfadarchitektur, die eine unabhängige Steuerung des Ladevorgangs und der Sy-





stemstromversorgung ermöglicht. Die Systemlast wird, sofern verfügbar, direkt über den OUT-Pin (~4,8V) von VIN gespeist, und der Ladestrom wird automatisch an den Systembedarf angepasst.

Ein nahtloser Übergang zwischen Eingangsspannung und Batterie gewährleistet einen unterbrechungsfreien Betrieb. Dieser Ansatz sorgt für einen stabilen Systembetrieb während des Ladevorgangs und optimiert gleichzeitig die Gesamtenergieeffizienz.

Ultra-Low Power Betrieb mit Transport-Modus

Die XC6811/XC6812-Serie ist auf einen extrem niedrigen Stromverbrauch im Standby- und Lagerzustand ausgelegt. Der Abschaltstrom beträgt nur 10nA und der Stromverbrauch im Batteriemodus beträgt ca. 30nA. Dies ermöglicht einen effektiven »Transport-Modus«, der eine Entladung der Batterie während der Lagerung oder

des Transports verhindert und sicherstellt, dass die Geräte auch nach längeren Zeiträumen einsatzbereit sind.

Flexible Ladekonfigurationen für diverse Li-ion Applikationen

Die Modelle XC6811/XC6812 bieten eine flexible Ladesteuerung und unterstützen eine Vielzahl von Lithium-Ionen-Akkutypen und -Kapazitäten:

- Ladespannung: 3,10V bis 4,50V
- Einstellbarer Ladestrom und Abschaltstrom mit externen Widerständen
- Ladestrombereich:
XC6811: 1mA bis 50mA
XC6812: 25mA bis 400mA

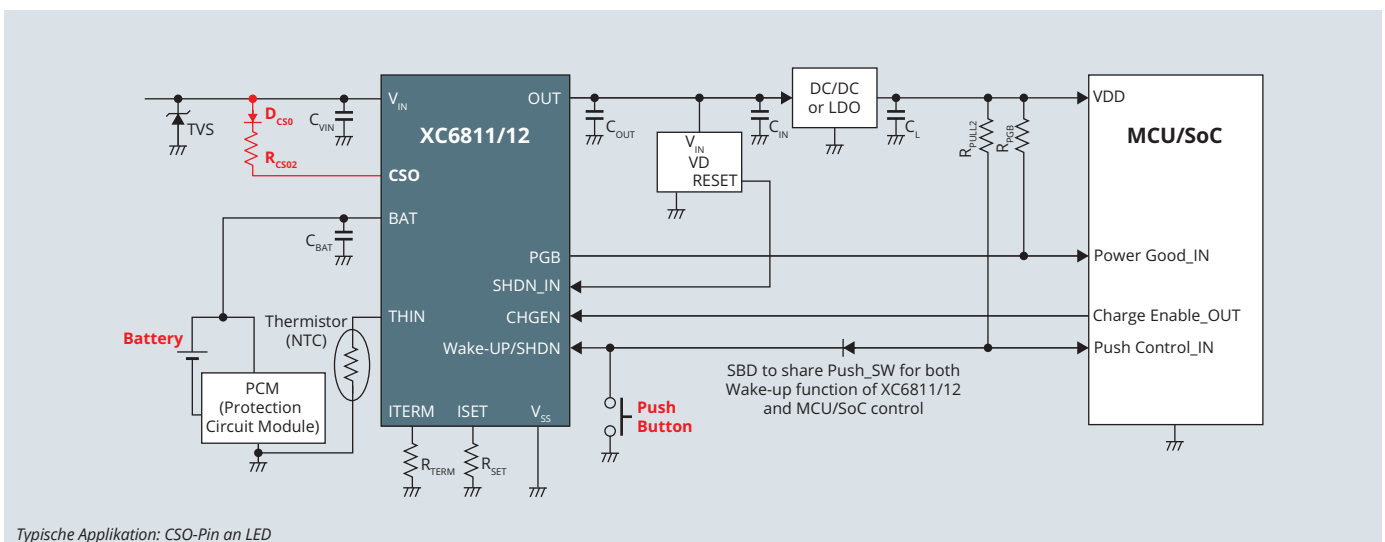
Es wurde ein vollständiges CC/CV-Ladeprofil implementiert, einschließlich Erhaltungsladung, Konstantstrom, Konstantspannung, Ladeabbruch und automatischer Nachladung.

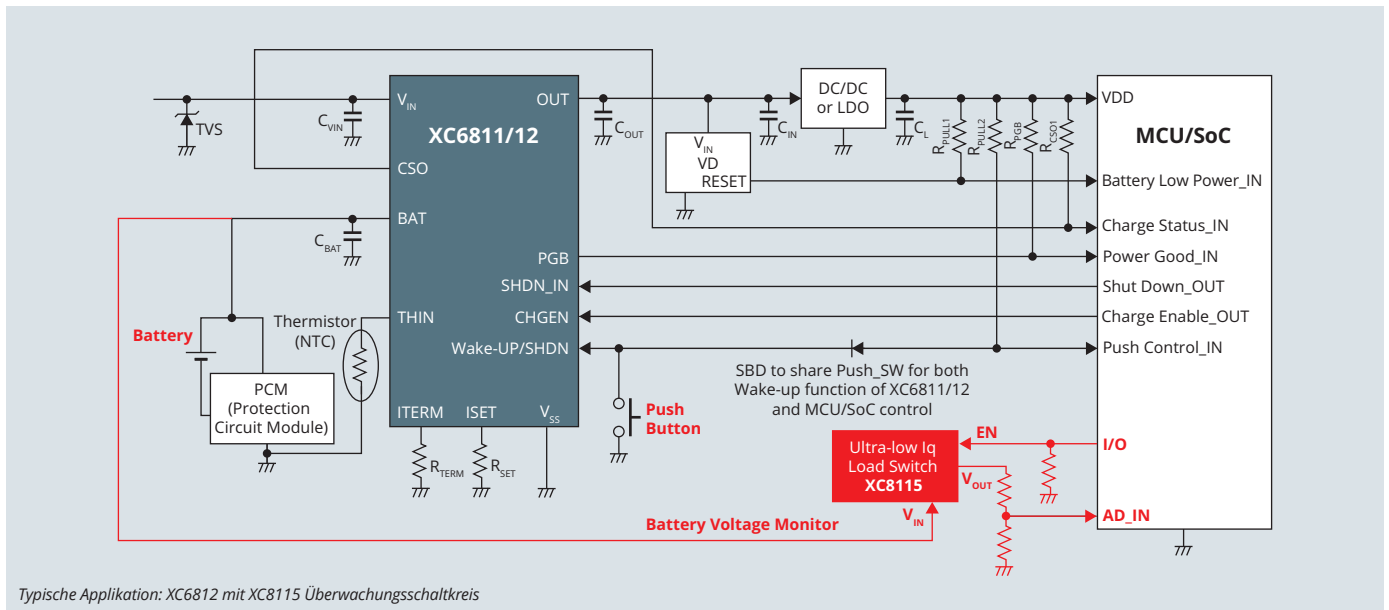
Built-In Protection und Monitor-Funktionen

Um einen zuverlässigen Betrieb unter realen Einsatzbedingungen zu gewährleisten, verfügen die Modelle XC6811/XC6812 über eine umfassende Palette an Schutzfunktionen:

- Input current limiting (typically 480mA) zum Schutz der Versorgung
- Reverse current protection, um einen Rückfluss des Stromes zu verhindern
- Thermische Abschaltung limitiert die Junction-Temperatur (~130°C Grenze)
- UVLO (under-voltage lockout) für einen stabilen Betrieb
- Battery temperature monitoring (JEITA compliant) per NTC-Thermistor

Der Ladezustand kann über den CSO-Pin abgefragt werden, was eine einfache Überwachung durch eine MCU oder eine LED-Anzeige ermöglicht.





Verbesserte Systemüberwachung mit XC8115 Load Switch

Die Integration des TOREX XC8115 mit extrem niedrigem Iq verbessert das Energiemanagement auf Systemebene weiter. In einer typischen Konfiguration verbindet der XC8115 die Batteriespannung nur während der Messung mit dem ADC der MCU. Der IC verbraucht im Standby-Modus 0µA, wodurch der durch die Überwachung verursachte Stromverbrauch entfällt.

Dieser Ansatz ermöglicht eine genaue Überwachung der Batteriespannung ohne Beeinträchtigung der Standby-Batterielebensdauer und mit flexiblen, softwaregesteuerten Messzeitpunkten.

Kompakte Gehäuseformen für flächenlimitierte Designs

Um Anwendungen von ultrakompakten Wearables bis hin zu industriellen Systemen zu unterstützen, werden die Modelle XC6811/XC6812 in zwei Gehäusevarianten angeboten, sodass Entwickler ein Gleichgewicht zwischen Größe, thermischer Leistung und Herstellbarkeit finden können.

Das WLP-15-01 (1,27×1,97×0,33mm) Wafer-Level-Gehäuse ist auf extreme Miniaturisierung optimiert und bietet eine extrem kleine Grundfläche sowie eine extrem geringe Bauhöhe für Designs mit sehr begrenzten Platzverhältnissen.

Das DFN3030-12A (3,0×3,0×0,75mm) bietet eine robustere Lösung mit einer größeren Grundfläche, die die Wärmeableitung und die Verlustleistung verbessert, wodurch er sich für ein breites Anwendungsspektrum eignet.

Applikationen

Die XC6811/XC6812-Serie wurde für Anwendungen entwickelt, die kompakte, stromsparende und hochintegrierte Ladelösungen erfordern, darunter industrielle MCU-Backup-Systeme, Wearables und Hearables, IoT-Sensoren und Edge-Knoten sowie batteriebetriebene Kommunikationsmodule.

Bestellen Sie doch einfach Muster für einen Test.

FAZIT

Die Bausteine XC6811 und XC6812 bieten eine hochintegrierte Lösung für das Laden von Lithium-Ionen-Akkus und das System-Energiemanagement. Durch die Kombination aus Push-Button-Steuerung, Strompfadarchitektur, extrem niedrigem Standby-Stromverbrauch und flexibler Ladekonfiguration vereinfachen diese Bausteine das Design und verbessern gleichzeitig den Wirkungsgrad und die Zuverlässigkeit.

In Verbindung mit einem Load Switch mit extrem geringem Stromverbrauch wie dem XC8115 ermöglichen sie fortschrittliche Energiearchitekturen, die sich ideal für kompakte elektronische Systeme der nächsten Generation eignen.

A06

➤ Johannes Kornfehl, +43 1 86305 149
johannes.kornfehl@codico.com

ePaper

Eine Einführung

Elektronische Preisschilder sind mittlerweile aus vielen Geschäften nicht mehr wegzudenken. Unser besonderes Interesse gilt dem verwendeten Display – dem sogenannten »elektronischen Papier« oder ePaper, wie es nicht ganz korrekt bezeichnet wird. Grund genug, diese innovative Darstellungstechnik und ihre Vorteile näher zu betrachten.

Geschichte

Schon nach der Serienreife von TFT-LCDs suchten Forscher eine Technik, um sehr dünne, kontrastreiche und vor allem extrem stromsparende Displays herzustellen. Ziel war, papierähnliche Anzeigen für Inhalte zu produzieren, die sich selten ändern.

Bereits in den 1970er-Jahren entwickelte Nicholas Sheridon, Forschungsmitarbeiter bei Xerox in Palo Alto, mit »Gyricon« das erste elektronische Papier. Es gilt als Urahn aller heutigen ePaper. Es hatte papierähnliche Eigenschaften, war dünn und

flexibel, bot einen hervorragenden Blickwinkel und konnte tausendfach neu beschrieben werden. Eine dünne, transparente Plastikfolie enthielt Millionen kleiner, zweifarbigiger Kügelchen in ölgefüllten Blasen. Bei angelegter Spannung drehten sich die Kugeln und zeigten je nach Ausrichtung eine der beiden Farben. So entstanden Bilder oder Texte, die auch nach Abschalten der Spannung erhalten blieben. Hohe Produktionskosten verhinderten jedoch den kommerziellen Erfolg.

In den 1990er-Jahren entwickelten Joseph Jacobson und sein Team am MIT (Massachusetts In-

stitute of Technology) Mikroapseln, in denen weiße, elektrisch geladene Kügelchen in dunklem Öl schwammen. Ein elektrisches Feld bewegt die Partikel nach oben oder unten und macht so entweder die weißen Partikel oder das schwarze Öl sichtbar. Dieses Prinzip wird als Elektrophorese bezeichnet – die Wanderung elektrisch geladener Teilchen. Auf dieser Grundlage entwickelte die 1997 gegründete MIT-Ausgründung E Ink die heutigen elektrophoretischen Displays (EPD). 1999 ging das erste Display mit elektronischer Tinte in Serie.

Aufbau und Funktionsprinzip

Elektrophoretische Displays (EPD) sind heute die am weitesten verbreitete Technologie für papierähnliche Displays. Die ausgereifte und kostengünstige Technik kommt dem Erscheinungsbild von Papier sehr nahe.

ePaper-Displays mit Punktmatrix verwenden wie LCDs ein TFT-Substrat, meist aus Glas, zunehmend auch aus Kunststoff. Darauf liegt die »elektronische Tinte« mit Millionen winziger Mikroapseln. Ergänzt wird der Aufbau durch das VCOM-Pad, eine transparente ITO-Elektrode auf PET-Folie sowie Schutzschichten. Display-Controller und Schnittstelle sind integriert und über ein FPC (Flexible Printed Circuit) mit der Außenwelt verbunden (Abbildung 1).

Das Herzstück sind etwa 40 µm große Mikroapseln mit weißen, negativ und schwarzen, positiv geladenen Partikeln in einer klaren Flüssigkeit. Ein elektrisches Feld bewegt die Partikel je nach Polarität nach oben oder unten, sodass ein Pixel weiß oder schwarz erscheint. Haben die Partikel ihre Position erreicht, bleiben sie dort ohne weiteren Energieaufwand (Abbildung 2).

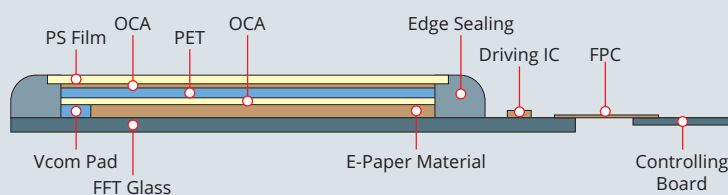


Abbildung 1

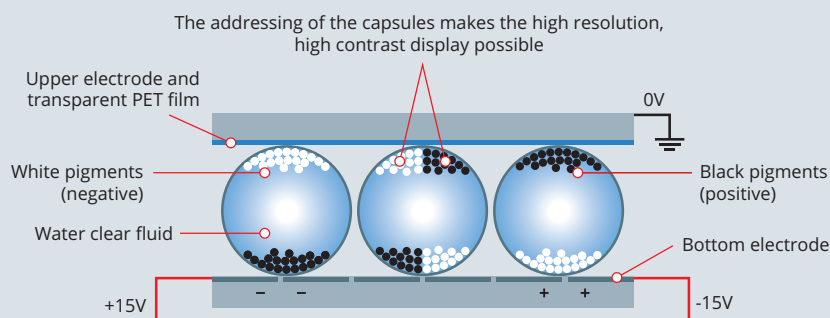


Abbildung 2



E Ink Holdings verwendet für seine »elektronische Tinte« schwarzen Kohlenstoff und weißes Titandioxid. Die Zusammensetzung der Flüssigkeit bleibt ein Firmengeheimnis.

Vorteile von ePaper

Stromverbrauch

Partikel bleiben bei abgeschalteter Spannung an Ort und Stelle. Strom wird daher nur für die Aktualisierung des Bildes benötigt. ePaper-Displays sind dadurch besonders energieeffizient und verlängern die Akkulaufzeit erheblich. eBook-Reader können mit einer Ladung oft wochen- oder sogar monatelang genutzt werden.

Darstellung

ePaper reflektiert Umgebungslicht ähnlich wie Papier. Die diffuse Reflexion sorgt für ein blendfreies, aus jedem Blickwinkel gut erkennbares Bild und schont die Augen. Bei starkem Licht ist die Lesbarkeit laut Forschungsdaten etwa 30 bis 40% besser als bei LC-Displays.



Mechanische Eigenschaften

ePaper sind mit 1 bis 2mm Dicke sehr dünn und daher extrem leicht, ideal also für tragbare Geräte. Flexible Varianten mit Kunststoff-Substrat sind circa 80% leichter, biegsam und bruchsicher. Das Ziel ist nicht nur, Displays zu entwickeln, die wie Papier aufgerollt werden können, sondern innovatives Produktdesign zu ermöglichen.

Nachteile von ePaper

Wo von Vorteilen die Rede ist, gibt es auch Nachteile. Diese sollen hier nicht unerwähnt bleiben.

Bildaufbau

ePaper haben einen langsamen Bildaufbau. Die Ursachen dafür sind das Interface und die Farbpartikel. Als Interface wird SPI verwendet, ein serielles Interface. Bei den heute üblichen ePaper-Auflösungen müssen sehr viele Daten übertragen werden. Anschließend müssen die Farbteilchen an die richtige Stelle bewegt werden. Die Bewegung mithilfe eines elektrischen Feldes braucht ebenfalls Zeit. Das Bild wird erst gelöscht und anschließend werden die neuen Daten geschrieben. Die Dauer liegt im Sekundenbereich für ein vollständiges Bild. Für dynamische Videos ist die Technologie nicht geeignet.

Ein großer Vorteil ist mittlerweile der sogenannte »Partial Update«: Dabei werden nur einzelne Bildbereiche aktualisiert, was besonders bei weitge-

hend gleichbleibenden Inhalten Zeit und Energie spart. Gleichzeitig werden neue Materialien und Ansteuerungstechnologien entwickelt, um die Reaktionszeiten deutlich zu verkürzen. Erste Lösungen ermöglichen sogar die Darstellung von Videos auf monochromen ePaper-Displays.

Farbdarstellung

Die meisten ePaper sind noch monochrom, dennoch nimmt die Umstellung auf Farbe zu. Sie lässt sich auf zwei Arten realisieren.

Ein Farbfilter wird über einem schwarz-weißen ePaper angebracht, auf ähnliche Weise geschieht das auch bei LCD. Oder es werden neue »elektronische Tinten« verwendet, die Mikrobecher anstelle von Mikroapseln verwenden und mehrere Farben enthalten. Über unterschiedliche Feldstärken des elektrischen Feldes werden die einzelnen Farbpartikel an die richtige Stelle bewegt. Die mittlerweile häufigste Variante enthält Schwarz, Weiß, Gelb und Rot.

Da ePaper mit reflektiertem Licht arbeiten, ist die Farbfiltervariante die schlechtere Option. Helligkeit und Farbgenauigkeit wirken etwas matt und die Farben haben etwas Pastellhaftes. Besser ist die Variante mit farbiger elektronischer Tinte. Die aktuelle Generation der Vier-Farb-Variante sieht sehr gut aus.

Mit Hochdruck wird an »Tinte« mit mehr Farben gearbeitet. Eine Variante mit sechs Farben ist bereits verfügbar und wird für elektronische Plakate verwendet.

Haltbarkeit

Prinzipiell sind EPD langlebig. Wer aber schon einmal in ein Datenblatt eines ePaper geschaut hat, wird feststellen, dass es Einschränkungen gibt. Der Arbeitstemperaturbereich bewegt sich in der Regel je nach Typ zwischen 0°C und 40°C oder 50°C. ePaper ist noch eine junge Technologie, deshalb fehlen Aussagen aus der Praxis über die tatsächliche Haltbarkeit.

Nach mittlerweile über 20-jährigem Einsatz konnte festgestellt werden, dass die tatsächliche Haltbarkeit besser ist als in der Spezifikation angegeben. Es folgte ein Upgrade einiger Datenblätter schwarz-weißer ePaper-Displays. Der Betriebstemperaturbereich wurde auf -20°C bis +60°C erweitert, den heute üblichen industriellen Temperaturbereichen.

Kosten

EPD sind derzeit vergleichsweise teuer und daher für Low-End-Anwendungen nur begrenzt attraktiv. Neue Produktionsverfahren wie Roll-to-Roll (R2R) sowie steigende Stückzahlen und verbesserte Fertigungsausbeute sollen die Kosten weiter senken. Damit könnten sich künftig zusätzliche Anwendungsfelder eröffnen.

Einsatzgebiete

Trotz der verhältnismäßig neuen Technologie gibt es bereits zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten für elektrophoretische Displays.

eReading

Im Jahr 2007 brachte Amazon den ersten »Kindle« auf den Markt (Abbildung 3). Die erste Generation dieser eReader hatte ein 6"-EP-Display mit vier Graustufen.



Abbildung 3

Heute haben sich eReader mit ePaper-Displays als Standard etabliert. Bis zum Jahr 2023 wurden weltweit über 150 Millionen Geräte ausgeliefert. Der Markt soll bis 2033 auf 111,3 Milliarden US-Dollar wachsen. Vor allem das papierähnliche Leseerlebnis ist bei Buchliebhabern sehr beliebt. Zudem erlaubt der niedrige Stromverbrauch eine sehr lange Akkulaufzeit. Die neuesten Geräte verfügen schon über Farbdisplays, die das Leseerlebnis nun auch bunt machen.

Elektronische Preisschilder

Diese Anwendung ist wohl die offensichtlichste. Das sieht man auch an der Größe des Marktes: 2025 betrug der Markt 2,1 Milliarden US-Dollar, für 2033 wird der Markt auf 7,3 Milliarden US-Dollar geschätzt.

Gefühlt sind alle Supermärkte mit elektronischen Preisschildern ausgestattet. Durch ihren Einsatz lässt sich die Effizienz bei der Aktualisierung der Preise um 80% bis 90% steigern. Der Vorteil:



Die Preise können in Echtzeit geändert werden, der Arbeitsaufwand entfällt und Fehlerquellen werden minimiert.

Wearables

ePaper finden zunehmend Anwendung in Wearables. Smartwatches und Fitnessarmbänder profitieren vom geringen Stromverbrauch und der perfekten Ablesbarkeit unter Sonnenlicht. Akkulaufzeiten von 15–20 Tagen mit einer einzigen Aufladung sind so möglich.

Teilweise kommen auch flexible ePaper, also jene, die ein Kunststoffsubstrat haben, zum Einsatz. Sie passen sich der Form eines Armbands an, sind extrem leicht und vor allem vibrations- und stoßfest. Ideal für Sportaktivitäten.

Andere Anwendungsgebiete

Die bisher erwähnten Einsatzgebiete sind die bei Weitem die umsatzstärksten. Daneben gibt es noch viele andere, für die ePaper mindestens genauso interessant sind. Die Bandbreite ist groß und wir wollen einige Beispiele aufzeigen.

Ein interessantes Einsatzgebiet sind Werbetafeln und Digital Signage. ePaper gibt es inzwischen bis zu 75 Zoll. Inhalte lassen sich remote aktualisieren und ersetzen so klassische Papierplakate – im öffentlichen Raum ebenso wie in Shops. Besonders attraktiv sind dafür Vollfarb-ePaper.

Auch Haltestellenanzeigen für Bus, Bahn und Straßenbahn profitieren von der Technologie: Fahrpläne, Umgebungspläne sowie Ankunfts- und Abfahrtszeiten lassen sich elektronisch aktualisieren und in Echtzeit anzeigen.

Im Smart Home kommen kompakte Schwarz-Weiß-Displays etwa für Uhrzeit, Raumtemperatur und die Steuerung von Geräten zum Einsatz. Auch in der Medizin kann ePaper Papier erset-

zen. Mobile Displays stellen Patientendaten und Vitalparameter kontrastreich dar. Geringes Gewicht und niedriger Stromverbrauch sind dabei zusätzliche Vorteile.

Optionen

Für Industrieanwendungen lassen sich ePaper-Displays mit zusätzlichen Funktionen ausstatten. Da sie reflektiv arbeiten und keine eigene Beleuchtung haben, kann ein Frontlight integriert werden. Der Lightguide wird dabei auf das Display gesetzt und muss individuell an den jeweiligen Displaytyp angepasst werden.

Auch kapazitive Touchscreens lassen sich integrieren – etwa für Raumthermostate oder andere Bedienoberflächen. Eine Kombination aus Touch und Frontlight ist ebenfalls möglich. Zusätzlich können kundenspezifische Frontgläser eingesetzt werden.

Zukunft

ePaper ist im Vergleich zu LCD noch eine junge Technologie. Entsprechend intensiv wird geforscht, um die Technik und Materialien kontinuierlich zu verbessern. Die Arbeiten gliedern sich in drei wesentliche Bereiche:

1. Höhere Auflösung
2. Verbesserte Farbdarstellung
3. Anzeigengeschwindigkeit

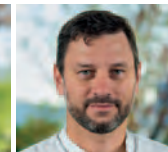
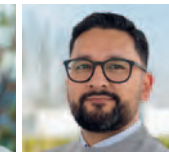
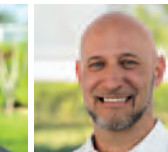
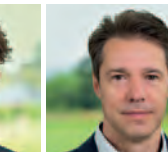
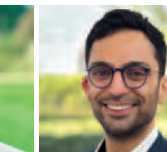
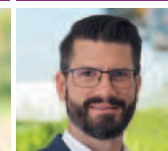
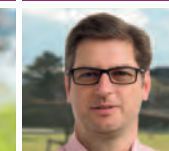
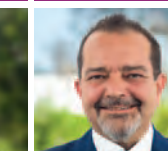
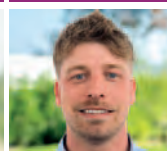
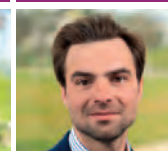
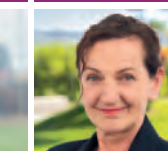
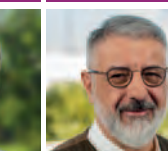
Sehr niedriger Stromverbrauch, sehr gute Ablesbarkeit und geringes Gewicht sind die herausragenden Vorteile von elektrophoretischen Displays. Sie sind derzeit (noch) nicht geeignet, schnelle Videos darzustellen. Nach wie vor wird intensive Forschung betrieben, um die Displays weiter zu verbessern.

A07

► Josef Khazma, +43 1 86305 286
josef.khazma@codico.com

CODICO Kalender

AKTIVE BAUELEMENTE

 Leonardo BAZZACO <table><tr><td>10.11.</td><td></td></tr><tr><td>11.11.</td><td></td></tr><tr><td>12.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>13.11.</td><td>●</td></tr></table>	10.11.		11.11.		12.11.	●	13.11.	●	 Klaus BUCHENBERG <table><tr><td>10.11.</td><td></td></tr><tr><td>11.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>12.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>13.11.</td><td></td></tr></table>	10.11.		11.11.	●	12.11.	●	13.11.		 Vasily BUDKO <table><tr><td>10.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>11.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>12.11.</td><td></td></tr><tr><td>13.11.</td><td></td></tr></table>	10.11.	●	11.11.	●	12.11.		13.11.		 José-David CABEZAS <table><tr><td>10.11.</td><td></td></tr><tr><td>11.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>12.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>13.11.</td><td></td></tr></table>	10.11.		11.11.	●	12.11.	●	13.11.		 Thomas CARMODY <table><tr><td>10.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>11.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>12.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>13.11.</td><td>●</td></tr></table>	10.11.	●	11.11.	●	12.11.	●	13.11.	●	 Peter DEGENHART <table><tr><td>10.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>11.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>12.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>13.11.</td><td></td></tr></table>	10.11.	●	11.11.	●	12.11.	●	13.11.		 Andreas DIRSCHL <table><tr><td>10.11.</td><td></td></tr><tr><td>11.11.</td><td></td></tr><tr><td>12.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>13.11.</td><td>●</td></tr></table>	10.11.		11.11.		12.11.	●	13.11.	●	 André EHLERT <table><tr><td>10.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>11.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>12.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>13.11.</td><td></td></tr></table>	10.11.	●	11.11.	●	12.11.	●	13.11.	
10.11.																																																																							
11.11.																																																																							
12.11.	●																																																																						
13.11.	●																																																																						
10.11.																																																																							
11.11.	●																																																																						
12.11.	●																																																																						
13.11.																																																																							
10.11.	●																																																																						
11.11.	●																																																																						
12.11.																																																																							
13.11.																																																																							
10.11.																																																																							
11.11.	●																																																																						
12.11.	●																																																																						
13.11.																																																																							
10.11.	●																																																																						
11.11.	●																																																																						
12.11.	●																																																																						
13.11.	●																																																																						
10.11.	●																																																																						
11.11.	●																																																																						
12.11.	●																																																																						
13.11.																																																																							
10.11.																																																																							
11.11.																																																																							
12.11.	●																																																																						
13.11.	●																																																																						
10.11.	●																																																																						
11.11.	●																																																																						
12.11.	●																																																																						
13.11.																																																																							
 Ralf GIER <table><tr><td>10.11.</td><td></td></tr><tr><td>11.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>12.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>13.11.</td><td></td></tr></table>	10.11.		11.11.	●	12.11.	●	13.11.		 Irina GROISS <table><tr><td>10.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>11.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>12.11.</td><td></td></tr><tr><td>13.11.</td><td></td></tr></table>	10.11.	●	11.11.	●	12.11.		13.11.		 Magnus GUSTAVSSON <table><tr><td>10.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>11.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>12.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>13.11.</td><td>●</td></tr></table>	10.11.	●	11.11.	●	12.11.	●	13.11.	●	 Andreas HANAUSEK <table><tr><td>10.11.</td><td></td></tr><tr><td>11.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>12.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>13.11.</td><td></td></tr></table>	10.11.		11.11.	●	12.11.	●	13.11.		 Felix HELLWIG <table><tr><td>10.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>11.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>12.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>13.11.</td><td></td></tr></table>	10.11.	●	11.11.	●	12.11.	●	13.11.		 Mikael KÄLLSTRÖM <table><tr><td>10.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>11.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>12.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>13.11.</td><td></td></tr></table>	10.11.	●	11.11.	●	12.11.	●	13.11.		 Josef KHAZMA <table><tr><td>10.11.</td><td></td></tr><tr><td>11.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>12.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>13.11.</td><td>●</td></tr></table>	10.11.		11.11.	●	12.11.	●	13.11.	●	 Johannes KORNFEHL <table><tr><td>10.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>11.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>12.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>13.11.</td><td></td></tr></table>	10.11.	●	11.11.	●	12.11.	●	13.11.	
10.11.																																																																							
11.11.	●																																																																						
12.11.	●																																																																						
13.11.																																																																							
10.11.	●																																																																						
11.11.	●																																																																						
12.11.																																																																							
13.11.																																																																							
10.11.	●																																																																						
11.11.	●																																																																						
12.11.	●																																																																						
13.11.	●																																																																						
10.11.																																																																							
11.11.	●																																																																						
12.11.	●																																																																						
13.11.																																																																							
10.11.	●																																																																						
11.11.	●																																																																						
12.11.	●																																																																						
13.11.																																																																							
10.11.	●																																																																						
11.11.	●																																																																						
12.11.	●																																																																						
13.11.																																																																							
10.11.																																																																							
11.11.	●																																																																						
12.11.	●																																																																						
13.11.	●																																																																						
10.11.	●																																																																						
11.11.	●																																																																						
12.11.	●																																																																						
13.11.																																																																							
 Michael MAYER <table><tr><td>10.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>11.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>12.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>13.11.</td><td></td></tr></table>	10.11.	●	11.11.	●	12.11.	●	13.11.		 Thomas MERKEL <table><tr><td>10.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>11.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>12.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>13.11.</td><td>●</td></tr></table>	10.11.	●	11.11.	●	12.11.	●	13.11.	●	 Ivan MITIC <table><tr><td>10.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>11.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>12.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>13.11.</td><td>●</td></tr></table>	10.11.	●	11.11.	●	12.11.	●	13.11.	●	 Christian NICK <table><tr><td>10.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>11.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>12.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>13.11.</td><td>●</td></tr></table>	10.11.	●	11.11.	●	12.11.	●	13.11.	●	 Pawel PAJDA <table><tr><td>10.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>11.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>12.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>13.11.</td><td>●</td></tr></table>	10.11.	●	11.11.	●	12.11.	●	13.11.	●	 Kai RÅBER <table><tr><td>10.11.</td><td></td></tr><tr><td>11.11.</td><td></td></tr><tr><td>12.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>13.11.</td><td>●</td></tr></table>	10.11.		11.11.		12.11.	●	13.11.	●	 Vladan RAKIC <table><tr><td>10.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>11.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>12.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>13.11.</td><td></td></tr></table>	10.11.	●	11.11.	●	12.11.	●	13.11.		 Werner REIS <table><tr><td>10.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>11.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>12.11.</td><td></td></tr><tr><td>13.11.</td><td></td></tr></table>	10.11.	●	11.11.	●	12.11.		13.11.	
10.11.	●																																																																						
11.11.	●																																																																						
12.11.	●																																																																						
13.11.																																																																							
10.11.	●																																																																						
11.11.	●																																																																						
12.11.	●																																																																						
13.11.	●																																																																						
10.11.	●																																																																						
11.11.	●																																																																						
12.11.	●																																																																						
13.11.	●																																																																						
10.11.	●																																																																						
11.11.	●																																																																						
12.11.	●																																																																						
13.11.	●																																																																						
10.11.	●																																																																						
11.11.	●																																																																						
12.11.	●																																																																						
13.11.	●																																																																						
10.11.																																																																							
11.11.																																																																							
12.11.	●																																																																						
13.11.	●																																																																						
10.11.	●																																																																						
11.11.	●																																																																						
12.11.	●																																																																						
13.11.																																																																							
10.11.	●																																																																						
11.11.	●																																																																						
12.11.																																																																							
13.11.																																																																							
 Lisa RIEFENTHALER <table><tr><td>10.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>11.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>12.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>13.11.</td><td>●</td></tr></table>	10.11.	●	11.11.	●	12.11.	●	13.11.	●	 Stephan SIERING <table><tr><td>10.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>11.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>12.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>13.11.</td><td>●</td></tr></table>	10.11.	●	11.11.	●	12.11.	●	13.11.	●	 Raffael SOFFRIED <table><tr><td>10.11.</td><td></td></tr><tr><td>11.11.</td><td></td></tr><tr><td>12.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>13.11.</td><td>●</td></tr></table>	10.11.		11.11.		12.11.	●	13.11.	●	 Jürgen SOMMER <table><tr><td>10.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>11.11.</td><td></td></tr><tr><td>12.11.</td><td></td></tr><tr><td>13.11.</td><td></td></tr></table>	10.11.	●	11.11.		12.11.		13.11.		 Achim STAHL <table><tr><td>10.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>11.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>12.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>13.11.</td><td>●</td></tr></table>	10.11.	●	11.11.	●	12.11.	●	13.11.	●	 Heike STRECKFUSS <table><tr><td>10.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>11.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>12.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>13.11.</td><td>●</td></tr></table>	10.11.	●	11.11.	●	12.11.	●	13.11.	●	 Nicodin TURDEANU <table><tr><td>10.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>11.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>12.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>13.11.</td><td></td></tr></table>	10.11.	●	11.11.	●	12.11.	●	13.11.		 Ralf TYMOSCH <table><tr><td>10.11.</td><td>●</td></tr><tr><td>11.11.</td><td></td></tr><tr><td>12.11.</td><td></td></tr><tr><td>13.11.</td><td></td></tr></table>	10.11.	●	11.11.		12.11.		13.11.	
10.11.	●																																																																						
11.11.	●																																																																						
12.11.	●																																																																						
13.11.	●																																																																						
10.11.	●																																																																						
11.11.	●																																																																						
12.11.	●																																																																						
13.11.	●																																																																						
10.11.																																																																							
11.11.																																																																							
12.11.	●																																																																						
13.11.	●																																																																						
10.11.	●																																																																						
11.11.																																																																							
12.11.																																																																							
13.11.																																																																							
10.11.	●																																																																						
11.11.	●																																																																						
12.11.	●																																																																						
13.11.	●																																																																						
10.11.	●																																																																						
11.11.	●																																																																						
12.11.	●																																																																						
13.11.	●																																																																						
10.11.	●																																																																						
11.11.	●																																																																						
12.11.	●																																																																						
13.11.																																																																							
10.11.	●																																																																						
11.11.																																																																							
12.11.																																																																							
13.11.																																																																							

CEO



Karin
KRUMPEL

10.11.	●
11.11.	●
12.11.	●
13.11.	●

electronica 2026
Messe München | November 10–13
MEET CODICO @ BOOTH C3.558

Vereinbaren Sie
Ihren Termin:

vorname.nachname@codico.com

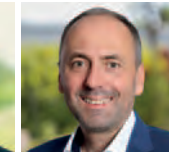
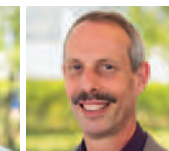
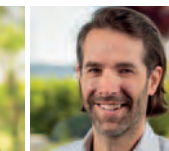
	
Markus URBAN	Marco ZUCKMANTEL
10.11.	●
11.11.	●
12.11.	●
13.11.	●

MARKETING

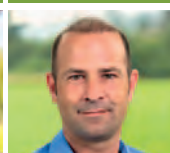
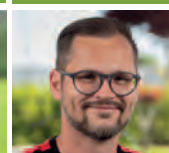
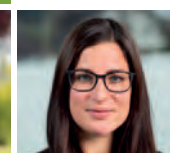
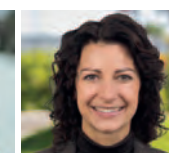
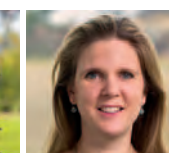
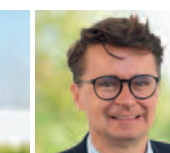
					
Birgit PUNZET	Monika EMERESZ	Julia KREJCAREK	Miriam KAITAN	Olena BOLBAS	Isabell SCHALLER
10.11.	●	10.11.	●	10.11.	●
11.11.	●	11.11.	●	11.11.	●
12.11.	●	12.11.	●	12.11.	●
13.11.	●	13.11.	●	13.11.	●

electronica2026

PASSIVE BAUELEMENTE

 Senko BROSTMAYER 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 Mauro CERONI 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 Matteo DADATI 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 Thomas EGGER 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 Werner FALKNER 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 Adriano GASPARI 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 Sebastian GEBHART 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 Arnold GEITZNAUER 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒
 Jens HANDT 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 Sven HEINEN 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 Peter HUCK 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 Yasunobu IKUNO 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 André KELZ 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 Sebastian KLUS 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 Pasi KUUSRAINEN 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 Samir LAMCHAOURI 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒
 Walter MAYER 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 Matteo NERVO 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 Antonello ROSA 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 Nicole ROTT 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 Alexander SALESNY 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 Markus SCHMID 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 Roland TRIMMEL 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 László ÜVEGES 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒
 Dirk VOSS 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 Vanessa ZABEHLICKY 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒						

VERBINDUNGSTECHNIK

 Gunnar BALKOW 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 Davide BORRIELLO 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 Ezio DE CHIRICO 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒					
 René HALLER 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 Thomas KÄMPFER 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 Christian NIX 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 Valentina PONCHIO KRONSTEINER 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 Julia REITERER 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 Barbara SCHANDA 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 Christian SICHART 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒	 Gerhard STROBL 10.11. ☒ 11.11. ☒ 12.11. ☒ 13.11. ☒



Die electronica 2026 steht dieses Jahr ganz unter dem Motto »Empowering the All Electric Society« und präsentiert das gesamte Spektrum moderner Elektronik. Dabei bietet die Messe viel Raum für fachlichen Austausch, neue Impulse und persönliches Networking. Und natürlich ist auch CODICO wieder dabei – in Halle C3.558!

Das erwartet Sie auf unserem Messestand:

- Technische Neuheiten und Lösungen für E-Mobility, Renewable Energy, Industrial Automation + Robotics, Power + Motion, Embedded AI und Industrial Edge AI
- Spannende Demos unserer führenden Hersteller
- Design-In-Beratung auf höchstem Niveau
- Österreichische Gastfreundschaft
- Unser Messespiel – der einzigartige »EXTREME BALANCER« by Martin Markeli

Ein zusätzlicher Höhepunkt: Im Rahmen der electronica veranstalten CODICO und unser Partner SYNAPTICS am Dienstagmittag die Konferenz »Edge AI in Action – From Concept to Deployment. Building the Next Generation of Physical AI & Robotics«. Sie möchten mehr über die Konferenz erfahren? Alle Details und das Programm finden Sie hier: <https://www.codico.com/de/aktuelles/events/konferenz-physische-ai>

Sie wünschen eine persönliche Beratung und möchten bereits im Voraus einen Termin mit Ihrem CODICO Ansprechpartner vereinbaren? Kontaktieren Sie uns gerne – unser Team freut sich auf das persönliche Gespräch mit Ihnen auf der electronica!

STÖRUNGSFREI

Sauberer Takt und Energieversorgung für präzise High-Speed Kommunikation

Kaum ein technologischer Trend prägt unsere Zeit so stark wie der Einsatz künstlicher Intelligenz. Sowohl im privaten als auch im beruflichen Umfeld nutzen immer mehr Menschen LLMs und KI-basierte Anwendungen, um Informationen effizient zu recherchieren und zu verarbeiten.

Die Nutzung von KI und Big Data zur Entwicklung neuer Geschäftsmodelle und wirtschaftlicher Erfolge hat sich weltweit etabliert. Diese neue technologische Revolution, die auf die Informationsrevolution folgt, wird durch ultraschnelle Datenübertragung und die stetig wachsende Datenmenge vorangetrieben. Die Verarbeitung dieser Daten erfolgt durch leistungsfähige elektronische Hardware, die wiederum auf elektronischen Komponenten basiert. Für eine zuverlässige Kommunikation sind präzise, stabile und rauschfreie elektrische Signale entscheidend.

Unterdrückung von Taktjitter und Rauschen

Mit steigender Übertragungsgeschwindigkeit bei der Datenkommunikation wird der Jitter – also die zeitliche Schwankung – zu einem entscheidenden Problem. Der Grund dafür ist, dass die für die Hochgeschwindigkeitskommunikation erforderliche SerDes-Technologie Signale seriell überträgt: Dabei wird die Taktkomponente in die zu sendenden Daten selbst eingebettet und am Empfänger wieder extrahiert und rekonstruiert (CDR = Clock Data Recovery). Wenn daher der Takt der gesendeten Daten selbst zu stark

schwankt, kann er auf der Empfängerseite nicht wiederhergestellt werden, was zu zahlreichen Fehlern führt und die Kommunikation sinnlos macht. Sowohl auf der Sender- als auch auf der Empfängerseite ist die Genauigkeit der Timing-Bausteine von entscheidender Bedeutung, wobei insbesondere auf der Senderseite ein möglichst geringer Jitter gefordert wird.

Auch durch die Weiterentwicklung der Modulationsverfahren (von NRZ zu PAM4) gewinnt der Takt zunehmend an Bedeutung. Während bei NRZ (Non-Return-to-Zero) lediglich zwischen 0 und 1 umgeschaltet wurde, gibt es bei PAM4 (Pulse Amplitude Modulation 4) vier verschiedene Umschaltzustände: 00, 01, 10 und 11. Aufgrund dieser Umschaltungen – beispielsweise bei einem großen Spannungsübergang von 00

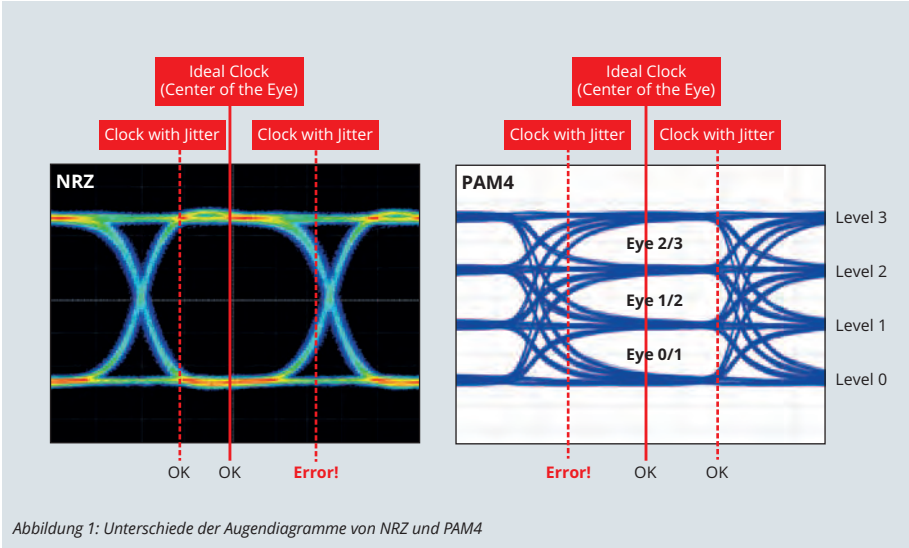


Abbildung 1: Unterschiede der Augendiagramme von NRZ und PAM4

nach 11 und einem kleinen Spannungsübergang von 01 nach 10 – unterscheiden sich die Zeiten für den Anstieg und Abfall der Wellenform, so dass die Zeitpunkte, an denen sie sich kreuzen, auf der Zeitachse nach vorne oder hinten variieren. Die durch diese Wellenform entstehenden »Augen« (siehe Abbildung 1) sind im Vergleich zu NRZ kleiner; wenn der Lesetakt, der zwischen den Augen liegt, zeitlich verschoben ist, wird ein falsches Signal gelesen.

Zur Unterdrückung von Taktjitter sind Quarzoszillatoren mit geringem Jitter wohl am besten geeignet. Quarze weisen einen hohen Q-Faktor auf, und ihre Jitter-Eigenschaften als Material sind im Vergleich zu anderen Taktgebern mit Abstand

am besten. Daher ist gerade für eine stabile Hochgeschwindigkeitskommunikation die Wahl des richtigen Quarzoszillators von entscheidender Bedeutung.

Derzeit konzentrieren sich die Entwicklungsteams der Quarzoszillator-Anbieter vor allem auf Oszillatoren mit Differenz Ausgang. Diese Oszillatoren geben über eine separate Leitung ein Phasensignal aus, das genau entgegengesetzt zum normalen Taktausgangssignal ist. Selbst wenn Rauschen auf beiden Leitungen auftritt, kann es dadurch durch die gegenläufige Phase aufgehoben werden. Auf diese Weise kann dem IC stets ein nahezu perfektes, sauberes Taktsignal zugeführt werden – was für die Hochgeschwindig-

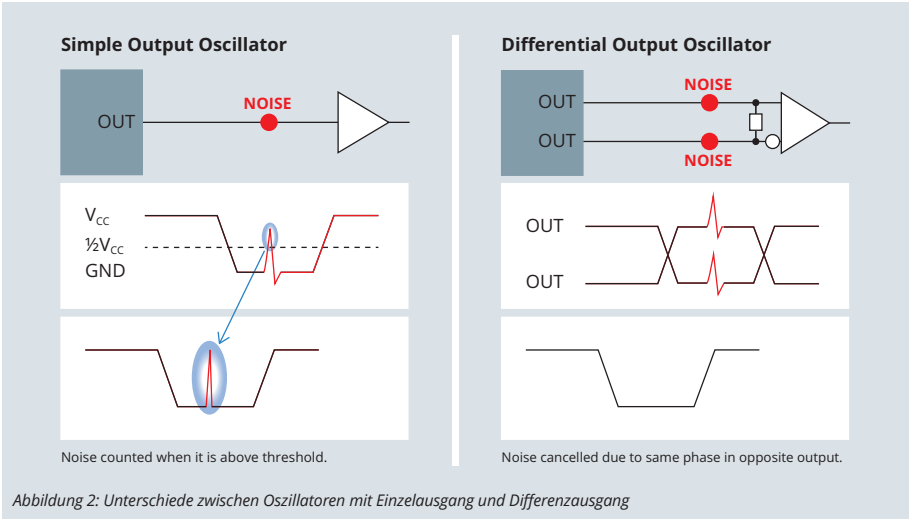


Abbildung 2: Unterschiede zwischen Oszillatoren mit Einzelausgang und Differenz Ausgang

Tabelle 1: Produktübersicht von TXC und KDS

SERIES	SUPPLIER	FREQUENCY	STABILITY	OUTPUT	PHASE JITTER	SIZE	AVAILABLE
EA Series	TXC	312.5MHz, 625MHz	±50ppm (-40 to +105°C)	LVDS, LV-PECL	30fs typ.	2520	312.5MHz in MP, 625MHz in Sample
DExxxxAx Series	KDS	312.5MHz, 625MHz	±20ppm (-40 to +105°C)	LVDS, LV-PECL	27–32fs typ.	2016, 2520, 3225	312.5MHz in MP, 625MHz in Sample
Arkh.3G	KDS	156.25MHz	±50ppm (-40 to +105°C)	LVDS, LV-PECL	70–80fs typ.	1008	
Conventional Oscillators	Standard	156.25MHz	±50ppm (-40 to +105°C)	LVDS, LV-PECL, HCSL	70–150fs typ.	2016, 2520, 3225	

keitskommunikation von größter Bedeutung ist (siehe Abbildung 2).

Gerade die Entwicklung dieser Oszillatoren mit Differenz Ausgang im Hochfrequenzbereich ist derzeit das Feld, auf dem die Quarzhersteller am stärksten miteinander konkurrieren. Denn je höher die Taktfrequenz ist, desto besser lassen sich durch die Frequenzvervielfachung verursachte Störsignale unterdrücken und die Effizienz der Hochgeschwindigkeitsübertragung maximieren. Sowohl bei TXC als auch bei KDS hat die Serienproduktion von 312,5MHz bereits in diesem Jahr begonnen, und für die nächste Stufe, 625MHz, werden bereits Muster angeboten. Darüber hinaus ist bereits die nächste Stufe bis 1,3GHz in Sicht.

Auch die Frequenzabweichung darf nicht vergessen werden. Es mag überraschend erscheinen, aber bei der Hochgeschwindigkeitskommunikation scheint die Frequenzabweichung nicht so wichtig zu sein wie der Jitter. Dies liegt daran, dass Frequenzabweichungen zwischen Sender und Empfänger durch Technologien wie CDR (Clock Data Recovery) korrigiert werden können. Allerdings gibt es Grenzen für diese Korrektur.

Um riesige Datenmengen verlustfrei und über einen langen Zeitraum hinweg zwischen Sender und Empfänger zu übertragen – auch bei Schwankungen der Versorgungsspannung – und dabei eine perfekte Synchronisation zu gewährleisten, ist es dennoch notwendig, die Frequenzabweichung einzugrenzen. Die DE-Serie von KDS ist beispielsweise ein Produkt, das die Frequenzabweichung auf ±20ppm begrenzen kann (siehe Tabelle 1).

Für die Hochgeschwindigkeitskommunikation erforderliche Takteigenschaften:

- Hohe Störfestigkeit
- Extrem geringer Jitter
- Hohe Frequenz
- Geringe Abweichung

Unterdrückung von Versorgungsrauschen

Da sich das Modulationsverfahren zu PAM4 weiterentwickelt hat, hat auch die Bedeutung der Unterdrückung von Versorgungsrauschen zugenommen. Mit zunehmender Übertragungsgeschwindigkeit steigen die Frequenzen, wodurch die Signalspannungen zwangsläufig kleiner werden müssen, um diese Geschwindigkeit verarbeiten zu können. Die Signalspannung beträgt bereits 0,8V, und bei PAM4 wird diese noch einmal in drei Teile unterteilt, wobei jeder Teil als eigenständiges Signal ansteigen und abfallen muss. In dieser Situation, in der selbst geringfügige Stromversorgungsrauschen fälschlicherweise als unterschiedliche Signale interpretiert werden können, gewinnt die Unterdrückung von Rauschen aus der IC-Stromversorgung zunehmend an Bedeutung.

Als Kondensator zur Rauschunterdrückung möchten wir den PMLCAP von RUBYCON vorstellen. Obwohl dieser Kondensator in der Öffentlichkeit bislang möglicherweise noch nicht weit verbreitet bekannt ist, zeichnet er sich durch herausragende Eigenschaften aus, die ihn zu einer hochwertigen Lösung für die Rauschunterdrückung machen. Tatsächlich wird der PMLCAP bereits seit den 2000er-Jahren eingesetzt und hat sich insbesondere in den Bereichen Audio, Sensorik und Messtechnik vielfach bewährt.

Wie die Abkürzung PMLCAP (Polymer Multi-Layer CAPacitor) schon sagt, handelt es sich um einen Kondensator auf Polymerbasis. Im Gegensatz zu Kondensatoren mit leitfähigen Polymeren, wie Festpolymer- oder Hybridkondensatoren, wird

hier jedoch ein isolierendes Polymer als Dielektrikum verwendet. Man kann sich diesen Kondensator am besten so vorstellen: Er hat im Wesentlichen die gleiche Größe, Form und Struktur wie ein MLCC, sein Inneres entspricht jedoch dem eines Folienkondensators. Im Gegensatz zu laminierten Chip-Folienkondensatoren werden die Dielektrika jedoch im Vakuumverdampfungsverfahren aufgebracht, sodass keinerlei Ungleichmäßigkeiten im Dielektrikum auftreten. Da er wie ein MLCC aus mehreren Schichten aufgebaut ist, vereint er zudem die Vorteile eines MLCC. Auch wenn er mit einem MLCC vergleichbar ist, besteht sein Dielektrikum natürlich aus Polymer (Acrylharz). Im Gegensatz zu MLCCs, deren Dielektrikum aus Keramik mit kristalliner Struktur besteht, treten daher keinerlei Gleichstromvorspannungs- oder Piezoeffekte auf, weshalb auch keine Risse entstehen können (siehe Tabelle 2).

Die Eigenschaften des PMLCAP sind wie folgt:

- Kompakt, leicht, hohe Kapazität
- Im Vergleich zu Folienkondensatoren mit denselben Spezifikationen ist eine Verkleinerung um 90% möglich (bis zur Größe 1608).
- Stabile Temperaturcharakteristik (±5% / -55°C bis 125°C)
- Da es sich um ein thermisch ausgehärtetes Harz handelt, ist das Dielektrikum selbst hoch hitzebeständig und für das Reflow-Löten geeignet.
- Im Vergleich zu Folienkondensatoren tritt nahezu kein durch Coulomb-Kräfte verursachtes Brummen auf.
- Kein Spannungs-Derating oder DC-Bias-Effekte
- Keine Risse, Entzündung oder Entflammbarkeit (einziger Ausfallmodus: Open Circuit)

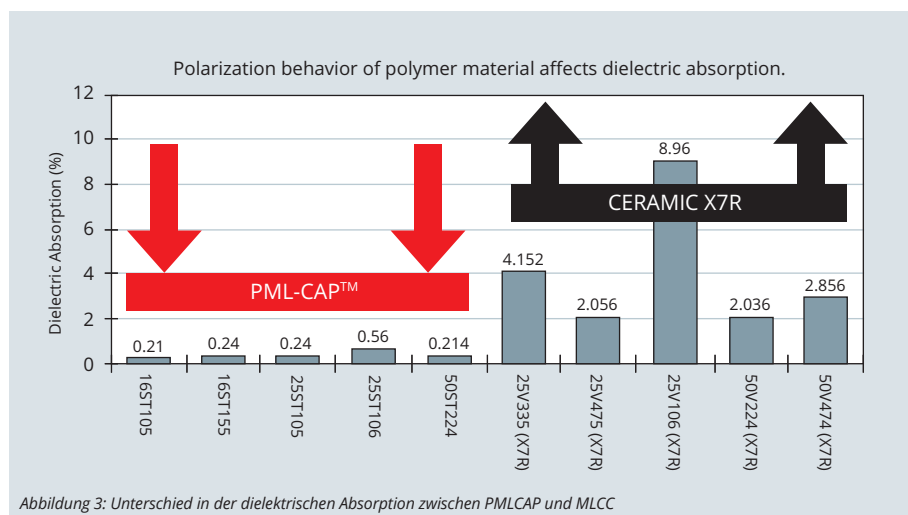
- Bei Vibrationen tritt kein Piezoeffekt auf, daher rauschfrei in jeder Umgebung.
- Sehr niedrige ESL, aufgrund des mehrschichtigen Aufbaus ähnlich wie bei MLCC
- Sehr geringe dielektrische Absorption, wodurch elektrische Signale sauber bleiben
- Sehr geringer Leckstrom dank isolierender Polymerschichten, die durch Aufdampfen aufgebracht wurden
- Sehr geringe EMI, da kein magnetisches Material verwendet wird
- Extrem geringe Verzerrung im Vergleich zu MLCCs und anderen Polymerkondensatoren

Von diesen Eigenschaften wirken sich insbesondere die geringe dielektrische Absorption und der extrem niedrige ESL auf die Hochgeschwindigkeits-Datenübertragung aus.

Da PMLCAP zur gleichen Kategorie wie Folienkondensatoren gehört, weist er eine sehr geringe dielektrische Absorption (siehe Abbildung 3) auf. Das bedeutet, dass es kaum vorkommt, dass er nach einer Entladung erneut unerwünschte Spannung speichert. Dadurch sind äußerst präzise Lade- und Entladevorgänge möglich, sodass keine Störsignale in nachfolgende elektrische Wellenformen eingekoppelt werden.

Betrachtet man natürlich allein die geringe dielektrische Absorption, sind Folienkondensatoren aufgrund ihres Materials zwar etwas überlegen, doch hier kommt der niedrige ESL-Wert des PMLCAP zum Tragen. Folienkondensatoren sind im Allgemeinen groß und aufgrund ihrer Anschlussausführung mit niedrigen Resonanzfrequenzen ausgestattet, sodass sie bei Frequenzen,

Tabelle 2: Vergleich von MLCC, PMLCAP und anderen gestapelten Polymerkondensatoren				
PARAMETER	MLCC (CLASS II)	PMLCAP	AL-POLYMER (STACKED)	TA-POLYMER
Polymer Type	–	Insulating	Conductive	Conductive
Voltage	4 to 100V+	10 to 200V	2 to 35V	2 to 75V
Capacitance	100nF to 100µF	25pF to 22µF	10 to 560µF	3.9 to 1500µF
ESL	Very low	Very low	Low	Low
Best Frequency Range	1MHz to 500MHz	100kHz to 10MHz	100kHz to 1MHz	100kHz to 1MHz
Size	0.4×0.2mm to 3.2×2.5mm	1.0×0.5mm to 5.7×5.0mm	7.3×4.3mm only	2.0×1.2mm to 7.3×4.3mm
DC Bias	Severe	None	None	None
Piezoelectric Noise	Yes	None	None	None
Shock Resistance	Poor	Excellent	Good	Good
EMI Resistance	Good	Excellent	Poor (metal structure)	Poor (metal structure)
Cracking Risk	Fire and smoke risk	None	None	None (no MnO2)
Failure Mode	Short circuit (fire risk)	Open circuit	Short circuit (low risk)	Short circuit



wie sie in der Hochgeschwindigkeits-Datenübertragung verwendet werden, nicht optimal eingesetzt werden können. Der PMLCAP hingegen ist wie ein MLCC ein Schichtkondensator und zeichnet sich daher durch einen niedrigen ESR- und ESL-Wert sowie eine hohe Resonanzfrequenz aus. Insbesondere der ESL-Wert ist sogar niedriger als bei kleinen Kondensatoren vom Typ »leitfähiges Polymer«.

Da der ESL jedoch nicht so niedrig ist wie bei MLCCs, kann der PMLCAP bei Maßnahmen gegen Rauschen im GHz-Bereich in den Signalstufen der Hochgeschwindigkeits-Datenübertragung nicht mit MLCCs mithalten. Als Entkopp-

lungskondensator in der Nähe der Stromversorgung von IC-Chips wie SerDes lässt sich der PMLCAP jedoch sehr effektiv einsetzen.

Die Herausforderung bei der Hochgeschwindigkeits-Datenübertragung besteht nicht nur darin, Rauschmaßnahmen in der Signalstufe zu ergreifen. Auch Schwankungen im Versorgungsrauschen verursachen durch Schaltverzögerungen SNJ (Switching Noise Jitter), und dieser Jitter wirkt sich auf die Signalstufe aus. Die Hochgeschwindigkeits-Datenübertragung ist so jitterempfindlich, dass selbst Jitter im Taktbereich im ps-Bereich nicht tolerierbar ist. PMLCAP unterdrückt genau dieses Versorgungsrauschen zuverlässig.

Zudem ist selbstverständlich, dass der PMLCAP – da er im Gegensatz zu MLCCs keinen Piezoeffekt aufweist – nicht nur keinerlei Geräusche erzeugt, sondern auch bei Stößen von außen kein Rauschen verursacht und somit auch rauen Umgebungsbedingungen standhält. Dass der PMLCAP nicht nur in Fahrzeuganwendungen, sondern auch in Mars-Sonden zum Einsatz kommt, belegt dies.

Elektronische Geräte und Bauteile bilden das Fundament dieser Gesellschaft, die durch den Einsatz von KI eine weitere Entwicklung durchläuft. Und das Tempo dieser Entwicklung muss noch schneller werden als bisher. Sowohl der hier vorgestellte Differential-Output-Oszillator als auch der PMLCAP sind Produkte, deren Wirksamkeit bei der Rauschunterdrückung deutlich spürbar ist. Wenn Sie diese bereits in der Anfangsphase eines Leiterplattenentwurfs einbeziehen, wird sich der Aufwand für die Rauschunterdrückung nach der Prototypenerstellung erheblich verringern. Selbstverständlich bieten wir darüber hinaus auch Unterstützung beim Entwurf von Induktivitäten und anderen Bauteilen an. Wenn Sie Interesse oder Fragen haben, wenden Sie sich gerne an

P01

Yasunobu Ikuno, +39 34 76491038
yasunobu.ikuno@codico.com



PASSIVE SCHLÜSSEL-KOMPONENTEN

Für zuverlässige und anspruchsvolle BLDC-Anwendungen

Da die bürstenlose Bauweise Verschleiß und Reibungsverluste reduziert, sind BLDC-Motoren eine gängige Lösung in verschiedenen Anwendungen, bei denen hoher Wirkungsgrad, hohes Drehmoment und kompakte Bauweise entscheidend sind. Hinzu kommen Vorteile wie hohe Zuverlässigkeit, präzise Steuerung und geringer Wartungsaufwand, die BLDC-Motoren in vielen Branchen zu einer beliebten Wahl machen.

Passive Bauteile wie Kondensatoren, Induktivitäten und Widerstände spielen eine wesentliche Rolle für ein erfolgreiches BLDC-Design. Hochleistungsfähige passive Bauteile sind entscheidend für Effizienz, Zuverlässigkeit, Langlebigkeit und Miniaturisierung. In diesem Artikel werden wir sie genauer unter die Lupe nehmen.

Zu den wichtigsten zählen die Zwischenkreiskondensatoren sowie Filterinduktivitäten und -kondensatoren, die für eine saubere und stabile Stromversorgung sorgen, sowie die Shunt-Widerstände, die die für eine präzise Motorsteuerung und den Systemschutz erforderliche Rückmeldung liefern.

Jeder BLDC-Inverter verhält sich wie eine hochdynamische Schaltlast. Im PWM-Betrieb zieht

der Wechselrichter von der Spannungsversorgung kontinuierlich gepulste Ströme, wodurch schnelle Stromänderungen (hohes di/dt) und Spannungsübergänge (hohes dv/dt) entstehen.

Diese Schaltvorgänge verursachen leitungsbundene elektromagnetische Störungen (EMI), Spannungswelligkeit und Stromoberwellen, die sich im gesamten System ausbreiten können.

Um diese Störungen zu unterdrücken, verfügen die meisten Inverter-Designs über einen Eingangsfilter, der aus einem Kondensator und einer Induktivität besteht. Insbesondere für den Zwischenkreiskondensator müssen weitere Hochleistungskondensatoren mit niedrigem ESR-Wert ausgewählt werden. Da zusätzlich eine bestimmte Kapazität entscheidend ist, sind Techno-

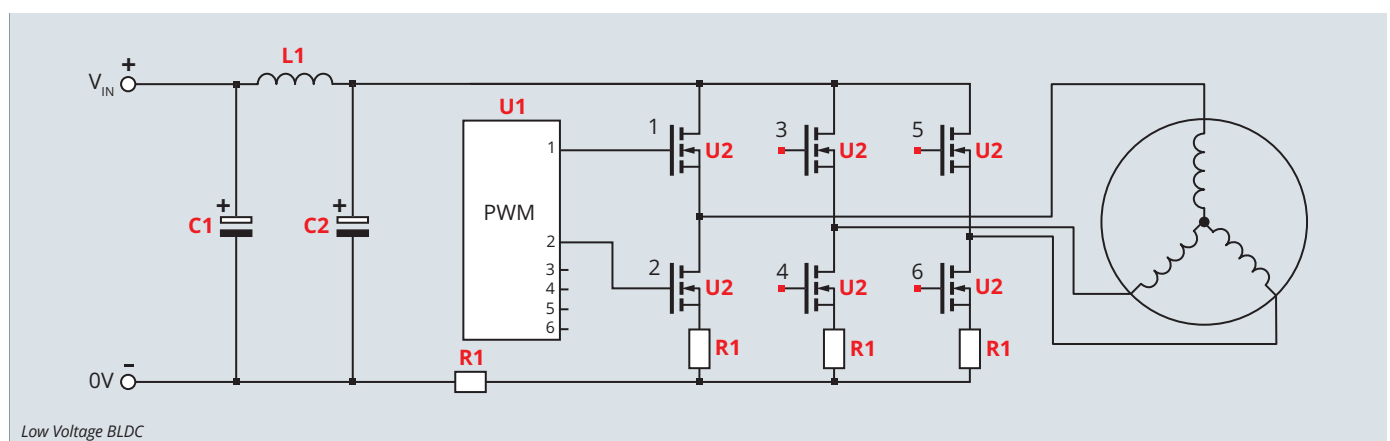
logien wie Al-Elektrolyt-Kondensatoren oder - zur Miniaturisierung - Al-Polymer-Hybridkondensatoren die perfekte Lösung.

C1: Filter-/Pufferkondensator

Kondensatoren mit niedrigem ESR glätten die Restwelligkeit (Welligkeitsspannung) der geregelten Spannung wesentlich effektiver als Standardkondensatoren, wodurch elektromagnetische Störungen (EMI) im System reduziert werden. Je nach Induktivität $L1$ kann eine Mindestkapazität erforderlich sein. Ebenfalls abhängig von der Induktivität $L1$ ist, ob $C1$ einen Teil der auf den nächsten Seiten beschriebenen Spannungswelligkeit übernehmen muss.

L1: Filter-/Pufferdrossel

Das gesamte $C1$ - $L1$ - $C2$ -Netzwerk dient als primäre Energie-Puffer-Komponente zwischen dem interferenzbehafteten Wechselrichter und der externen Energiequelle. Die Eigenschaften dieser Bauteile haben einen direkten Einfluss auf leitungsbundene Emissionen, Wirkungsgrad, thermisches Verhalten und die langfristige Zuverlässigkeit des Systems.





Wie bereits erwähnt, zieht der Wechselrichter im Betrieb gepulste Ströme aus der Spannungsversorgung. Bei elektrischen Power-Tools handelt es sich bei der Versorgung beispielsweise typischerweise um eine Batterie, die durch diese Stromspitzen beeinträchtigt werden kann, was ihre Lebensdauer verkürzt. Die Drossel (L1) weist gegenüber Gleichstrom eine sehr niedrige Impedanz auf, bietet jedoch bei der PWM-Schaltfrequenz und deren Oberschwingungen eine deutlich höhere Impedanz und schützt so die Batterie vor diesen negativen Auswirkungen.

Je größer die Induktivität ist, desto wirksamer werden schnelle Stromänderungen begrenzt. Die Auswahl der Drossel (L1) umfasst jedoch weit mehr als nur die Wahl eines Induktivitätswerts.

DCR: Anhand der Gleichung $P = I^2 \times R$ lassen sich die DC-Verluste berechnen. Je niedriger der DCR-Wert ist, desto geringer sind auch die Verluste, die die Hauptursache für die Eigenerwärmung sind. Der DCR lässt sich durch die Verwendung eines größeren Drahtquerschnitts senken, noch deutlicher ist die Reduzierung jedoch bei Flachdraht.

I_{rms} (Nennstrom): Gleichstrom, der aufgrund des DCR der Wicklung eine bestimmte Eigener-

wärmung verursacht. Dieser Wert ist nicht einheitlich definiert und variiert daher je nach Hersteller und sogar zwischen einzelnen Serien. Für den I_{rms} -Wert sollte ein Wert gewählt werden, der den Nennstrom des Motors widerspiegelt.

I_{sat} (Sättigungsstrom): Ist der definierte Strom bei einem bestimmten Sättigungsgrad. Das Sättigungsverhalten hängt stark vom Kernmaterial und noch stärker vom Luftspalt und somit von der Induktivitätskonstruktion ab. Ferritinduktivitäten weisen im Allgemeinen einen kleineren Luftspalt auf, was zu einem harten Sättigungsverhalten führt. Gepresste Eisenpulver-Induktivitäten hingegen bieten einen über das gesamte Kernvolumen verteilten Luftspalt, was zu einer höheren Aussteuerung und einem weichen Verhalten führt.

Für den Einsatz in Automobil- und Industrieumgebungen sowie in Hochleistungs-Power-Tools stellen Vibrationsfestigkeit und Temperaturstabilität zusätzliche Herausforderungen dar. Diese lassen sich in der Regel durch den Einsatz von AEC-Q200-zertifizierten Produkten erreichen, wobei der Trend zu gepressten Eisenpulver-Induktivitäten geht, die eine deutlich geringere Temperaturdrift aufweisen. Weniger anspruchsvolle Anwen-

dungen hingegen können auch auf ein breites Spektrum von Ferritinduktivitäten zurückgreifen.

C2: Zwischenkreiskondensator bei PWM (Pulsweitenmodulation)

Warum ein niedriger ESR-Wert und eine hohe Ripplestrom-Belastbarkeit wichtig sind:

BLDC-Motoren werden über PWM (Pulsweitenmodulation) gesteuert. Dadurch entstehen im Eingangskreis hochfrequente, schnell wechselnde Stromimpulse. Ein niedriger ESR-Wert stellt sicher, dass der Kondensator diese schnellen Lastwechsel ohne nennenswerten Leistungsverlust aufnehmen und wieder abgeben kann.

Bei den typischerweise hohen Strömen während des Motorbetriebs führt ein höherer ESR-Wert zu einer erheblichen Erwärmung des Kondensatorinneren, was dessen Lebensdauer drastisch verkürzt und zu einem vorzeitigen Ausfall führt. Je nach Bauart fließt das 0,3- bis 0,8-fache des Motorstroms durch den Zwischenkreiskondensator C2 (die Differenz wird direkt vom Eingang geliefert). Dies ist der Ripplestrom, den der Kondensator kontinuierlich liefern muss.

Das Abschalten der Motorwicklung während eines Phasenwechsels erzeugt ebenfalls eine induzierte



Spannung (Kommutierungstransienten). Der Kondensator muss diese Energie aufnehmen können.

Bei niedrigen Spannungen wie im Bereich von 12V bis 48V haben prozentuale Spannungsschwankungen, die durch den höheren Innenwiderstand von Standardkondensatoren bei plötzlichen Lastwechseln verursacht werden, erhebliche Auswirkungen. Technologien mit niedrigem ESR gewährleisten eine stabile Versorgungsspannung, wodurch verhindert wird, dass die Logik des Controllers oder der Mikrocontroller aufgrund von Unterspannung ausfällt.

Darüber hinaus ist ein extrem niedriger ESL sogar noch wichtiger als der niedrige ESR. Aus diesem Grund sind SMD-Bauteile vorteilhaft und werden direkt bei dem Halbleiter platziert (oft verteilt auf drei Kondensatoren, einen pro Halbbrücke). Genau hier zeigen Al-Polymer-Hybrid-Kondensatoren ihre Vorteile. Diese Technologie erzielt sehr niedrige ESR-Werte und eine sehr hohe Ripplestrom-Belastbarkeit bei SMD-Bauform und kompakten Gehäusegrößen. Zudem wird eine lange Lebensdauer bei hohen Temperaturen gewährleistet.

Ein weiterer Faktor ist die maximal zulässige Spannungswelligkeit, die durch den Strom und den kapazitiven Widerstand (Impedanz) verursacht wird. Da der Kapazitätswert einen direkten Einfluss darauf hat ($\Delta U = I \times \Delta t / C$), kann die Wahl einer geeigneten Kapazität dazu beitragen, die Motorspannung zu stabilisieren und sicherzustellen, dass der Motor innerhalb eines sicheren Betriebsbereichs bleibt. Auch C1 kann einen Teil dieser Aufgabe übernehmen.

Die Al-Polymer-Hybrid-Technologie entwickelt sich rasant weiter und bietet vielfältige Lösungen. Neueste Technologien erreichen bei 150°C einen Nenn-Ripplestrom von mehr als 2Arms bei einer

garantierten Lebensdauer von 4.000 Stunden. Bei 125°C entspricht dies 6Arms/4.000 Stunden. Selbstverständlich sind sie AEC-Q200-zertifiziert und werden häufig in Wasser- und Ölpumpen für Kraftfahrzeuge eingesetzt.

Kleine Gehäusegrößen wie 5×6mm, 6,3×6mm und 6,3×7,7mm bieten eine höhere Designflexibilität und Miniaturisierung in Anwendungen mit begrenztem Platzangebot, wie beispielsweise bei Handgeräten oder batteriebetriebenen Geräten wie Leistungs-Elektrowerkzeugen. Selbst bei solch kleinen Abmessungen sind beachtliche Ripplestrombelastbarkeiten von bis zu fast 3Arms bei 125°C/4.000 Stunden möglich.

Für vibrationsfeste Anwendungen sind SMD-Kondensatoren mit vibrationsfestem Sockel ab einem Durchmesser von 6,3mm sowie THT-Versionen erhältlich.

Im Hinblick auf den Platzbedarf auf der Leiterplatte werden derzeit auch neue Abmessungen von 8×12,5mm und 8×16,5mm entwickelt, die für hohe Ripplestrombelastbarkeiten bei reduzierter Leiterplattenfläche oder sogar für deutlich höhere Rippleströme bei gleicher Leiterplattenfläche optimiert sind.

Forschung und neue Entwicklungen im Bereich der Al-Polymer-Hybridkondensatoren gehen in eine klare Richtung: Miniaturisierung. Dies bedeutet eine höhere Ripplestrombelastbarkeit und eine höhere Kapazität bei gleichbleibend kompakten Gehäuseabmessungen.

Mit dem Fokus auf Kapazität und Lebensdauer bei höheren Temperaturen sowie auf ESR und Ripplestrom sind Al-Polymer-Hybridkondensatoren somit die perfekte Kombination für eine zuverlässige, leistungsstarke und platzoptimierte Lösung.

R1: Präzise Strommessung mit Shunt-Widerständen

In Niederspannungs-BLDC-Antrieben ist eine genaue Stromrückführung für eine effiziente Kommutierung, Drehmomentsteuerung und zuverlässigen Überlastschutz unerlässlich. Ein niederohmiger Shunt-Widerstand erzeugt einen zum Strom proportionalen Spannungsabfall, der vom Motorregler verstärkt und ausgewertet wird. Je nach Regelarchitektur kann der Strom mit einem einzigen Shunt im Zwischenkreis oder mit zwei bzw. drei Shunts in den Wechselrichterphasen gemessen werden. Ein Ein-Shunt-Ansatz reduziert die Anzahl der Bauteile, erfordert jedoch eine komplexere Stromrekonstruktion in der Regelsoftware, während Phasen-Shunt-Konfigurationen direktere Strominformationen liefern und die feldorientierte Regelung vereinfachen können.

Der Shunt muss eine ausreichende Messauflösung bieten und gleichzeitig Leistungsverluste und Eigenerwärmung gering halten. Niedrige Widerstandswerte verbessern zwar den Wirkungsgrad, führen jedoch auch zu schwächeren Messsignalen. Folglich beeinflussen Parameter wie Widerstandstoleranz, Temperaturkoeffizient, thermischer Widerstand, Langzeitstabilität und parasitäre Induktivität direkt die Genauigkeit und das dynamische Ansprechverhalten des Motorsteuersystems. Für kompakte BLDC-Leistungssysteme werden Ausführungen mit geringer Induktivität, hoher Impulsbelastbarkeit und optimierter Wärmeübertragung in die Leiterplatte empfohlen. Diese Eigenschaften sind besonders relevant in Anwendungen wie Elektrowerkzeugen, Drohnen, Roboterantrieben, leichten Elektrofahrzeugen und kompakten Industrieantrieben, bei denen hohe Ströme, schnelles Schalten und begrenzter Platz auf der Leiterplatte gleichzeitig auftreten.

Wenn Sie Unterstützung bei der Suche nach der passenden passiven Komponentenlösung für Ihre Anforderungen benötigen, zögern Sie nicht, uns zu kontaktieren.

P02

► Sebastian Gebhart, +43 1 86305 205
sebastian.gebhart@codico.com

► Matteo Nervo, +43 1 86305 354
matteo.nervo@codico.com

► Roland Trimmel, +43 1 86305 144
roland.trimmel@codico.com

BE SAVE



Überspannungsschutz für industrielle AC-Netze

Industrielle AC-Netze sind nur selten elektrisch »ruhig«. Motoren werden geschaltet, Schütze öffnen unter Last, Transformatoren werden zugeschaltet, Wechselrichter speisen in das Netz zurück und Außenleitungen können Surge-Energie aus Blitzereignissen in die Installation einkoppeln. In vielen Anwendungen ist der AC-Eingang daher nicht nur ein Leistungsanschluss. Er ist zugleich ein möglicher Eintrittspunkt für energiereiche Transienten.

Für Gerätehersteller entsteht daraus eine praktische Herausforderung: Die Schutzschaltung muss robust genug für die reale Installationsumgebung sein, gleichzeitig aber kompakt, kosteneffizient und für die Serienfertigung geeignet bleiben. Eine einzelne Schutzkomponente reicht dafür häufig nicht aus. In industriellen AC-Anwendungen wird der Überspannungsschutz typischerweise als koordiniertes Schutzkonzept aufgebaut, bei dem mehrere Komponenten unterschiedliche Aufgaben übernehmen. THINKING Electronic Industrial Co., Ltd. – TKS – bietet hierfür ein breites Portfolio, darunter Metalloxid-Varistoren, thermisch geschützte Varistoren, Gasentladungsableiter und ergänzende Schutzkomponenten.

Warum Schutzkomponenten häufig kombiniert werden

Ein Surge-Ereignis wird nicht allein durch die Spannung definiert. Wellenform, Quellimpedanz, verfügbare Energie, Wiederholrate und Installationskategorie beeinflussen ebenfalls die Belastung der Schutzschaltung. Eine Komponente kann besonders schnell klemmen, eine andere hohe Surge-Energie aufnehmen und eine weitere kann im Fehlerfall eine sichere Trennung bereitstellen. Deshalb wird industrieller Überspannungsschutz meist stufig ausgelegt.

Eine typische Schutzarchitektur am AC-Eingang kann einen Gasentladungsableiter als erstes Hochenergie-Schutzelement verwenden, kombiniert mit einem oder mehreren Metalloxid-Varistoren zur schnellen Spannungsbegrenzung zwischen Phase, Neutralleiter und Schutzleiter. Nachgelagert können weitere Schutzstufen für Netzteil, Steuerelektronik oder Kommunikationsschnittstellen eingesetzt werden. In dieser Anordnung absorbiert oder leitet die erste Stufe den größten Teil der Energie ab, während die nachfolgenden Stufen die Restbelastung auf ein für die Elektronik tolerierbares Niveau reduzieren.

Dieser Ansatz ist besonders relevant, wenn das Gerät an lange Leitungen, externe Infrastruktur oder dreiphasige Versorgungsnetze angeschlossen ist. Ziel des Schutzes ist nicht nur, einen einzelnen Laborimpuls zu überstehen, sondern über die gesamte Lebensdauer des Geräts einen zuverlässigen Betrieb sicherzustellen.

Anwendungsfall: Industrielle Netzteile und USV-Systeme

Industrielle Netzteile und USV-Systeme werden häufig in Schaltschränken, Maschinenräumen oder dezentralen Feldgeräten installiert. Sie sind Netzstörungen, Schalttransienten und möglicher Surge-Einkopplung aus dem Anlagenverbund

ausgesetzt. Fällt die AC-Eingangsstufe aus, ist die Wirkung unmittelbar spürbar: Controller, Sensoren, Aktoren oder Kommunikationsmodule, die vom Gerät versorgt werden, können abschalten.

In solchen Systemen können TKS-Metalloxid-Varistoren am AC-Eingang eingesetzt werden, um Überspannungen zwischen Phase und Neutralleiter beziehungsweise zwischen Leitung und Erde zu begrenzen. Bei höheren Surge-Anforderungen kommen größere Hochenergie-MOV-Typen aus der TVA-Familie in Betracht. In Anlagen, in denen das Netzteil Teil einer sicherheitsrelevanten oder schwer zugänglichen Ausrüstung ist, übernehmen thermisch geschützte Varistoren der TVT-Serie eine zusätzliche wichtige Funktion: Überhitzt der MOV aufgrund abnormaler Überspannungsbedingungen, trennt die integrierte thermische Schutzfunktion ihn vom Stromkreis. Dreianschluss-Versionen ermöglichen außerdem eine Überwachung des Schutzstatus, was für Predictive Maintenance oder eine Serviceanzeige nützlich sein kann.

In USV-Systemen kann das Surge-Schutzkonzept zusätzlich mit Einschaltstrombegrenzung und thermischer Überwachung kombiniert werden. Das zeigt, warum TKS nicht auf eine einzelne Produktfamilie beschränkt ist. Der AC-Eingang muss gegen Überspannungen geschützt werden, während große Kondensatoren in der Leistungsstufe beim Einschalten kontrolliert geladen werden müssen. Ein koordiniertes Design kann daher MOVs oder GDTs für den Überspannungsschutz mit NTC- oder PTC-Elementen für Strom- und Temperaturmanagement kombinieren.

Anwendungsfall: Motorantriebe, Pumpen und HVAC-Geräte

Motorgetriebene Ausrüstung ist eine der klassischen Quellen elektrischer Belastungen in industriellen AC-Netzen. Pumpen, Lüfter, Kompressoren, Aufzüge, Rolltreppen und HVAC-Systeme schalten induktive Lasten und arbeiten häufig in Umgebungen mit langen Leitungslängen. Wird ein induktiver Strom unterbrochen, können Spannungsspitzen entstehen. Diese Spitzen können Relaiskontakte, Halbleiter oder den AC-Eingang der Steuerelektronik belasten.

MOVs eignen sich gut für solche Anwendungen, weil sie schnell reagieren, sobald die Spannung ihren Schwellwert überschreitet und die transiente Energie vom geschützten Stromkreis ableiten. Sie können eingesetzt werden, um Surge-Belastungen über Versorgungsleitungen oder in der Nähe von Schaltelementen zu reduzieren – abhängig von der Systemarchitektur.

Für Entwickler ist die Platzierung des Schutzes entscheidend. Ein Varistor am Netzeingang schützt das Gerät gegen eingehende Netztransienten. Ein Varistor näher an einer induktiven Last oder einem Schaltkontakt kann lokal erzeugte Überspannungen reduzieren. In größeren Systemen können beide Positionen erforderlich sein. Genau hier kann CODICO den Design-In-Prozess unterstützen: Die Komponente muss nicht nur zur nominalen AC-Spannung passen, sondern auch zur erwarteten transienten Energie, zur Betriebstemperatur, zum mechanischen Bauraum und zu den anzuwendenden Sicherheitsanforderungen.



Anwendungsfall: Photovoltaik-Wechselrichter und Energiespeichersysteme

PV-Wechselrichter, Energiespeichersysteme und lokale Backup-Power-Systeme sind anspruchsvollen elektrischen Bedingungen ausgesetzt. Sie sind häufig mit Außeninfrastruktur, langen Leitungen und Netzschnittstellen verbunden. Surge-Ereignisse können von der AC-Netzseite, über externe Verkabelung oder durch nahe Blitzaktivität eintreten. Gleichzeitig wird von diesen Systemen meist ein jahrelanger Betrieb mit begrenztem Wartungsaufwand erwartet.

Für solche Anwendungen muss das Schutzkonzept robust und servicefreundlich sein. Hochenergie-MOVs können zur Surge-Begrenzung auf der AC-Seite eingesetzt werden, während GDTs ergänzt werden können, wenn hohe Surge-Energie und hoher Isolationswiderstand gefordert sind. Ein GDT kann starke Surge-Ereignisse handhaben, indem er beim Erreichen seiner Zündspannung

in einen leitfähigen Plasmazustand übergeht. In Leistungsleitungsanwendungen muss ein GDT jedoch sorgfältig koordiniert werden, da die Leitung nach dem Surge-Ereignis weiterhin Strom liefern kann. Das ist ein Grund, warum GDTs häufig mit MOVs, Sicherungen oder thermischen Schutzelementen kombiniert werden, statt als isolierte Einzelkomponente eingesetzt zu werden.

In der Praxis trägt der MOV zur schnellen Spannungsbegrenzung bei, während der GDT die Ableitung hoher Surge-Energie unterstützt. Die umgebende Schaltung stellt sicher, dass die Schutzstufe nach dem Ereignis zurücksetzt oder sicher trennt. Diese Kombination ist besonders relevant für Geräte, die an exponierte AC-Leitungen oder Außeninstallationen angeschlossen sind.

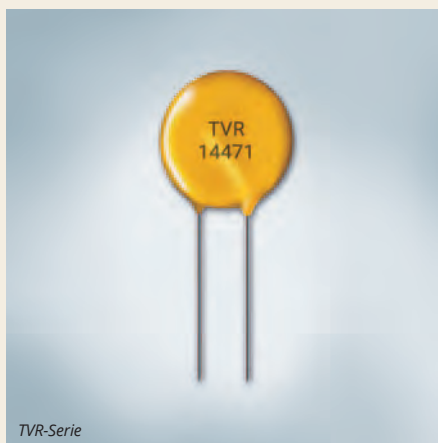
Anwendungsfall: Schaltschränke und Stromverteilungseinheiten

Schaltschränke und Stromverteilungseinheiten bilden das elektrische Rückgrat vieler industrieller

KOMPONENTE	HAUPTFUNKTION	TYPISCHER EINSATZ IN INDUSTRIELLEN AC-NETZEN	WESENTLICHE STÄRKE	WARUM HÄUFIG MIT ANDEREN KOMPONENTEN KOMBINIERT
MOV (Metalloxid-Varistor)	Begrenzt transiente Überspannungen	AC-Netzeingang, Motorantriebe, HVAC, Netzteile, Schaltschränke	Schnelle Reaktion und hohe Surge-Absorption	Gut für Spannungsbegrenzung, kann aber durch wiederholte starke Surges altern
Hochenergie-MOV	Handhabt höhere Surge-Energieniveaus	Haupt-AC-Eingang, Verteilungspanels, schwere Industrierausrüstung, außen angebundene Systeme	Höhere Surge-Strom- und Energiefähigkeit	Wird oft als zentrales Klemmelement eingesetzt, profitiert aber weiterhin von vor- und nachgelagerter Koordination
Thermisch geschützter MOV (TVT-Serie)	Begrenzt Surges und trennt bei Überlast oder End-of-Life-Zustand sicher	Netzteile, USV, Schaltschränke, Gebäudesysteme	Verbessertes Fail-Safe-Verhalten	Ergänzt Sicherheit und Überwachungsmöglichkeit, wenn ein Standard-MOV allein nicht ausreichend ist
GDT (Gasentladungsableiter)	Leitet nach dem Zünden hohe Surge-Ströme ab	Blitzbezogener Schutz, exponierte AC-Leitungen, Infrastruktur, PV- und Outdoor-Systeme	Sehr hohe Surge-Fähigkeit, hoher Isolationswiderstand, sehr geringe Kapazität	Funktioniert gut mit MOVs, da er hohe Surge-Energie ableitet, während der MOV die schnellere Spannungsbegrenzung übernimmt
SMD-Varistor	Boardnaher Überspannungsschutz in kompakten Designs	Steuerplatinen, kompakte AC/DC-Module, Automationselektronik	Niedrige Bauhöhe, SMT-Bestückung, platzsparend	Meist nicht die einzige Schutzstufe, häufig durch stärkeren Eingangsschutz unterstützt
NTC-Einschaltstrombegrenzer	Begrenzt den Einschaltstrom beim Einschalten	Netzteile, USV, Wandler, Industrierausrüstung mit großen Eingangskondensatoren	Schützt vor Stromstress beim Start	Kein Surge-Clamp, ergänzt das Schutzdesign jedoch durch Reduktion der Strombelastung beim Einschalten



TVA22- & TVA25-Serie



TVR-Serie



TVT-Serie

ler Installationen. Sie versorgen SPS, Relais, Antriebe, Sensoren, Gateways und lokale Netzteile. Ein Surge-Ereignis, das an dieser Stelle eintritt, kann mehrere Subsysteme gleichzeitig beeinflussen. Deshalb ist Schutz auf Verteilungsebene häufig wirksamer, als ausschließlich das Endgerät zu schützen.

In diesen Anwendungen können höher belastbare TKS-MOVs aus der TVA-Familie als Teil der Hauptschutzstufe eingesetzt werden. Für Anforderungen im Zusammenhang mit Class-I-SPD-Konzepten ist die TVA34-Serie für Impulsstromfähigkeit mit der 10/350- μ s-Wellenform ausgelegt und damit relevant für Anwendungen, bei denen blitzbezogene Surge-Energie berücksichtigt werden muss. Je nach mechanischem Aufbau können Versionen mit Schraubanschluss eine stabile Integration in Leistungsbaugruppen unterstützen.

Kompakter Schutz auf Leiterplattebene

Dezentrale I/O-Module, kompakte Netzteile, Controller und Geräte der Gebäudeautomation verfügen häufig über begrenzte Leiterplattenfläche und eingeschränkte Bauhöhe. Klassische bedrahtete Scheibenvaristoren lassen sich in solchen Designs nicht immer einfach integrieren. TKS adressiert dies mit SMD-Varistoren wie den Serien TVBDS und TVBES. Diese Komponenten ermöglichen automatisierte Bestückung und reduzieren die Bauhöhe über der Leiterplatte im Vergleich zu bedrahteten MOVs. Sie eignen sich für boardnahen Überspannungsschutz, sofern das erwartete Energieniveau mit der Bauteilspezifikation kompatibel ist. Typische Beispiele sind kompakte AC-Eingangsstufen, Steuerplatinen, kleine industrielle Leistungsmodule oder Hilfsstromkreise.

Der Vorteil ist nicht nur mechanischer Natur. SMD-Schutz erlaubt es dem Entwickler auch, das Schutzelement näher an dem Schaltungsteil zu platzieren, der geschützt werden soll. Das Layout bleibt jedoch kritisch. Kriech- und Luftstrecken, Surge-Strompfade, thermische Ableitung und die Koordination mit vorgelagerten Schutzstufen müssen von Beginn an im Design berücksichtigt werden.

Praktische Designbewertung

Überspannungsschutz ist immer ein Kompromiss zwischen Schutzlevel, Bauteilgröße, thermischem Verhalten, Lebensdauer, Kosten und verfügbarem Platz. Ein größerer MOV kann eine höhere Surge-Stromfähigkeit bieten, benötigt aber mehr Einbauvolumen. Ein kompakter SMD-Varistor kann die Bestückung vereinfachen, ersetzt jedoch keine Hochenergie-Schutzstufe am Netzeingang. Ein GDT kann Hochenergieimpulse mit sehr geringer Kapazität und hohem Isolationswiderstand handhaben, muss aber koordiniert werden, um unerwünschten Folgestrom zu vermeiden. Ein thermisch geschützter Varistor verbessert das Fehlverhalten, erfordert jedoch, dass der Entwickler Überwachung und Austauschstrategie berücksichtigt.

Deshalb sollte die Auswahl von der Anwendung ausgehen, nicht vom einzelnen Bauteil. Relevante Fragen sind: Ist das Gerät an Innen- oder Außen-AC-Leitungen angeschlossen? Handelt es sich um ein einphasiges oder dreiphasiges System? Sind lange Leitungen beteiligt? Werden induktive Lasten geschaltet? Ist das Gerät in einem Schaltschrank, einer Maschine, einer PV-Anlage, einem Bahnsystem oder einer Gebäudeinfrastruktur installiert? Wird eine Überwachung des Schutzstatus benötigt? Welche Surge-Wellenform und welcher Strompegel müssen berücksichtigt werden?

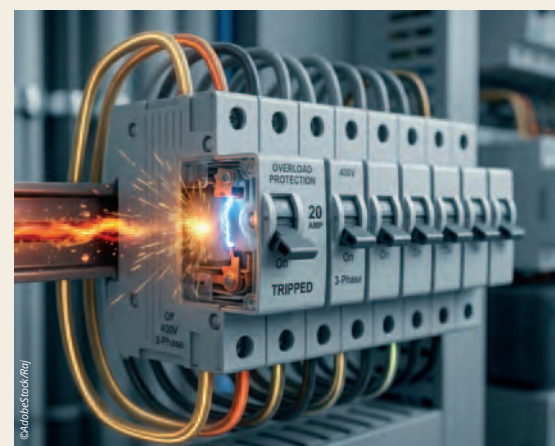
CODICO und TKS: von der Komponentenauswahl zum Schutzkonzept

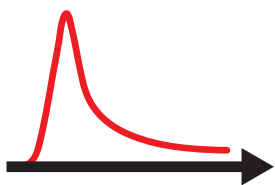
Mit TKS bietet CODICO eine breite Auswahl an Komponenten für den industriellen AC-Überspannungsschutz – von kompakten SMD-Varistoren über Hochenergie-MOVs bis hin zu thermisch geschützten Varistoren und Gasentladungsableitern. Als Lieferant und Design-In-Partner unterstützt CODICO Kunden nicht nur bei der Auswahl einer Produktserie, sondern auch bei der Definition eines geeigneten Schutzkonzepts für die jeweilige Anwendung.

Für Entwickler industrieller Netzteile, Motorantriebe, HVAC-Controller, PV-Wechselrichter, Energiespeichersysteme, Schaltschränke oder Infrastrukturgeräte bietet TKS ein praxisnahes Portfolio für den Aufbau eines robusten AC-Überspannungsschutzes. Das Ergebnis ist ein Schutzdesign, das dazu beiträgt, Feldausfälle zu reduzieren, die Systemverfügbarkeit zu verbessern und die Investition hinter der Elektronik zu schützen.

P03

► Matteo Nervo, +43 1 86305 354
matteo.nervo@codico.com





INRUSH STRÖME

GOODSKY



Wenn Millisekunden über die Relaislebensdauer entscheiden

Warum der Nennstrom alleine nicht genügt: Ein Relais kann problemlos 16A führen und schalten – und trotzdem an einer 2A-Last scheitern. Entscheidend beim Auftreten von Inrush-Strömen ist, was in den ersten Mikro- und Millisekunden beim Schließen passiert: Der hohe Einschaltstrom trifft auf prellende Kontakte und kleine Berührungsflächen.

Als »Inrush-« oder »Einschaltstrom« bezeichnet man den kurzzeitig erhöhten Laststrom unmittelbar nach dem Einschalten einer Last. Während dabei bei idealen ohmschen Lasten der Strom einfach auf seinen stationären Wert springt, rufen in vielen realen Anwendungen leere Kondensatoren, kalte Glühfäden, stehende Motoren usw. teils massive Stromspitzen hervor.



Der Nennstrom täuscht

- LED-Lampen und Schaltnetzteile laden beim Einschalten ihre Eingangskondensatoren. Der Strompeak kann dabei in Extremfällen Werte bis zum 300-fachen des Nennstroms erreichen. Speziell in der Beleuchtungstechnik hat durch die massive Verbreitung von LED-Lampen, die Bedeutung von Inrush-Strömen in den letzten Jahren massiv zugenommen.



- Motoren benötigen Zeit für den Anlauf und ziehen dabei deutlich höhere Ströme als im Nennbetrieb. Ähnliches kann auch auf Magnetventile zutreffen.



- Speziell im Bereich von Smart Home oder der Fabrikautomation sind die konkreten Lasten für den Geräteentwickler oftmals unbekannt. Auch in diesem Fall sollte bezüglich Inrush-Strömen vorgesorgt werden.

Damit erklärt sich oftmals ein typischer Feldfehler: Das Relais ist bezüglich des Dauerstroms korrekt dimensioniert, die Kontakte verschweißen aber bereits nach deutlich weniger Schaltzyklen als erwartet.

Was am Relaiskontakt passiert

Das Schließen eines elektromechanischen Kontakts ist kein idealer, sprunghafter Vorgang. Beim ersten Auftreffen ist die reale Kontaktberührungsfläche klein und der Kontaktwiderstand noch hoch, anschließend kann der bewegliche Kontakt mehrmals zurückfedern (»prellen«). Jedes kurze Kontaktöffnen kann unter Last einen Lichtbogen zünden. Das Material schmilzt dann lokal und kann beide Flächen verschweißen oder von der einen Kontaktseite zur anderen transportiert werden.

Kontaktwerkstoff, Kontaktmasse, Bewegungsdynamik und Anpresskraft bestimmen daher eben-



GOODSKY GQ-16A-Serie



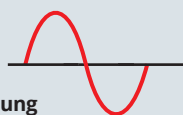
SANYOU SM-SC- & SJ-SC-Serie

GOODSKY hat diesbezüglich zum Beispiel die GQ-16A-Serie im Programm, welche ebenfalls ein TV-8-Rating in einer sehr kleinen Bauform bietet.

Weitere interessante Lösungsmöglichkeiten

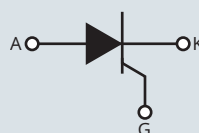
In manchen Fällen ist es notwendig, noch weitere Maßnahmen zu setzen, um eine Applikation gegenüber hohen Einschaltströmen abzu härten:

Nulldurchgangsschaltung (»Zero-Crossing«)



- Das Relais wird hierbei exakt im Nulldurchgang der AC-Versorgungsspannung eingeschaltet.
- Dadurch kann der Strompeak stark reduziert werden.

Hybrid Schaltung



- Dabei wird der Schaltvorgang durch einen Halbleiter (zB Thyristor, Triac, MOSFET) durchgeführt und das Relais beim Einschalten nicht belastet.
- Das verlustarme Führen des Stroms übernimmt dann das elektromechanische Relais.

Einsatz von Schutzelementen



- Auch der Einsatz von einschaltstrombegrenzenden Schutzelementen kann eine wirksame Maßnahme darstellen, um Inrush-Ströme zu reduzieren.
- Dazu bietet der Hersteller THINKING unter anderem ein breites Portfolio an NTC- und PTC-Bauelementen an.

so die Inrush-Festigkeit wie der nominelle Kontaktstrom. Ein Relais mit speziell für hohe Einschaltströme ausgelegtem Kontaktsystem kann daher bei gleichem Dauerstrom deutlich robuster sein als ein Standardtyp.

Inrush-Strom-optimierte Relais

Die Leistungsfähigkeit von Relais bzgl. Inrush-Strömen wird oft in Form der UL-«TV»- und/oder »Electronic Ballast«-Ratings ausgedrückt. Dabei wird zum Beispiel ein Relais mit »TV-8«-Spezifikation beim Lebensdauertest mit einem Dauerstrom von 8A und einer Einschaltstromspitze von 117A getestet.

SANYOU hat in vielen Relaisklassen Optionen für hohe Einschaltströme im Programm. So ist zB sowohl das SANYOU SM-SC (klassische 16A-Bauform), als auch das SANYOU SJ-SC (neue kompakte 16A-Bauform) als Inrush-Variante verfügbar. Beide Relais verfügen über ein UL-TV-8-Rating.

Auch bei diesen Applikationen ist eine enge Abstimmung mit den Relaisparametern notwendig, um eine robuste und zuverlässige Lösung zu erzielen.

Partnerschaftlich zur optimalen Relaislösung

Als europäischer Relaispezialist begleiten wir unsere Kunden weit über die reine Distribution hinaus. Mit fundiertem Know-how auf Hersteller-niveau und umfassender Applikationsberatung unterstützt CODICO aktiv bei Ihren Applikationen mit komplexen Lasten.

Kontaktieren Sie uns einfach!

P04

► Nicole Rott, +43 1 86305 313
nicole.rott@codico.com

► Werner Falkner, +43 1 86305 211
werner.falkner@codico.com

FAZIT

Die Komplexität der Lasten für elektromechanische Relais nimmt durch LED-Lampen, Schaltnetzteile, Motoren und Anwendungen in der Gebäudeautomation immer weiter zu. Dadurch ist der klassische, einfache, ohmsche Lastfall in der Praxis immer seltener anzutreffen und die Auswahl des richtigen Relais wird komplexer.

Der Nennstrom entscheidet, ob ein Relais die jeweilige Last führen kann. Der Inrush-Strom entscheidet aber häufig, ob das Relais die Last auch zuverlässig einschalten kann. Wer den ersten Millisekunden dieselbe Aufmerksamkeit schenkt wie dem Dauerbetrieb, vermeidet verschweißte Kontakte, unerklärliche Ausfälle und unnötig überdimensionierte Relais.

POWER CONVERTER

Auf SiC Basis erhöhte Anforderungen an passive Schlüsselkomponenten

Mehr Leistung auf weniger Raum stellt die Leistungselektronik vor neue Herausforderungen. Wide-Bandgap-Halbleiter wie SiC und GaN ermöglichen kompaktere und effizientere Designs, erhöhen aber zugleich die Anforderungen an die passiven Bauteile. Die richtige Auswahl und Dimensionierung der Komponenten wird damit zum entscheidenden Faktor für Performance und Zuverlässigkeit.

Der Ruf nach höherer Leistungsdichte in der Leistungselektronik rechtfertigt zunehmend den Einsatz von Wide-Bandgap-Halbleitern. SiC-MOSFETs und GaN-HEMTs ermöglichen gegenüber klassischen Silizium-IGBTs deutlich höhere Schaltfrequenzen bei gleichzeitig geringeren Schaltverlusten. In Kombination mit höheren zulässigen Sperrspannungen und Betriebstemperaturen lassen sich damit kompaktere und effizientere Inverter realisieren, als dies mit Silizium-Bauelementen wirtschaftlich möglich wäre.

INVENTCHIP verfügt über eine eigene 6"-SiC-Wafer-Fertigungsstätte und erweitert beständig das Portfolio an SiC-Schaltern, SiC-Dioden und Treibern bis zu 3,3kV Sperrspannung. Mit dem sehr guten technischen Support kann CODICO neue Designs bis zur Serienreife begleiten.

Die daraus entstehenden Anforderungen an die Beschaltung mit passiven Bauteilen treiben diese jedoch zunehmend an ihre Grenzen. Um den Vorteil der Kompaktheit mit der entsprechenden Verlässlichkeit zu kombinieren, ist die korrekte Auswahl und Dimensionierung der passiven Komponenten unumgänglich.

Power Conversion bzw. Inverter im Speziellen als typisches Einsatzgebiet

Speziell in Leistungskonvertern bzw. Antrieben im höheren kW-Bereich können SiC-Halbleiter ihre Stärken ausspielen. Das macht die nähere Betrachtung der damit in Verbindung stehenden passiven Komponenten notwendig.

Abbildung 1 zeigt die Blockschaltung eines typischen Power-Inverters mit den relevanten Abschnitten. Der Kern dieser Topologie besteht aus einem Eingangsfilter, einem Gleichrichter, einer aktiven PFC, gefolgt vom Zwischenkreis und der

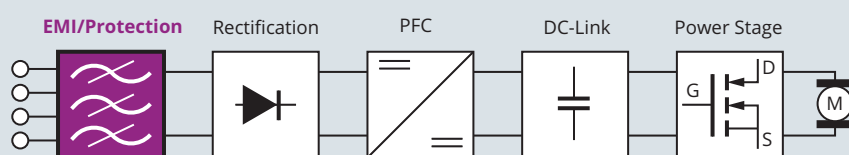


Abbildung 1: Typische Blockschaltung eines Power-Inverters

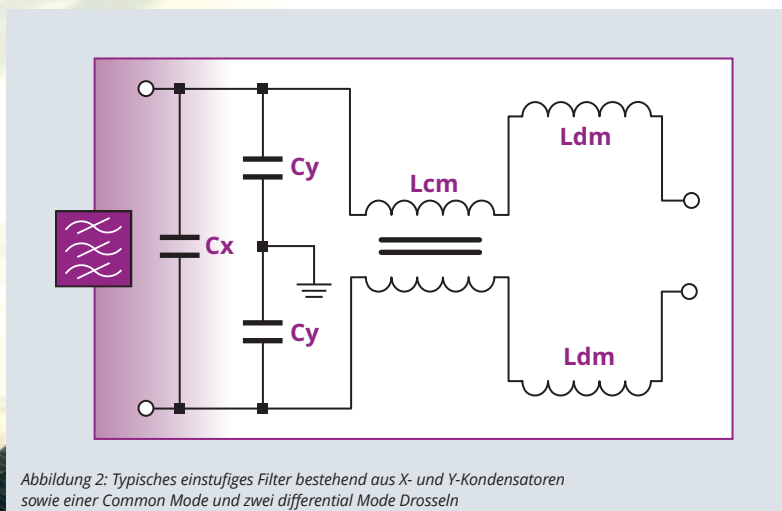


Abbildung 2: Typisches einstufiges Filter bestehend aus X- und Y-Kondensatoren sowie einer Common Mode und zwei differential Mode Drosseln

stehen Verdrängungsströme über parasitäre Kapazitäten wie zB:

- Leiterbahn- und Kabelkapazitäten zu Masse
- Motorwicklungen zu Gehäuse
- Leistungshalbleiter zu Kühlkörper

Der Gleichtaktstrom ergibt sich aus:

$$I_{cm} = C_{par} \times du/dt$$

Da SiC-MOSFETs oft du/dt -Werte von über 50kV/ μ s erreichen, können die Gleichtaktstörungen um ein Vielfaches höher ausfallen als bei vergleichbaren Siliziumlösungen.

Für die Bewertung leitungsgebundener Störaussendungen ist typischerweise der Frequenzbereich von 150kHz bis 30MHz relevant, wie er beispielsweise in den entsprechenden CISPR-Emissionsnormen betrachtet wird. Bei klassischen Si-MOSFET-Anwendungen liegen die dominierenden Störanteile häufig im unteren Bereich dieses Frequenzbands und nehmen mit steigender Frequenz stärker ab. SiC-MOSFETs erzeugen relevante Störanteile bis in den oberen MHz-Bereich.

Während Y-Kondensatoren prinzipiell zur Dämpfung von Gleichtaktstörungen beitragen, ist ihre Kapazität in netzgekoppelten Systemen häufig durch den zulässigen Ableitstrom bei Netzfrequenz begrenzt (nicht zu verwechseln mit dem schaltfrequenten Gleichtaktstrom I_{cm}). Auf die Zusammenhänge zwischen Y-Kapazität, Gleichtaktstrom und Ableitstrom wird im Abschnitt zu den Y-Kondensatoren näher eingegangen.

Die Hauptarbeit der Common-Mode-Dämpfung muss daher von der CM-Drossel übernommen werden.

Für EMV-Drosseln sind daher insbesondere folgende Merkmale relevant:

- Hoher Impedanzverlauf über einen breiten Frequenzbereich
- Hohe Eigenresonanzfrequenz
- Geringe parasitäre Kapazitäten und Kopplungen
- Geeignetes Kernmaterial für den relevanten Frequenzbereich
- Stabile Eigenschaften über Temperatur und Alterung

Die Nenninduktivität allein ist dabei kein ausreichendes Kriterium. Entscheidend ist vielmehr das frequenzabhängige Verhalten bis in den zweistelligen MHz-Bereich, das maßgeblich durch parasitäre Effekte, den Wicklungsaufbau und das eingesetzte Kernmaterial bestimmt wird.

EMV-Drosseln werden daher hinsichtlich Wicklungsgeometrie, Sektionierung und Kernmaterial gezielt auf das zu erwartende Störspektrum optimiert.

Nanokristalline und amorphe Kernmaterialien ermöglichen aufgrund ihrer hohen Permeabilität eine hohe Gleichtaktinduktivität bei geringer Windungszahl. Dadurch lassen sich parasitäre Effekte reduzieren und gleichzeitig hohe Eigenresonanzfrequenzen erzielen. Zusätzlich zeigen diese Materialien eine geringere Temperaturabhängigkeit ihrer magnetischen Eigenschaften als viele Ferrite.

In anspruchsvollen SiC-Anwendungen werden häufig mehrstufige EMV-Filter eingesetzt, bei denen mehrere Gleichtakt- und Gegentaktdrosseln unterschiedlicher Auslegung kombiniert werden. Dadurch kann die wirksame Impedanz über einen größeren Frequenzbereich aufrechterhalten werden.

Um Optimierungen fundiert vorzunehmen, kann unser Partner SUMIDA das reale Störspektrum simulatorisch nachbilden und mit den frequenzabhängigen Materialeigenschaften der verwendeten Kernwerkstoffe abgleichen. Durch die eigene Ferritentwicklung stehen detaillierte Daten über das Verhalten im relevanten Frequenzbereich zur Verfügung.

Auf dieser Basis können Filterstufen gezielt ausgelegt und hinsichtlich EMV-Wirkung, Baugröße und Kosten optimiert werden. In der Praxis las-

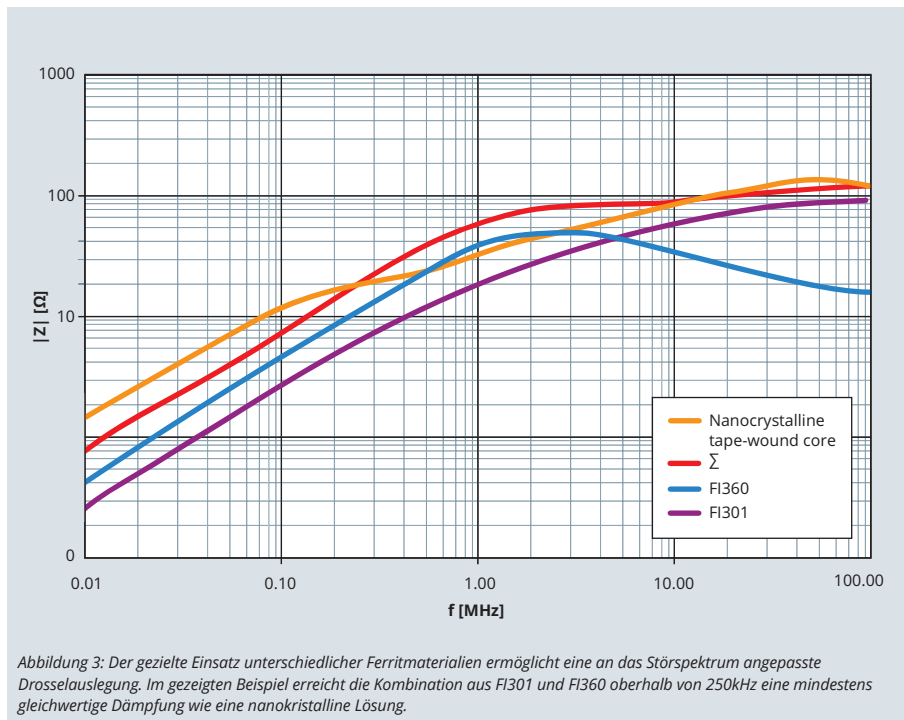
Halbleiterbrücke. Wir wollen uns in dieser Ausgabe speziell das EMV-Filter ansehen.

Anforderungen an EMV-Drosseln

Die Eigenschaften von SiC-MOSFETs beeinflussen dabei sowohl die Art der entstehenden Störungen als auch die Anforderungen an die eingesetzten Drosseln erheblich. Der wesentliche Unterschied aus EMV-Sicht liegt in den deutlich höheren Schaltgeschwindigkeiten.

Typische Werte		
PARAMETER	SI-MOSFET	SIC-MOSFET
du/dt	5–20kV/ μ s	20–100kV/ μ s
di/dt	einige 100A/ μ s	typisch einige kA/ μ s
Schaltzeiten	20–100ns	5–30ns

Durch begrenzte di/dt -Werte in den realen Kommutierungsschleifen und das Fehlen ausgeprägter Reverse-Recovery-Effekte liegen die Differential-Mode-Störungen von SiC-Systemen in der Praxis häufig auf vergleichbarem oder niedrigerem Niveau als bei Si-Systemen. Deutlich ausgeprägter ist dagegen die Zunahme der Common-Mode-Störungen. Durch hohe du/dt -Werte ent-



sen sich dadurch beispielsweise einzelne nanokristalline Filterstufen durch geeignete Ferritlösungen ersetzen.

Neben der elektromagnetischen Optimierung gewinnen bei modernen SiC-Systemen auch mechanische Randbedingungen zunehmend an Bedeutung. Hohe Leistungsdichten stellen besondere Anforderungen an die Integration der EMV-Komponenten.

Durch die eigene Ferritproduktion kann SUMIDA Ferritkerne in kundenspezifischen Geometrien entwickeln und diese mechanisch exakt an die jeweilige Applikation anpassen – beispielsweise an die Form von Busbars oder an beengte Einbauräume. Dadurch lassen sich sowohl die Integration der Komponenten als auch deren elektromagnetische Eigenschaften gezielt optimieren.

SUMIDA bringt umfassende Kompetenz in Materialentwicklung, simulationsgestützter Filterauslegung und kundenspezifischer mechanischer Optimierung ein. ELYTONE ergänzt dieses Portfolio als Automotive-zertifizierter Hersteller mit hoher Fertigungsqualität.

X- und Y-Kondensatoren im EMV-Filter

Für die Auslegung von EMV-Filtern ergibt sich eine veränderte Gewichtung der Anforderungen an die eingesetzten Sicherheitskondensatoren.

Während bei X-Kondensatoren vor allem das Hochfrequenzverhalten und die Langzeitstabilität in den Fokus rücken, müssen Y-Kondensatoren zusätzlich deutlich höhere Common-Mode-Ströme und dynamische Belastungen beherrschen.

X-Kondensatoren – Fokus auf Hochfrequenzverhalten und Stabilität

X-Kondensatoren dienen primär zur Dämpfung von Differential-Mode-Störungen zwischen den Leitern. Da diese Störanteile bei SiC-Systemen häufig nicht proportional zu den höheren Schaltgeschwindigkeiten zunehmen, bleiben die erforderlichen Kapazitätswerte in vielen Anwendungen weitgehend unverändert. Die Dimensionierung erfolgt auf Basis der gewünschten Gegenakttdämpfung sowie des Resonanzverhaltens des Gesamtsystems.

Mit SiC-Halbleitern verschiebt sich ein Teil des Störspektrums in höhere Frequenzbereiche. Dadurch gewinnen folgende Eigenschaften an Bedeutung:

- Geringe parasitäre Induktivität (ESL)
- Hohe Eigenresonanzfrequenz und günstiger Impedanzverlauf
- Niederinduktive Einbindung in das Layout
- Stabile elektrische Eigenschaften über die gesamte Lebensdauer

Die höheren du/dt -Werte wirken sich auf X-Kondensatoren dabei weniger direkt aus. Entscheidend ist vielmehr, dass die Kondensatoren ihre Filterwirkung auch unter anspruchsvollen Umgebungsbedingungen langfristig aufrechterhalten. Zu den wesentlichen Belastungsfaktoren zählen Feuchtigkeit, erhöhte Temperaturen, Temperaturwechsel sowie wiederkehrende Netztransienten.

Die hohe Leistungsdichte kompakter SiC-Systeme führt häufig zu erhöhten Bauteiltemperaturen und anspruchsvolleren thermischen Randbedingungen. In Kombination mit Feuchtigkeitseinflüssen können diese Faktoren die Alterung von Sicherheitskondensatoren beschleunigen. THB-qualifizierte X-Kondensatoren gewährleisten eine hohe Stabilität der elektrischen Eigenschaften und helfen, die EMV-Filtercharakteristik über die gesamte Lebensdauer konstant zu halten.

Mit den entsprechenden X-Kondensatorserien von KEMET stehen miniaturisierte THB-qualifizierte Lösungen mit 85°C/85% relativer Luftfeuchtigkeit über 1.000 bis 2.000 Stunden zur Verfügung. Neben der verbesserten Feuchte- und Temperaturbeständigkeit ermöglichen optimierte Wicklungsaufbauten kompakte Bauformen sowie ein günstiges Hochfrequenzverhalten.

Y-Kondensatoren – Hauptlastträger der Common-Mode-Filterung

Deutlich stärker als X-Kondensatoren werden Y-Kondensatoren von den Eigenschaften moderner SiC-Schaltungen beeinflusst. Ihre Aufgabe besteht darin, Common-Mode-Störungen gegen Schutzleiter oder Gehäuse abzuleiten.

Das im Abschnitt zu den EMV-Drosseln beschriebene Prinzip lässt sich direkt auf den Y-Kondensator übertragen: Der Anteil des Gleichtakstroms ergibt sich näherungsweise aus $I_{cm,Y} = C_Y \times du/dt$ – wobei C_Y die Kapazität des eingesetzten Y-Kondensators ist.

Für Y-Kondensatoren bedeutet dies:

- Höhere Pulsstrombelastungen
- Höhere RMS-Ströme
- Stärkere thermische Beanspruchung
- Erhöhte Belastung von Elektroden und Dielektrikum
- Höhere Anforderungen an die Langzeitstabilität

Neben den klassischen Sicherheitsanforderungen wie Y1- bzw. Y2-Zulassung, Spannungsfestigkeit, Kriech- und Luftstrecken gewinnen deshalb zusätzliche Parameter an Bedeutung:

- Hohe zulässige du/dt -Belastbarkeit und damit Pulsstromfestigkeit
- Geringe Eigenverluste bzw. hohe RMS-Strombelastbarkeit
- Stabiles Verhalten unter hochfrequenter Dauerbelastung
- Hohe THB-Festigkeit
- Langfristig stabile Kapazitätswerte

Gleichzeitig entsteht bei der Auslegung ein klassischer Zielkonflikt: Eine höhere Y-Kapazität verbessert zwar die Common-Mode-Dämpfung, erhöht jedoch gleichzeitig den normativ begrenzten Ableitstrom bei Netzfrequenz. Daher muss ein geeigneter Kompromiss zwischen EMV-Performance und zulässigem Leckstrom gefunden werden.

Wie schon bei den X-Kondensatoren beschrieben, spielen auch hier Temperatur- und Feuchteinflüsse eine wesentliche Rolle für die Langzeitzuverlässigkeit – bei Y-Kondensatoren zusätzlich verschärft durch die dauerhafte hoch-

frequente Pulsbelastung. Die entsprechenden THB-Prüfungen nach IEC 60384 gelten hier ebenso als wichtiger Indikator.

KEMET bietet auch hierfür miniaturisierte Sicherheitskondensatoren an, die die EMV-Performance auch über lange Betriebszeiten absichern.

Für Anwendungen mit besonders hohen Belastungen bietet KEMET mit der R41D-Serie einen speziell optimierten Y2-Kondensator an. Während klassische Sicherheitskondensatoren häufig für Spannungsanstiege von etwa $500V/\mu s$ spezifiziert sind, erreicht die R41D-Serie spezifizierte Werte bis $6.000V/\mu s$ und bietet damit einen deutlich größeren Sicherheitsabstand gegenüber den dynamischen Belastungen.

Darüber hinaus zeichnet sich die Serie durch folgende Eigenschaften aus:

- Hohe RMS- und Pulsstrombelastbarkeit
- Optimierte Elektrodenstrukturen für wiederkehrende HF-Impulse

- Robustes Verhalten bei hohen Schaltfrequenzen
- Kompakte Bauformen bei hoher Zuverlässigkeit

Damit adressiert die R41D-Serie gezielt die Herausforderungen moderner SiC-Topologien.

Abschließend möchten wir den Blick vom Detail zurück auf das Gesamtsystem richten:

CODICO bietet mit seinen Herstellern die optimale Lösung für SiC-basierte Inverter.

In dieser Ausgabe haben wir den Fokus bewusst auf das EMV-Filter gelegt. Themen wie DC-Link, Gate-Ansteuerung, PFC, Leistungstransformatoren und weitere passive Komponenten in SiC-Applikationen greifen wir in einer der nächsten Ausgaben auf.

P05

► Thomas Jell, +43 1 86305 125
thomas.jell@codico.com

FAZIT

Der Einsatz von SiC-Leistungshalbleitern verändert nicht nur die Anforderungen an EMV-Drosseln, sondern auch an die eingesetzten Sicherheitskondensatoren.

Die Auswahl geeigneter X- und Y-Kondensatoren erfolgt zunehmend nicht mehr ausschließlich anhand von Kapazität und Sicherheitszulassung, sondern zusätzlich auf Basis von du/dt -Festigkeit, Strombelastbarkeit, THB-Verhalten und Hochfrequenzeigenschaften.

Mit KEMET steht hierfür ein Hersteller zur Verfügung, die sowohl miniaturisierte THB-optimierte Sicherheitskondensatoren als auch speziell für anspruchsvolle High- du/dt -Anwendungen entwickelte Serien anbieten. Gemeinsam mit unseren Technologiepartnern unterstützen wir Sie bei der Auswahl und Auslegung der optimalen EMV-Filterlösung.



SOLID STATE RELAIS



SILD-Serie



SOD-Serie



ESUC-Serie



SOI-Serie

Mit speziellen Funktionen



Fertigungsprozesse mit innovativen SSR-Lösungen von CELDUC® relais auf das nächste Level bringen.

Solid State Relays (SSRs) schalten elektrische Lasten mit Halbleiterbauelementen wie TRIACs, Thyristoren oder MOSFETs anstelle mechanischer Kontakte. Daraus ergeben sich geräuschloser Betrieb, hohe Schaltgeschwindigkeiten, eine lange Lebensdauer und eine präzise Leistungsregelung. Da mechanische Abnutzung entfällt, sinkt der Wartungsaufwand bei gleichbleibend konstanter Schaltleistung.

Solid State Relays sind damit ein unverzichtbarer Bestandteil moderner Fertigungssysteme und unterstützen Unternehmen dabei, Effizienz, Zuverlässigkeit und Sicherheit nachhaltig zu steigern.

Moderne SSR-Technologie kann heute jedoch weit mehr als nur schalten. Integrierte intelligente Funktionen liefern wertvolle Einblicke in lau-

fende Prozesse, erhöhen den Anlagenschutz und optimieren die Produktionsleistung. Vier dieser Funktionen stellen wir nachfolgend vor.

1. Integrierte Diagnose- und Überwachungsfunktionen

Die Solid State Relays von CELDUC® relais überwachen kontinuierlich wichtige Parameter wie Laststatus, Zustand des Relaisausgangs und Netzwerkleistung und stellen diese Informationen in Echtzeit zur Verfügung. Potenzielle Probleme wie Überhitzung, Überstrom oder Kurzschlussfehler werden dadurch frühzeitig erkannt, ungeplante Stillstände lassen sich vermeiden und kritische Anlagen bleiben geschützt. Integrierte Diagnosemeldungen verkürzen zudem die Fehlersuche, da Wartungsteams Störungen gezielt lokalisieren und beheben können.

Diese fortschrittlichen Funktionen sind darauf ausgelegt, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Effizienz industrieller Prozesse zu steigern, und stellen dem Bedienpersonal wertvolle Echtzeitinformationen zur Verfügung. Fehlersuchzeiten verkürzen sich spürbar, die Auswirkungen unerwarteter Prozessunterbrechungen werden auf ein Minimum reduziert.

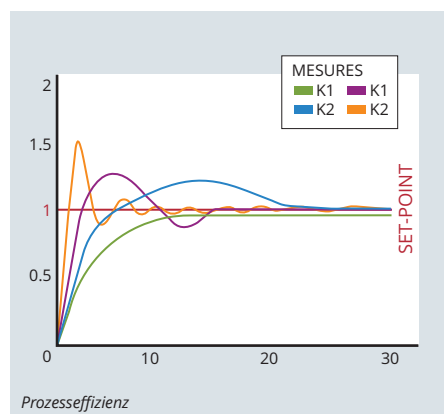
Vorteile für Fertigungsprozesse

- Früherkennung von Fehlern und ungewöhnlichen Betriebszuständen
- Kontinuierliche Echtzeitüberwachung kritischer Systemparameter
- Reduzierte Stillstands- und Wartungskosten durch vorausschauendes Fehlermanagement

Anwendungsbereiche: Kunststoff-Spritzgießmaschinen, PET-Blasformmaschinen, Verpackungsmaschinen, Halbleiter-Fertigungsanlagen und Glas-Härteöfen, also überall dort, wo eine hohe Anlagenverfügbarkeit entscheidend ist.

2. PID-Temperaturregler

Eine präzise Temperaturregelung ist eine zentrale Voraussetzung für zahlreiche industrielle Fertigungsprozesse. Die Kombination eines PID-Reglers mit einem Solid State Relay regelt Temperaturen hochgenau, stabil und energieeffizient. In Heizanwendungen wie Industrieöfen, Schmelzöfen, Kunststoffverarbeitungsanlagen oder Wärmebehandlungsanlagen erfassen Temperatursensoren die Prozesstemperatur und übermitteln die Messwerte an den PID-Regler. Dieser vergleicht den Istwert mit dem Sollwert und berechnet fortlaufend die erforderliche Stellgröße. Das Solid State Relay regelt daraufhin die Leistungszufuhr zum Heizelement schnell und präzise, sodass Abweichungen unmittelbar ausgeglichen werden und minimale Prozessschwankungen verbleiben.



PID-gesteuerte SSR-Lösungen eignen sich überall dort, wo eine präzise Temperaturführung über den Prozess entscheidet, etwa in der Kunststoffverarbeitung und Extrusion, der Lebensmittel- und Getränkeproduktion, in Verpackungsanlagen, chemischen Prozessen sowie in Industrie- und Brennöfen. Hersteller steigern damit die Prozesseffizienz, reduzieren Ausschuss und sichern eine gleichbleibend hohe Produktionsqualität.

Die CELDUC® relais-Lösung: ECOM PID-Temperaturregler

Das ECOM-Modul, kompatibel mit den Baureihen SU, SUL und SUM, verfügt über einen galvanisch getrennten Thermoeingang für die gängigsten Thermoelementtypen (J, K, T und E). Zwei unabhängig konfigurierbare Logikausgänge (OUT1 und OUT2) erlauben getrennte Heiz- und Kühlregelungen. Der integrierte PID-Regler bietet ein automatisches Tuning, bei dem die PID-Parameter selbsttätig angepasst werden, sobald die Regelabweichung den Schwellenwert »Max Gap Tune« überschreitet, sowie ein manuelles Tuning

für individuelle Prozessanforderungen. Aus integrierter Temperaturmessung, flexiblen Steuerausgängen und fortschrittlichen Tuning-Funktionen entsteht so eine präzise, zuverlässige und energieeffiziente Temperaturregelung für anspruchsvolle industrielle Anwendungen.

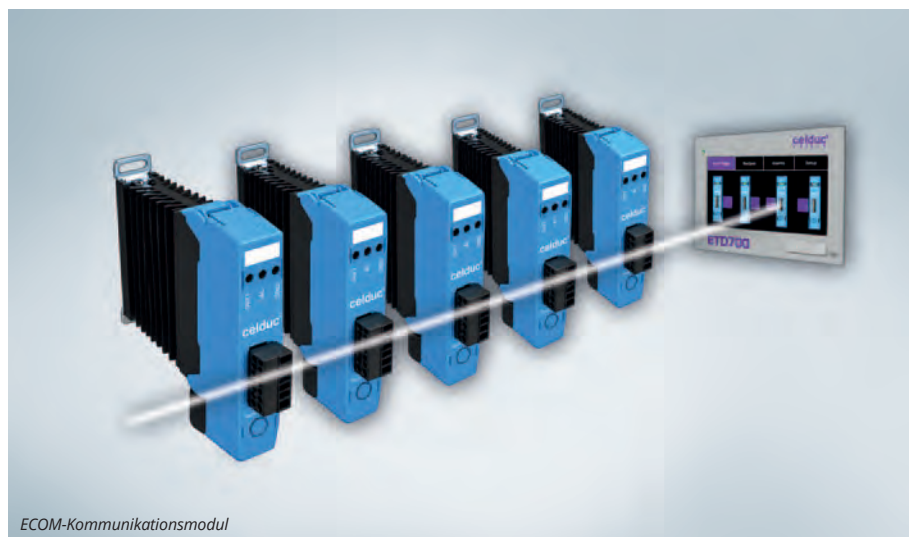
Anwendungsbeispiele

Ein Kunststoffhersteller regelt die Temperatur seiner Extrusionsanlagen mit Solid State Relays der SUL-Serie in Kombination mit dem steckbaren ECOM-Modul und erreicht damit stabile Prozesstemperaturen, eine gleichbleibend hohe Produktqualität sowie einen reduzierten Energieverbrauch. In einer chemischen Produktionsanlage sichert dieselbe Kombination optimale Reaktionsbedingungen über den gesamten Produktionszyklus und steigert Prozessstabilität, Ausbeute und Produktqualität. Weitere typische Einsatzfelder sind die Lebensmittel- und Getränkeproduktion, Verpackungsanlagen sowie Industrie- und Brennöfen.

Wesentliche Vorteile

- Hochpräzise Temperaturregelung mit verbesserter Prozessstabilität und Reproduzierbarkeit
- Reduzierte Temperaturüber- und -unterschwinger
- Höhere Produktqualität und gleichbleibende Fertigungsergebnisse
- Optimierter Energieverbrauch
- Geringerer Wartungsaufwand durch verschleißfreies Schalten
- Höhere Anlagenzuverlässigkeit und Verfügbarkeit





3. Kommunikationsschnittstellen

Kommunikationsschnittstellen ermöglichen es Solid State Relays, Daten mit SPS-Steuerungen, HMIs, SCADA-Systemen und Plattformen zur Fernüberwachung auszutauschen. Anwender gewinnen dadurch mehr Transparenz, bessere Steuerungsmöglichkeiten und eine höhere Betriebseffizienz.

Nahtlose Integration in Automatisierungssysteme: Kommunikationsfähige SSRs fügen sich problemlos in zentrale Steuerungsarchitekturen ein. Über den kontinuierlichen Datenaustausch mit SPS-Systemen und übergeordneten Leitsystemen überwachen Bediener den Anlagenstatus, rufen Prozessinformationen ab und passen Betriebsparameter aus der Ferne an. Das optimiert die Maschinenleistung und reduziert manuelle Eingriffe.

Echtzeitüberwachung und Ferndiagnose: Moderne Kommunikationsfunktionen geben Zugriff auf Laststatus, Relaiszustand, elektrische Messwerte und Prozessparameter. Ungewöhnliche Betriebszustände werden erkannt, bei Fehlern erfolgen sofortige Warnmeldungen. Der Fernzugriff auf detaillierte Diagnoseinformationen verkürzt die Fehlersuche erheblich, Korrekturmaßnahmen lassen sich schneller einleiten und Produktionsausfälle werden minimiert.

Bereit für Industrie 4.0 und Smart Factories: Vernetzte SSRs werden zum Bestandteil von Industrie 4.0- und IoT-Ökosystemen. Sie liefern Echtzeitdaten an übergeordnete Steuerungssysteme und Analysensysteme und unterstützen damit vorausschauende Wartung, datenbasierte Entscheidungen und eine kontinuierliche Prozessoptimierung.

Die CELDUC® relais-Lösung:

ECOM-Kommunikationsmodul

Das ECOM-Modul ermöglicht Echtzeitüberwachung und -steuerung über eine RS485-Schnittstelle mit dem weit verbreiteten Protokoll Modbus RTU (weitere Protokolle auf Anfrage). Als bewährter Industriestandard in Gebäudemanagementsystemen (BMS) und industriellen Automatisierungssystemen (IAS) erlaubt Modbus RTU die nahtlose Integration in bestehende Steuerungsarchitekturen und schützt damit bereits getätigte Investitionen. Über diese Schnittstelle rufen Anwender Betriebsdaten aus der Ferne ab, konfigurieren Parameter und steuern Geräte direkt über eine SPS oder ein HMI.

Vorteile für Fertigungsprozesse

- Nahtlose Integration in Industrie 4.0- und IoT-Umgebungen
- Echtzeitüberwachung, Ferndiagnose und Fernsteuerung
- Vereinfachte Kommunikation mit SPS-Steuerungen, HMIs und Leitsystemen
- Schnellere Fehleranalyse und höhere Anlagenverfügbarkeit
- Reduzierter Verdrahtungsaufwand und kleinere Schaltschrankabmessungen
- Kompakte All-in-One-Lösung für Überwachung, Messung, Steuerung und Kommunikation

Typische Anwendungen: Energiemanagementsysteme, HLK-Anlagen (Heizung, Lüftung, Klimatechnik), Wasser- und Abwasseraufbereitung, industrielle Prozessautomatisierung, Gebäudemanagementsysteme und Smart-Manufacturing-Anlagen.

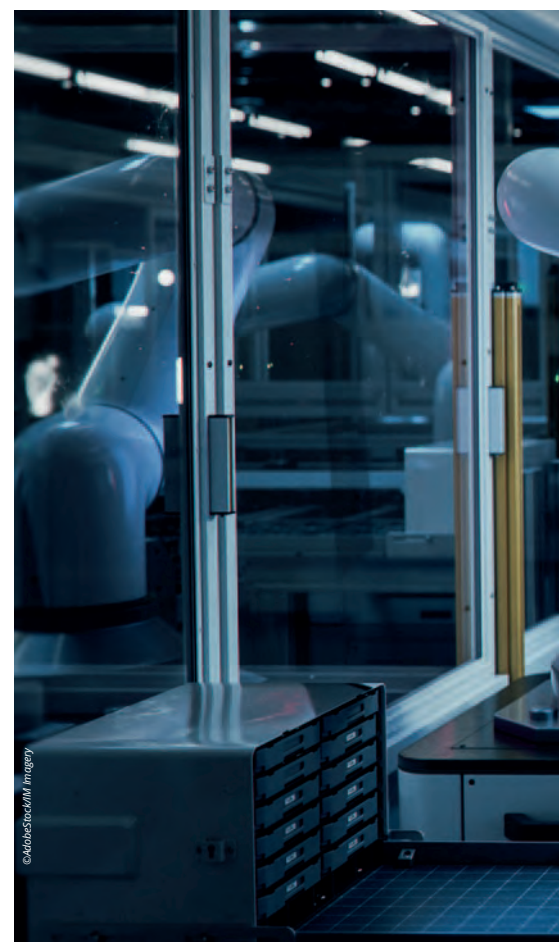
4. Analoge Leistungsregelung

Wo ein einfaches Ein- und Ausschalten der Last nicht ausreicht, passen SSRs mit analoger Steuerung die abgegebene Leistung kontinuierlich an die Prozessanforderungen an. Im Gegensatz zu herkömmlichen SSRs, die binär arbeiten, modulieren sie die Ausgangsleistung gleichmäßig und präzise. Zum Einsatz kommen fortschrittliche Regelverfahren wie Phasenanschnittsteuerung, Taktschaltung (Burst Firing) oder Vollwellen-Pulssteuerung. Die Last erhält dadurch exakt die benötigte Energiemenge, was die Prozesseffizienz verbessert, den Energieverbrauch senkt und die Belastung der Betriebsmittel minimiert.

Die CELDUC® relais-Lösungen

CELDUC® relais bietet ein umfassendes Portfolio an Leistungsreglern mit den Eingangssignalen 0 bis 10VDC, 4 bis 20mA, Potentiometer und PWM (Pulsweitenmodulation). Verfügbare Regelverfahren:

- **Burst-Firing-Steuerung, Taktschaltung (SO3 Serie):** Ideal für ohmsche Lasten mit geringer thermischer Trägheit, beispielsweise kurzzeitige Infrarotstrahler und Infrarot-Heizlampen
- **Vollwellen-Pulssteuerung (SG5 Serie):** Für Anwendungen mit hoher thermischer Trägheit wie Industrieöfen und große Heizsysteme geeignet; ermöglicht eine gleichmäßige Leistungsregelung bei reduzierten Netzstörungen



- **Phasenanschnittsteuerung (SG4, SO4, SIL4, SIM4, dreiphasig SGTA und SVTA):** Für Lasten, die unmittelbar auf Spannungsänderungen reagieren, etwa Lampen, Motoren, transformatorgekoppelte Lasten, Heizdrähte sowie Gleichstromlasten hinter Gleichrichterbrücken (zum Beispiel Peltier-Module)
- **Präzise Steuerung:** Die proportionale Regelung erlaubt eine deutlich feinere Kontrolle von Temperatur, Druck oder Durchfluss als ein reiner Ein-/Aus-Betrieb, was in der Lebensmittelverarbeitung, der pharmazeutischen Produktion und der Kunststoffindustrie eine konstant hohe Produktqualität sichert.
- **Energieeffizienz:** Die Ausgangsleistung folgt in Echtzeit dem tatsächlichen Bedarf, es wird nur die benötigte Energiemenge bereitgestellt.
- **Verlängerte Lebensdauer der Anlagen:** Heizelemente und Motoren werden geringeren thermischen und mechanischen Belastungen ausgesetzt, was Ausfälle, Stillstandszeiten und Wartungskosten reduziert.
- **Vermeidung von Über- und Unterschwingern:** Starke Temperaturabweichungen, die Produk-

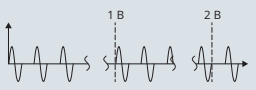
te beschädigen oder die Qualität beeinträchtigen, werden minimiert.

- **Verbesserte Prozessstabilität:** Auch bei schnellen Laständerungen oder äußeren Einflüssen bleiben die Betriebsbedingungen konstant.

SSRs mit analoger Steuerung sind damit unverzichtbar für alle Anwendungen, die eine präzise, gleichmäßige und effiziente Leistungsregelung erfordern.

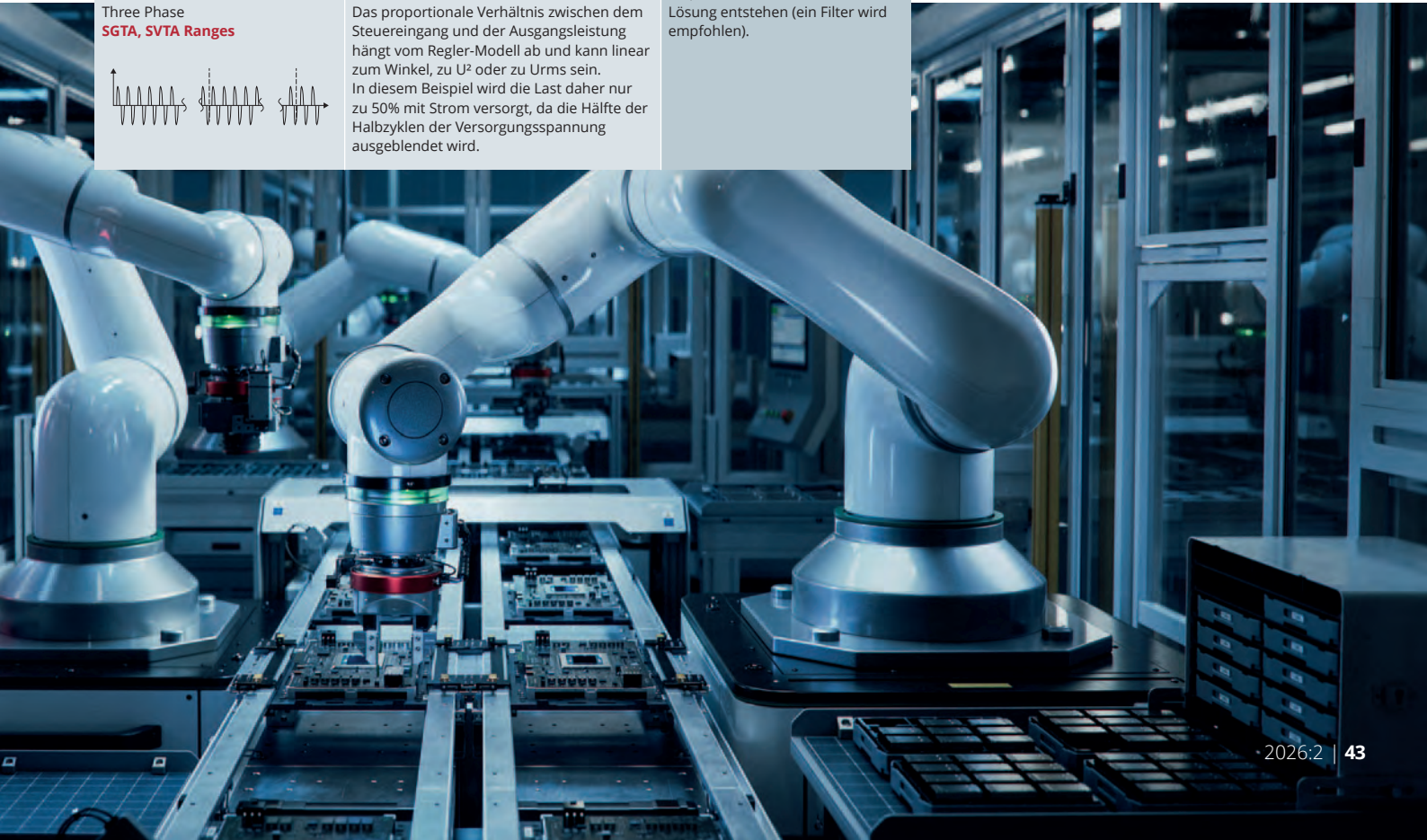
Mit seinem erweiterten SSR-Portfolio geht CELDUC® relais über die klassische Schaltechnik hinaus und vereint Echtzeitdiagnose, PID-Temperaturregelung, industrielle Kommunikation und analoge Leistungsregelung in kompakten Lösungen. Hersteller erreichen damit mehr Prozessstabilität, höhere Produktqualität, besser geschützte Anlagen und geringere Wartungskosten.

Moderne Fertigungsprozesse erfordern mehr als nur zuverlässiges Schalten. Sie benötigen intelligente Lösungen, die die Effizienz steigern, Stillstandszeiten reduzieren, den Energieverbrauch optimieren und die digitale Transformation vorantreiben. CODICO berät Sie hierzu gerne.

	FUNKTIONSPRINZIPIEN	VORTEILE
Burst Control Mode SO3 Range 	Innerhalb einer bestimmten Zykluszeit (in diesem Fall 1 oder 2 Sekunden) wird die Schwankung der Lastleistung durch das Auslassen ganzer Halbwellen erreicht. Das Auslassen erfolgt nach einer komplexen Regel. In diesem Beispiel wird die Last daher nur zu 50% mit Strom versorgt, da jede zweite Halbwelle ausgelassen wird.	Diese Art der Regelung ermöglicht es, die Leistung entsprechend der analogen Steuerung fein zu modulieren und gleichzeitig Störungen zu begrenzen.
Full Wave Pulse Controllers SG5 Range 	Innerhalb einer bestimmten Zykluszeit (die je nach Modell variiert) wird die Schwankung der Lastleistung durch das Ausblenden ganzer Halbwellen erreicht. Das Ausblenden erfolgt linear entsprechend dem vom Steuereingang vorgegebenen Tastverhältnis Ton/Tcycle. In diesem Beispiel wird die Last somit nur während 50% der Zykluszeit mit Strom versorgt (Ton/Tcycle = 0,5).	Diese Art der Steuerung hat den Vorteil, dass keine Störungen entstehen, da die Auslösung bei einer Spannung von etwa 0 erfolgt.
Phase Angle Controllers SG4, SO4, SIL4, SIM4 Ranges	Was das Funktionsprinzip eines Dimmers betrifft, ermöglicht dieser Regelmodus eine feine Einstellung der Lastleistung, indem ein Teil der sinusförmigen Versorgungsspannung entsprechend dem Regeleingang ausgeblendet wird.	Dieser Regelmodus ermöglicht eine feine Einstellung der Lastleistung, beispielsweise wenn die Genauigkeit der Temperaturregelung Vorrang vor den elektromagnetischen Störungen hat, die bei dieser Art von Lösung entstehen (ein Filter wird empfohlen).
Three Phase SGTA, SVTA Ranges 	Das proportionale Verhältnis zwischen dem Steuereingang und der Ausgangsleistung hängt vom Regler-Modell ab und kann linear zum Winkel, zu U² oder zu Urms sein. In diesem Beispiel wird die Last daher nur zu 50% mit Strom versorgt, da die Hälfte der Halbzyklen der Versorgungsspannung ausgeblendet wird.	

P06

➤ Arnold Geitzenauer, +43 1 86305 124
arnold.geitzenauer@codico.com



GXT® PLATING

Leistungsfähige Kontaktoberflächen mit deutlich reduziertem Goldanteil

DISCOVER MORE AT
electronica

Amphenol
COMMUNICATIONS SOLUTIONS

Wie AMPHENOL mit dem GXT® Plating die Zuverlässigkeit elektrischer Steckverbinder sichert und gleichzeitig die Abhängigkeit vom Goldpreis senkt.

Die Kontaktoberfläche eines Steckverbinders bestimmt maßgeblich den Kontaktwiderstand, die Korrosionsbeständigkeit, das Verschleißverhalten und die Langzeitzuverlässigkeit. Gold gilt seit Jahrzehnten als Standard für Kontaktoberflächen, zählt jedoch gleichzeitig zu den größten Kostenfaktoren eines Steckverbinders.

Mit dem GXT® Plating bietet AMPHENOL ein Beschichtungssystem, das den Goldanteil deutlich reduziert, ohne auf eine leistungsfähige edelmetallische Kontaktoberfläche zu verzichten. Statt einer durchgehenden Hartgoldschicht kombiniert GXT® eine Palladium-Nickel-Schicht mit einem sehr dünnen Gold-Flash-Finishing. Damit entsteht eine technisch belastbare und wirtschaftlich attraktive Alternative zu klassischen 30µ"-Gold-Beschichtungen.

Schichtaufbau

Ein klassisches 30µ"-Gold-System besteht aus einer Hartgoldschicht von 0,76µm auf einer mindestens 1,27µm dicken Nickelsperrschicht. Diese wirkt als Diffusionsbarriere zwischen Grundmaterial und Kontaktoberfläche und trägt gleichzeitig

zur Verbesserung der Verschleißfestigkeit, thermischen Stabilität und Korrosionsbeständigkeit bei.

Bei 30GXT bleibt die Gesamtdicke der Funktionsschicht nahezu gleich. Der Aufbau verändert sich jedoch deutlich. Es werden rund 0,69µm Palladium-Nickel mit einer Gold-Flash-Beschichtung von etwa 50nm kombiniert.

Der Schichtaufbau (Abbildung 1) erfüllt dabei klar getrennte Aufgaben:



- **Kupferlegierung:** mechanisches und elektrisch leitfähiges Grundmaterial
- **Nanokristalline Nickelschicht:** Diffusionsbarriere und Korrosionsschutz
- **Palladium-Nickel-Schicht:** hohe Verschleißfestigkeit, thermische Stabilität und reduzierte Porosität
- **Gold-Flash:** definierte edelmetallische Kontaktoberfläche

Der zentrale Vorteil liegt im Materialeinsatz: Die für die Kontaktfunktion relevante Goldoberfläche bleibt erhalten, während der größte Teil der ansonsten eingesetzten Goldschicht durch Palladium-Nickel ersetzt wird.

Palladium-Nickel wurde gezielt als Alternative zu dickeren Goldschichten entwickelt. Die Legierung kombiniert hohe Härte und gute Verschleißbeständigkeit mit einer stabilen Korrosionsperformance. Im Vergleich zu Hartgold weist GXT® eine geringe Porosität sowie eine hohe thermische Stabilität auf. Für die elektrische Kontaktierung ist die abschließende Goldschicht entscheidend.

Materialeffizienz ohne Kompromisse bei der Kontaktqualität

Neben 30GXT stehen weitere Varianten wie 15GXT, 10GXT oder 6GXT zur Verfügung. Sie unterscheiden sich in der Dicke der Palladium-Nickel-Schicht und lassen sich auf die erforderliche Anzahl von Steckzyklen sowie die jeweiligen Umgebungsbedingungen abstimmen.

Wirtschaftlichkeit durch gezielten Materialeinsatz

Bei klassischen Goldoberflächen wird häufig mit standardisierten Schichtdicken gearbeitet. In vielen Anwendungen ist diese Auslegung jedoch konservativer als technisch erforderlich. GXT® ermöglicht es, die Beschichtung stärker an den konkreten Einsatzfall anzupassen. Besonders relevant ist dies bei hohen Edelmetallpreisen. Durch die deutliche Reduzierung des Goldanteils lassen sich Materialkosten senken, ohne die Kontaktzone pauschal auf ein weniger leistungsfähiges System umzustellen.



Zusätzlich kann die Edelmetallbeschichtung gezielt auf die aktive Kontaktzone begrenzt werden. Die Löt- oder Press-Fit-Pins erhalten beispielsweise Zinnbeschichtungen, während nur der eigentliche Kontaktbereich mit GXT® ausgeführt wird. Diese selektive Beschichtung reduziert den Edelmetalleinsatz weiter.

Auswahlkriterien für die richtige Beschichtung

Die geeignete Kontaktoberfläche ergibt sich aus dem Zusammenspiel mehrerer Anforderungen:

- Temperaturbereich und thermische Alterung
- Vibration und mechanische Schockbelastung
- Korrosionsbedingungen, etwa Feuchtigkeit oder Schadgase
- Anzahl der Steckzyklen

Nicht die maximal mögliche Goldschicht entscheidet über die Qualität eines Steckverbinders, sondern die passende Beschichtung für die tatsächliche Anwendung.

- Kontaktkraft und Kontaktgeometrie
- Zulässiger Kontaktwiderstand über die Lebensdauer

Gold bleibt die richtige Wahl, wenn besonders hohe Anforderungen an Korrosionsbeständigkeit, Dauerhaltbarkeit oder Kontaktstabilität bestehen. GXT® bietet jedoch für viele leistungsfähige Signal- und Datensteckverbinder eine wirtschaftlich überzeugende Alternative.

Für Hochstrom- und Leistungsanwendungen stehen weitere Systeme zur Verfügung. AGT® basiert auf Hartsilber und ist auf niedrige Kontaktwiderstände, hohe Stromtragfähigkeit und geringe Verlustleistung ausgelegt. Damit eignet sich die Beschichtung insbesondere für Power- und Busbar-Steckverbinder, etwa in elektrifizierten Fahrzeugen oder anderen Anwendungen mit großen Kontaktflächen und hoher Strombelastung.

GCS® (Gold Capped Silver) kombiniert eine Hartsilberschicht mit einem Gold-Flash-Plating und einem Hochleistungsschmierstoff. Das Mehrschichtsystem wurde entwickelt, um typische Grenzen konventioneller Silberoberflächen zu überwinden. Der Gold-Flash schützt die Silberoberfläche dauerhaft vor Anlaufen, während der Schmierstoff Reibung und Verschleiß beim Stecken reduziert.

GCS® bietet damit eine kosteneffiziente Lösung mit hoher Korrosionsbeständigkeit, niedrigen Kontaktwiderständen und guter Dauerhaltbarkeit für Signal- und Leistungskontakte.

S01

Julia Reiterer, +43 1 86305 162
julia.reiterer@codico.com




Amphenol
Industrial

LANGLEBIG

ePower-Lite Mini X – Kompakte Hochvolt-Steckverbinder

Mit Mini X erweitert AMPHENOL seine bewährte ePower-Lite-Produktfamilie um einen besonders kompakten Hochvolt-Steckverbinder für Anwendungen mit begrenztem Bauraum. Die zweipolige Lösung wurde speziell für moderne Hochvolt-Systeme entwickelt und kombiniert hohe Leistungsfähigkeit mit robuster Zuverlässigkeit – ideal für die zunehmende Elektrifizierung in der Automobil- und Industrielektronik.

Trotz der kompakten Abmessungen unterstützt die ePower-Lite Mini X Betriebsspannungen bis 1.000VDC sowie Ströme bis 35A bei 4mm² Leiterquerschnitt. Damit eignet sie sich hervorragend für zahlreiche Hilfsverbraucher und Subsysteme in Elektro- und Hybridfahrzeugen sowie für industrielle Hochvolt-Anwendungen.

Ein besonderes Augenmerk wurde auf Sicherheit und Langlebigkeit gelegt. Das Stecksystem erfüllt die Schutzarten IP67 und IP6K9K im gesteckten Zustand und gewährleistet durch IP2XB-Berührungsschutz ein hohes Maß an Anwendersicherheit.

Der Temperaturbereich von -40°C bis +125°C ermöglicht den zuverlässigen Einsatz auch unter anspruchsvollen Umgebungsbedingungen.

Für zusätzliche Funktionalität stehen Varianten mit High Voltage Interlock Loop (HVIL) zur Verfügung, die eine sichere Überwachung der Hochvolt-Verbindung ermöglichen. Optional ist außerdem eine EMI-Schirmung erhältlich, um elektromagnetische Störungen zu minimieren und die EMV-Eigenschaften des Gesamtsystems zu verbessern. Mehrere mechanische Kodierungen verhindern Fehlsteckungen und erleichtern die In-

HIGHLIGHTS

- Kompakter 2-poliger Hochvolt-Steckverbinder für beengte Einbauräume
- Bis 1.000VDC und 35A
- Schutzarten IP67 und IP6K9K im gesteckten Zustand
- IP2XB-Berührungsschutz für erhöhte Sicherheit
- Einsatzbereich von -40°C bis +125°C
- Optional mit HVIL & EMI-Schirmung
- Mehrere Kodierungen zur Vermeidung von Fehlsteckungen
- Ideal für Automotive-, Industrie- und Energiespeicheranwendungen

tegration in komplexe Fahrzeug- oder Industrie-architekturen.

Typische Einsatzgebiete sind DC/DC-Wandler, elektrische Klimakompressoren, PTC-Heizelemente, Batteriesysteme, Brennstoffzellen sowie industrielle Automatisierungs- und Energiespeichersysteme. Überall dort, wo eine kompakte, robuste und leistungsfähige Hochvolt-Verbindung gefordert ist, bietet die neue Steckverbinderfamilie eine zukunftssichere Lösung.

Als autorisierter AMPHENOL-Distributor unterstützt CODICO seine Kunden bei der Auswahl der passenden Steckverbinderlösung und begleitet Projekte von der Entwicklung bis zur Serienfertigung.

S02

▼ Christian Sichtar, +43 1 86305 134
christian.sichtar@codico.com



Mini X-Serie

FLEXIBEL

CVILUX CBF1-Serie



Floating Board-to-Board Steckverbinder mit Toleranzausgleich in der X-, Y- und Z-Achse.

Die CBF1-Serie von CVILUX ist ein schwimmender Board-to-Board-Steckverbinder, der speziell zur Vermeidung von Steckfehlern entwickelt wurde. In der industriellen Automatisierung und der Automobilindustrie können durch die Montage mehrerer Steckverbinder auf derselben Leiterplatte ungleichmäßige Belastungen der Stifte oder sogar Beschädigungen durch Montagetoleranzen entstehen. Die CBF1-Serie wurde entwickelt, um die Probleme des »Blindsteckens« und »mechanischer Abweichungen« zu lösen.

Das Stecksystem hat ein Rastermaß von 0,8mm und ist als hochdichte Verbindungslösung konzipiert. Der Toleranzausgleich gleicht Verschiebungen von bis zu $\pm 0,5\text{mm}$ in X-, Y- und Z-Richtung aus. Es unterstützt die Hochgeschwindigkeits-Signalübertragung und ausgewählte Varianten sind für PCIe Gen3 oder SATA 3.0 geeignet. Aufgrund der hohen Steckzyklen sind die Steckverbinder besonders für Geräte mit häufiger Wartung geeignet.

Darüber hinaus bietet die Serie durch den Einsatz von hochtemperaturfesten Kunststoffen wie PA9T eine hohe Temperaturbeständigkeit und gewährleistet so den einwandfreien SMT-Reflow-Lötprozess. Die maximale Nennspannung liegt bei 50V AC/DC, der Nennstrom bei 0,5A und der Betriebstemperaturbereich bei -40°C bis $+105^{\circ}\text{C}$.

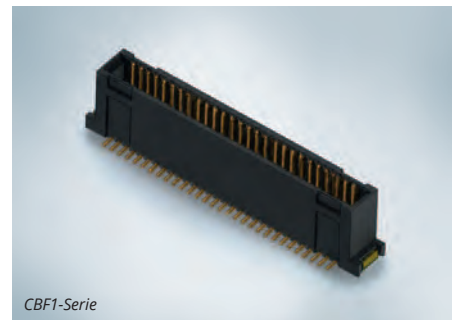
Technisches Hauptmerkmal: Toleranzausgleich

- **Dreidimensionaler Ausgleich von Versatz:** Bietet einen gewissen Bewegungsspielraum in der X-, Y- und Z-Achse (typischerweise 0,5mm oder mehr, je nach Spezifikation).
- **Mechanischer Stress:** Findet aufgrund von Vibrationen eine Verschiebung der Baugruppe statt, zentriert sich der Steckverbinder durch die schwimmend gelagerten Kontakte wieder. So wird die Spannung auf die Lötstellen deutlich reduziert.
- **Hohe Kontaktzuverlässigkeit:** Durch die Doppelkontakt-Konstruktion bleibt die elektrische Verbindung auch während der Bewegung stabil.

Der Steckverbinder ist so ausgelegt, dass er sowohl Vibrationen als auch Stößen standhält. Während des Vibrationstests wird der Steckverbinder einer Amplitude von 1,5mm und einem Frequenzbereich von 10 bis 55Hz ausgesetzt. Dabei darf die temporäre Unterbrechung 1µs nicht überschreiten. Beim Stoßtest wird der Steckverbinder 11ms lang einer Beschleunigung von 490m/s^2 (50g) ausgesetzt. Auch hierbei darf die temporäre Unterbrechung 1µs nicht überschreiten.

S03

Julia Reiterer, +43 1 86305 162
julia.reiterer@codico.com



CBF1-Serie



CBF1-Serie

ANWENDUNGEN

- **Industriellelektronik:** PLC-Control-Module, Industrial Computer (IPCs), Robot Control Arms
- **Automobilindustrie:** SPS-Steuerungsmodule, Industriecomputer (IPCs), Robotik
- **Networking Equipment:** Serverausrüstung und Switches
- **Consumer Electronics:** Interne Board-to-Board-Verbindungen

BETRIEBSSICHER



PPAC-Durchführungsklemmen – Strom- & Signalübertragung durch die Gehäusewand

Wanddurchführungsklemmen sind unverzichtbare Komponenten überall dort, wo elektrische Energie, Signale oder Daten sicher durch Gehäuse- und Schaltschrankwände geführt werden müssen. Sie gewährleisten eine dauerhaft zuverlässige Verbindung, reduzieren den Installationsaufwand und sorgen für eine übersichtliche Verdrahtung.

Dank verschiedener Größen eignen sich die modernen Durchführungsklemmen der Serie PPAC mit bewährtem Schraubanschluss für zahlreiche Leiterquerschnitte und ermöglichen eine schnelle, sichere und wartungsarme Installation. Je nach Ausführung können sie hohe Ströme (bis 230A/UL und 232A/IEC) und Spannungen (bis 600V/UL und 1000V/IEC) übertragen und erfüllen damit die Anforderungen von Industrie-

anlagen, Maschinenbau, Energietechnik sowie der Gebäudeautomation.

Neben ihrer elektrischen Leistungsfähigkeit überzeugen die Durchführungsklemmen durch ihre einfache Montage. Viele Systeme lassen sich werkzeuglos in Gehäusewände einsetzen und bei Bedarf zusätzlich mechanisch sichern. Der präzise Verriegelungsmechanismus gewährlei-

stet einen festen Sitz bei Wandstärken von 1 mm bis 6 mm.

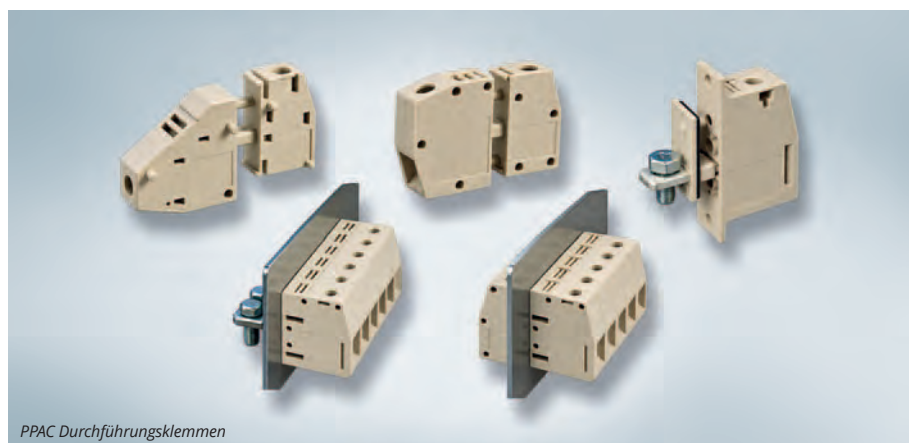
Die Außen- und Innenseiten der Durchführungsklemmen können unterschiedlich ausgeführt werden und bieten damit maximale Flexibilität für unterschiedlichste Installationsanforderungen. Für Anwendungen mit höheren Polzahlen sind Ausführungen mit Befestigungszapfen erhältlich, die eine einfache Aneinanderreihung mehrerer Klemmen ermöglichen. Darüber hinaus sind individuelle Beschriftungen mittels Kunststofflabels sowie Sonderausführungen in verschiedenen Farben – beispielsweise grün-gelbe Varianten für Erdungsanwendungen – auf Anfrage verfügbar. So lassen sich die Durchführungsklemmen optimal an spezifische Einsatzbereiche und Kundenanforderungen anpassen.

Die PPAC-Serie eignet sich besonders für den Einsatz in den Bereichen Telekommunikation und Stromverteilung. Die Produktpalette unterstützt zudem Hersteller von elektrischen Geräten wie Filtern, Wandlern, Wechselrichtern, Transformatoren, Stromversorgungen und industriellen Batterien.

S04

▶ Christian Sichtar, +43 1 86305 134

christian.sichtar@codico.com



PPAC Durchführungsklemmen

FLOAT27®

Hochflexibel und zuverlässig



ept ist ein deutscher Hersteller von hochwertigen Board-to-Board Steckverbindern sowie kundenspezifischen Verbindungslösungen. Mit innovativen Technologien, hoher Fertigungskompetenz und langjähriger Erfahrung entwickelt ept zuverlässige Verbindungslösungen für anspruchsvolle Anwendungen in den Bereichen Industrie, Automotive und Elektronik.

Die Float27® SMT-Steckverbinder von ept erweitern die bewährte und zuverlässige One27®-Produktfamilie um eine flexible Floating-Lösung für anspruchsvolle Board-to-Board-Anwendungen.



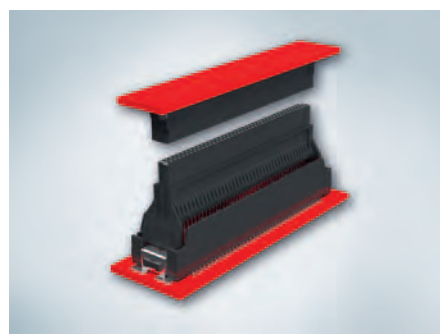
Float27® SMT-Steckverbinder

Der Steckverbinder basiert auf einem Rastermaß von 1,27mm und ermöglicht einen Toleranzausgleich in X- und Y-Richtung von $\pm 0,8\text{mm}$ während des Steckvorgangs sowie im gesteckten Zustand. Dadurch können mechanische Abweichungen zuverlässig ausgeglichen werden. Zudem bietet er eine Kontaktüberdeckung von bis zu 2,4mm in Z-Richtung sowie einen Leiterplattenabstand von 26,1mm bis 30,7mm.



Durch die Verwendung des bewährten Stecksystems ist der Float27® mit den Messerleisten der One27®-Produktfamilie kompatibel und lässt sich flexibel in bestehende Designs integrieren.

Die hohe Vibrations- und Schockfestigkeit, die Entlastung des Steckbereichs sowie der Lötstelle und die geringen Verschiebekräfte gewährleisten eine sichere und langlebige Verbindung auch unter anspruchsvollen Einsatzbedingungen.



Technische Besonderheiten

- Bewährte Messerleiste der One27®-Produktfamilie
- Verdrehenschutz für die korrekte Verbindung von Messer- und Federleiste
- Einführschrägen zum Ausgleich von Mitten- und Winkerversatz bei Stecken
- Boardlock für eine robuste Verbindung zur Leiterplatte
- Positionierzapfen für eine optimale Verarbeitung durch exakte Platzierung
- Koplanarität für prozesssicheres Reflow-Löten
- Meniskusbildung für eine hohe Stabilität und Belastbarkeit der Lötstelle
- Float27®-Federleiste
- Doppelschenkler Federkontakt für sichere und zuverlässige Kontaktierung
- Glatte Oberfläche für eine zuverlässige Kontaktierung durch Kontaktschluss auf gewalzter, glatter Oberfläche
- Übersteckbereich für eine hohe Zuverlässigkeit durch hohen Toleranzausgleich
- Mäander zur Realisierung des hohen Toleranzausgleichs

S05

Christian Sichtar, +43 1 86305 134
christian.sichtar@codico.com

Float27®

Technische Spezifikationen	1.27mm Board-to-Board Steckverbinder
Toleranzkompensation in X- und Y-Richtung	$\pm 0,8\text{mm}$
Betriebstemperaturbereich	-55°C bis +125°C
Kunststoffmaterial	LCP
Kontaktmaterial	Kupferlegierung
Kontaktwiderstand	<95mΩ
Luft- und Kriechstrecke	min. 0,45mm
Isolationswiderstand	>10GΩ
Testspannung	500VDC
Compliance	RoHs konform

DISCOVER MORE AT
electronica

KW10A

Wire-to-Board Steckverbinder mit 2,5mm Rastermaß und Zentralverriegelung

HRS
HIROSE
ELECTRIC
EUROPE B.V.

Die KW10A-Serie verfügt über einen zentralen Verriegelungsmechanismus. Dieser ermöglicht eine enge Montage sowie ein einfaches Ein- und Ausstecken mit einer Hand. Im Gegensatz zu Steckverbindern mit seitlicher Verriegelung, für deren Entriegelung zusätzlicher Freiraum erforderlich ist, ermöglicht der zentrale Verriegelungsmechanismus der KW10A eine enge Anordnung der Steckverbinder. Dadurch wird der Platzbedarf auf der Leiterplatte deutlich reduziert.

Um den unterschiedlichsten Kundenanforderungen gerecht zu werden, ist der Steckverbinder in einer Vielzahl von Ausführungen erhältlich. Dieser wird mit 2, 4, 6 oder 8 Polen sowie in gerader und abgewinkelter Ausführung für Leiterquerschnitte von AWG 20-22 angeboten. Zusätzliche THT-Haltetaschen geben dem SMT-Verbinder mehr Halt auf der Leiterplatte. Letztere

sind für das Reflow-Löten mit Durchsteckmontage geeignet und ermöglichen somit effiziente Montageprozesse.

Die Steckverbinder der KW10A-Serie verfügen über eine Konstruktion mit zwei Federn und Dreipunktkontakt. Diese erhöht die Kontaktkraft und gewährleistet stabile Verbindungen, wodurch sich die Kontaktzuverlässigkeit auch bei starken Vibrationen verbessert. Die Steckverbinder zeichnen sich zudem durch ein sicherheitsorientiertes Design aus. Dazu gehören eine Fingerschutzwand, die einen versehentlichen Kontakt mit den Steckerkontakten verhindert, sowie ein kunststoffummanteltes Gehäuse mit einer Haltevorrichtung, die den Kontakt mit den Buchsenkontakten während der Montage verhindert. Eine Kodierung verhindert ein falsches Einstecken bei der Verwendung mehrerer Steckverbinder und eine

innere Verriegelung sorgt dafür, dass sich die Kabel während der Installation nicht verfangen oder verdrehen. Das Gehäuse ist in den Farben Schwarz und Grau erhältlich. Es ist RoHS-konform, halogenfrei und UL/C-UL-gelistet.

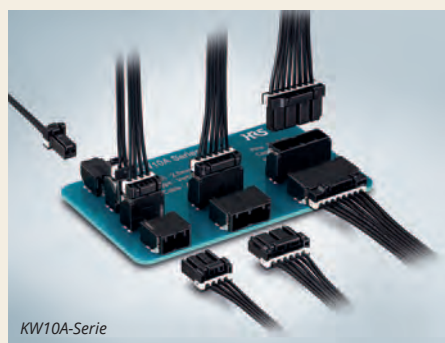
Zu den geeigneten Anwendungsbereichen zählen Industrie-Equipment, medizinische Geräte, Maschinen für die Fabrikautomation (FA), Drohnen, Lieferroboter, AGV-/AMR-Systeme sowie Elektrowerkzeuge.

S06

Julia Reiterer, +43 1 86305 162
julia.reiterer@codico.com

HIGHLIGHTS

- Kontaktabstand: 2,5mm
- Anzahl der Kontakte: 2, 4, 6, 8
- Nennstrom: 5A (2, 4 Kontakte) / 3A (6, 8 Kontakte) pro Pin
- Nennspannung: AC/DC 250V
- Betriebstemperatur: -40°C bis +125°C
- Steckzyklen: 30
- Anschlussquerschnitt: 20-22 AWG
- Kontaktwiderstand: max. 25mΩ



KW10A-Serie

HIROSE
ELECTRIC
EUROPE B.V.

IT18

DISCOVER MORE AT
electronica

INNOVATIV

Der IT18 von HIROSE

HIROSE bringt mit dem IT18 einen COM-HPC®-konformen BGA-Mezzanine-Steckverbinder auf den Markt, der hohe Geschwindigkeit, hohe Packungsdichte und hohe Zuverlässigkeit im Zeitalter der KI ermöglicht.

Die Industrie durchläuft aufgrund des rasanten Fortschritts der KI-Technologien einen tiefgreifenden Wandel, einschließlich einer Verlagerung von der cloudbasierten Verarbeitung hin zum Edge-Computing. Da die Bedeutung der KI-Inferenz am Netzwerkrand weiter zunimmt, steigt die Nachfrage nach COM-HPC®-Modulen rapide an. Um dieser Marktnachfrage gerecht zu werden, hat HIROSE ELECTRIC die IT18-Serie entwickelt, die hohe Zuverlässigkeit und Hochgeschwindigkeitsleistung für Embedded-Systeme der nächsten Generation bietet.

COM-HPC® ist einer der neuesten Standards, der von der PICMG (PCI Industrial Computer Manufacturers Group) gefördert wird. Die PICMG ist ein Konsortium mit über 25 Jahren Erfahrung im Bereich Embedded Computing und hat mehr als 50 Industriestandards veröffentlicht.

Beispiele für Anwendungsbereiche

Industrie-PCs, Industrieroboter, humanoide Roboter, fahrerlose Transportfahrzeuge (AGV) und autonome mobile Roboter (AMR), medizinische Geräte, Messgeräte, Anlagen zur Halbleiterfertigung, Rundfunkgeräte, Spielkonsolen und andere hochentwickelte Embedded-Systeme.

Für Industrieanlagen der nächsten Generation: hohe Geschwindigkeit und Zuverlässigkeit

In den letzten Jahren haben rasante Fortschritte in der KI-Technologie, darunter die Verbreitung generativer KI und Verbesserungen bei der Inferenzgenauigkeit, einen tiefgreifenden Wandel vorangetrieben. Das wachsende Interesse an Edge- und Cloud-Verarbeitung spiegelt die zunehmende Bedeutung der Edge-KI-Inferenz für Echtzeitleistung und Sicherheit wider. Infolgedessen steigt die Nachfrage nach COM-HPC®-Modulen, die leistungsfähigeres Edge-Computing unterstützen, rasant an.

Aufgrund der technologischen Veränderungen hat HIROSE ELECTRIC einen neuen Steckverbinder entwickelt und auf den Markt gebracht. Dieser Steckverbinder ist ein COM-HPC®-konformer BGA-Mezzanine-Steckverbinder und bietet hohe Zuverlässigkeit sowie Hochgeschwindigkeitsleistung. Mit einem engen Rastermaß von 0,635mm und einem BGA-Design mit kleinem Durchmesser ermöglicht die IT18-Serie eine hervorragende Hochgeschwindigkeitsübertragung, eine hochdichte Signalplatzierung und zuverlässiges Löten unter Verwendung der Pin-in-Ball-Methode.

Darüber hinaus wurde der Reihenabstand optimiert, um ausreichend Platz für die Leiterbahnführung zu bieten. Das Footprint-Design umfasst GND-Vias zur Unterdrückung von Übersprechen. Schweißlaschen (auch als Halteklammern bekannt) sind integriert, um den Halt der Lötsgelb zu verstärken und Beschädigungen zu verhindern. Zudem verfügt der Steckverbinder über eine Metallkappe, die Verformungen während des Reflow-Lötens verhindert und vor Fremdkörpern bei der Handhabung und Montage schützt.

Mithilfe der IT18-Serie können COM-HPC®-Module in einer Vielzahl von Applikationen eingesetzt werden, um deren Leistung zu steigern.

Die wichtigsten Merkmale

- **COM-HPC®-Standard-kompatibel**
(Ausführung mit Lötflächen)
- **Hochgeschwindigkeitsübertragung**
PCIe Gen5 (32GT/s), Gen6 (64GT/s PAM4), 100Gbps-Ethernet (4x25Gbit/s)
- **Low-Profile-Design**
Erhältlich in Stapelhöhen von 5mm und 10mm
- **Hohe Polzahlen und -dichte**
400 Positionen (0,635mm Rastermaß)
- **Offenes Pin-Feld-Layout**
Flexible Pin-Zuordnung für verschiedene Systemarchitekturen
- **Zuverlässige BGA-Anschluss-technik**
Pin-in-Ball-Struktur gewährleistet eine hohe Montagezuverlässigkeit
- **Offiziell lizenzierter COM-HPC®-Steckverbinder von Samtec**

Zukünftige Produktentwicklungen

HIROSE ELECTRIC entwickelt derzeit eine neue COM-HPC®-Variante mit lötlugelfreiem Design.

S07

Julia Reiterer, +43 1 86305 162
julia.reiterer@codico.com



LEICHT & SICHER

AF60 und AF90: Steckverbinder für die Leistungsübertragung in UAV-Systemen

nextron

©AdipacSteck/Lumina-Hub

Unbemannte Luftfahrzeuge (UAVs) sind in den Bereichen Logistik, landwirtschaftliche Überwachung, militärische Überwachung und städtische Inspektion immer verbreiteter. Sie stellen hohe Anforderungen an alle eingesetzten Komponenten. Neben Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit sind insbesondere geringes Gewicht, hohe Temperaturbeständigkeit und eine sichere elektrische Verbindung entscheidende Kriterien.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, hat NEXTRON die Serien AF60 und AF90 speziell entwickelt, um die Leistungsfähigkeit und Leistungsübertragung von UAVs nachhaltig zu verbessern. Dies wird erzielt durch:

Design: Das 2-polige Design gewährleistet eine funkenfreie Kontaktierung beim Stecken und Trennen der Verbindung. Gleichzeitig verhindert das Steckerdesign ein Fehlstecken und erhöht damit die Betriebssicherheit beim Stecken sowie bei Montage und Wartung.

Geringes Gewicht: Das geringe Eigengewicht der beiden Serien trägt zu einer höheren Nutzlast, längeren Flugzeiten und einer verbesserten Energieeffizienz bei.

Material: Das langlebige und hitzebeständige Material erfüllt die Anforderungen der Brandschutzklasse UL94 V-0.

Betriebstemperatur: Der Betriebstemperaturbereich von -20°C bis +120°C ermöglicht den Einsatz unter unterschiedlichsten klimatischen

Bedingungen – von kalten Außeneinsätzen bis hin zu thermisch anspruchsvollen Bereichen.

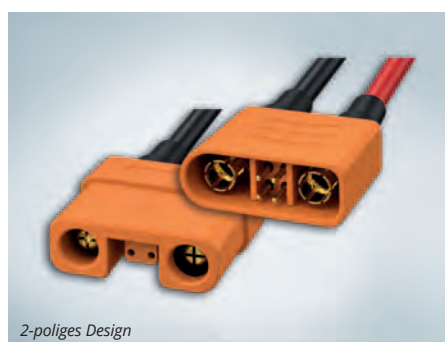
IP-Rating: Abgerundet werden die Vorteile von AF60 und AF90 durch IP66 im gesteckten Zustand.

Beide Serien werden sowohl vorkonfektioniert als auch fertig konfektioniert angeboten.



S08

Barbara Schanda, +43 1 86305 152
barbara.schanda@codico.com



2-poliges Design

SERIE	AF60	AF90
Nennstrom	30A	45A
Polzahl	2	2
Ausführung	Wire-to-Wire	Wire-to-Wire, Wire-to-Board
Litze	bis zu AWG 12	bis zu AWG 2
Steckzyklen	100	100
Material	Nylon, UL94 V-0	Nylon, UL94 V-0
IP-Klassifizierung	IP66 im gesteckten Zustand	IP66 im gesteckten Zustand

LOCKING EXPERT

M12: Schraub-, Bajonett- & Push-Pull-Verriegelung



Flexibilität ohne Kompromisse

Keines der drei einzelnen Systeme ersetzt die anderen – vielmehr ergänzen sie sich optimal. Unabhängig davon, ob eine schnelle Installation, robuste Vibrationsbeständigkeit oder werkzeuglose Handhabung erforderlich ist – das Y-Circ M12-Portfolio bietet die passende Verbindungslösung.

Vergleichen und Auswählen

Die Vergleichstabelle bietet einen klaren Überblick über die wichtigsten Unterschiede und erleichtert die Auswahl der passenden Lösung zur Optimierung der Konnektivität.

Vorteile

- Genormtes Produkt für weltweite Kompatibilität zu anderen M12-Steckverbindern
- Entwickelt und hergestellt in Deutschland
- Schutzklasse IP65/67
- A-, B-, D-, X und L-Kodierungen
- Kontinuierliche Erweiterung der Serie – jetzt auch mit M12-Bajonett-Verriegelung

S09

▶ Valentina Ponchio Kronsteiner, +43 1 86305 352
valentina.ponchio-kronsteiner@codico.com

Eine Steckverbinderplattform. Drei Verriegelungstechnologien.

Mit der Einführung der neuen M12-Bajonett-Verriegelungsvariante vervollständigt YAMAICHI seine Y-Circ M12-Produktfamilie. Ergänzend zu den bewährten Schraub- und Push-Pull-Lösungen bietet YAMAICHI nun drei leistungsstarke Verriegelungstechnologien, die für jede Anwendung die perfekte Lösung bieten.

	SCHRAUBVERRIEGLUNG	BAJONETT	PUSH-PULL
			
Norm	IEC 61076-2-101	IEC 61076-2-011	IEC 61076-2-012
Zusätzliche Qualifikation	Nein	Nein	Ja (Zusätzliche Prüfung des Verriegelungsmechanismus)
Systemkompatibilität	Basis standard	Rückwärtskompatibel zum Schraub-Typ	Rückwärtskompatibel zum Schraub-Typ
Installationszeit	Hoch (manuelles Schrauben)	Mittel (Stecken + ¼ Umdrehung)	Schnell (nur Stecken)
Gewährleistung der IP-Schutzart	Erfordert ein Drehmomentwerkzeug	Stecken und drehen	Stecken
Platzeffizienz	Gering (erfordert ein Drehmomentwerkzeug)	Mittel (Manuell ¼ Umdrehung)	Hoch (direkt anschließen)
Mechanische Robustheit	Standard	Standard	Hoch (zusätzliche mechanische Prüfungen)
Integrationsaufwand im Kundengerät	Gering (es muss lediglich die Schraubenkontur integriert werden)	Hoch (Schraube und komplexe Bajonettkontur müssen integriert werden)	Mittel (Schrauben- und Push-Pull-Kontur müssen integriert werden)

Das CODICO TEAM stellt sich vor!

Heike Streckfuß

I had a dream...

Mein Traum war es, Menschen »anzuziehen«. Mit diesem Traum bin ich in mein Berufsleben gestartet. Nach dem Abitur in einer kleinen hessischen Stadt im Odenwald begann ich meine Ausbildung zur Damenschneiderin an der Frankfurter Schule für Bekleidung und Mode – mit dem klaren Ziel, anschließend Modedesign zu studieren. Die Ausbildung habe ich erfolgreich abgeschlossen.

Mein Name ist Heike Streckfuß. Ich bin seit Mai 2022 bei CODICO verantwortlicher Field-Sales-Engineer für die Region Berlin und Umland. Mein Alter? Das muss ich wohl verraten. Kürzlich 61 geworden!

Doch manchmal schreibt das Leben seine eigenen Pläne. Nach dem Mauerfall 1989 zog es mich 1992 nach Berlin. Dort angekommen, musste ich ziemlich schnell umdisponieren: Die Modebranche lag am Boden, die beruflichen Perspektiven waren entsprechend schwierig – und dann bekam ich mein erstes Kind. Aus dem geplanten Modedesignstudium wurde zunächst: Familienmanagerin.

Damit begann eine ziemlich lange berufliche Reise, die vor allem eines war: alles andere als geradlinig. Ein zwischenzeitlich begonnenes BWL-Studium habe ich zugunsten meiner inzwischen zwei Kinder nicht abgeschlossen. Meinen Sohn und meine Tochter habe ich nach meiner Scheidung alleine großgezogen. Mein Motto im Leben war dabei immer: Chancen ergreifen, wenn sie sich bieten. Und genau damit habe ich mich auch durch mein Berufsleben navigiert. Was man übrigens ganz nebenbei und »for free« als Familienmanagerin lernt: Erfolg basiert vor allem auf Teamwork – durch Empathie, Leidenschaft, Loyalität, Kommunikationsstärke, Wertschätzung, Respekt – und einer riesigen Portion Liebe.

Ich bin überzeugt, dass genau diese Faktoren auch im Berufsleben entscheidend für Erfolg sind – ganz egal, in welcher Branche. Ich habe versucht, sie in meinen beruflichen Stationen immer zu leben und gleichzeitig weiterzuentwickeln.

Meine Laufbahn in der Elektronikdistribution begann 2007 – damals ebenfalls bei einem familiengeführten Unternehmen, zunächst im Vertriebsinnendienst. 2013 bekam ich dann völlig überraschend und ziemlich unvorbereitet die Chance, in den Außendienst zu wechseln. Getreu meinem Motto habe ich diese Chance ergriffen – und mich über die Jahre erfolgreich in dieser Rolle etabliert.



Doch das Leben kann einen manchmal vollkommen unerwartet ausbremsen. Bei mir kam diese Vollbremsung Ende 2018. Diagnose: Leukämie.

Eine gute Überlebenschance gab es für mich nur durch eine Stammzelltransplantation. Aufgeben war für mich nie eine Option. Ich habe überlebt. Und mir ist sehr bewusst, dass dieses Glück nicht jedem Menschen mit dieser Diagnose zuteilwird. Was bleibt, ist vor allem eines: Dankbarkeit.

Und eine große Portion Demut vor dem Leben und den Möglichkeiten, die wir haben. Wir haben – wenn man es so sagen möchte – im Lotto der Natur den Jackpot gewonnen. Allein das Glück, hier geboren worden zu sein, ist keine Selbstverständlichkeit. Diese Dankbarkeit und diese Demut gehören für mich deshalb ebenfalls zu den Faktoren, die echten und nachhaltigen Erfolg ausmachen – privat genauso wie beruflich.

Und ja: Ich bin dankbar, bei CODICO einen tollen Job machen zu dürfen und Teil eines Teams mit wunderbaren und großartigen Kolleginnen und Kollegen zu sein. Denn am Ende sind es nicht nur Können und Leistung, die den Unterschied machen, sondern vor allem die Menschen, mit denen man gemeinsam etwas bewegt. Dafür empfinde ich große Dankbarkeit und Demut.

Und sonst so?

Ich liebe das Leben!

Ich liebe meine Kinder und meinen Partner, meine Familie und unsere Freunde. Ich liebe gutes Essen, guten Wein und vor allem gute Gespräche.

Und dann gibt es noch Carlo und Carlotta: Carlo ist unser Campervan, Carlotta unser 125er Roller. Mit den beiden unternehmen wir unglaublich schöne und unvergessliche Reisen.

Ich hatte einmal einen Traum.

I still have a dream.

Nur ist es heute ein anderer.

Und das ist auch gut so.

D02

► Heike Streckfuß, +49 3077328096
heike.streckfuss@codico.com

Nicole Rott

Zwischen Relais, Reitstall und Romanseiten

Seit zehn Jahren bin ich mittlerweile Teil von CODICO. Angefangen hat alles im Verkaufssinnendienst und Projektmanagement. Nach meiner Karenz war es dann an der Zeit für ein neues Kapitel, also wechselte ich ins Produktmanagement und bin heute für Relais diverser Hersteller zuständig.

Was bedeutet das konkret? Ich beschäftige mich mit unseren Produkten, kommuniziere mit den Herstellern, unterstütze unseren Verkauf bei Fragen und versuche, für die unterschiedlichsten Anforderungen die passende Lösung zu finden. Sprich: Wenn rund ums Relais Fragezeichen auftauchen, bin ich eine der möglichen Anlaufstellen. Allerdings mit einer wichtigen Einschränkung: Fragen bitte erst nach dem ersten Kaffee. Davor weiß ich vermutlich selbst nicht, was ein Relais ist.

Geradeaus kann schließlich jeder

Mein Weg im Unternehmen war nicht unbedingt von Anfang an so geplant – und das ist auch gut so. Vom Verkaufssinnendienst über eine Babypause bis ins Produktmanagement. Die vergangenen zehn Jahre haben mir gezeigt, dass ein Richtungswechsel manchmal genau dorthin führt, wo man hingehört.

Die Erfahrung aus dem Verkauf hilft mir heute besonders. Ich kenne nicht nur die Produktseite, sondern weiß auch, dass zwischen technischen Daten, Kundenanforderungen und der Realität manchmal ein kleiner Übersetzer ganz praktisch ist. Genau diese Verbindung gefällt mir an meiner Arbeit besonders. Zuhören, verstehen, nachfragen und am Ende möglichst eine Lösung finden, mit der tatsächlich jemand etwas anfangen kann. Und wenn etwas nicht auf Anhieb funktioniert? Dann wird eben weitergedacht. *Probleme dürfen kompliziert sein – Lösungen sollten es nach Möglichkeit nicht sein.*

Nach Feierabend wird umgeschaltet

Wenn ich nicht gerade mit Relais beschäftigt bin, findet man mich ziemlich zuverlässig in einer von drei Welten: bei Pferden, zwischen Buchseiten oder mitten in der Natur. Im Reitstall bekomme ich den Kopf frei. Pferde spiegeln Menschen und zwingen einem zur Entschleunigung. Ein Punkt, den man im Alltag viel zu oft vergisst. Bücher spielen ebenfalls eine große Rolle in meinem Leben. Ich lese sie nicht nur leidenschaftlich gerne, sondern schreibe auch selbst. Mich fasziniert es, aus einer ersten Idee Figuren, Geschichten und ganze Welten entstehen zu lassen. Wenn weder Pferd noch Buch in Reichweite sind, zieht es mich in die Natur. Hauptsache raus, durchatmen und zwischendurch einmal an etwas anderes denken als technische Details und einem Posteingang, der kurz vom Explodieren ist.

Kurz und Knapp

Morgens: Kaffee. Danach können wir über Relais sprechen.

Zum Abschalten: Pferd statt Bildschirm.

Bücher: Lesen reicht nicht – ich muss offenbar auch noch selbst welche schreiben.

Natur: Immer eine gute Idee!

Plan A funktioniert nicht: Dann schauen wir uns eben Plan B an. Oder C. Das Alphabet bietet zum Glück viele Buchstaben.

Nach zehn Jahren bei CODICO: Noch immer neugierig darauf, was als Nächstes kommt.

Wenn mir die vergangenen Jahre etwas gezeigt haben, dann dass man nicht immer schon genau wissen muss, wohin der Weg führt. Manchmal reicht es, neugierig zu bleiben und Chancen zu ergreifen. Und für alles Weitere gibt es Kaffee.

Bis dahin: Work smart, not hard!

D03

► Nicole Rott, +43 1 86305 313
nicole.rott@codico.com



Adriano Gasparoni

Liebe Impulse-Leser und -Leserinnen!

Mein Name ist Adriano Gasparoni und ich freue mich, CODICO in Spanien und Portugal als Field Sales Engineer für passive Bauelemente vertreten zu dürfen. Ich bin seit mittlerweile vier Jahren Teil von CODICO und lebe in Barcelona. Von dort aus arbeite ich eng mit unseren Kunden im gesamten iberischen Markt zusammen.

Angefangen hat mein beruflicher Weg mit einem Abschluss in Elektrotechnik. Danach bin ich im Vertrieb in der Telekommunikationsbranche eingestiegen und habe später noch einen Master in Management gemacht.

Mittlerweile bringe ich mehr als 20 Jahre Erfahrung im Vertrieb von Technologie und Elektronik mit und habe dabei in ganz unterschiedlichen Märkten gearbeitet. Durch meinen technischen Hintergrund kann ich mich gut in die Herausforderungen unserer Kunden hineinendenken. Gleichzeitig hat mir der Vertrieb gezeigt, dass es am Ende nicht nur um Produkte und Lösungen geht, sondern vor allem um Menschen, Vertrauen und langfristige Beziehungen. Genau diese Mischung macht meinen Beruf für mich so spannend.

Was ich bei CODICO besonders schätze, ist das internationale Umfeld. Ich arbeite mit Kollegen, Kunden und Lieferanten aus ganz unterschiedlichen Ländern und Kulturen zusammen. Jeder bringt seine eigene Sichtweise und Erfahrungen mit – und genau das macht die Zusammenarbeit so interessant. Man lernt eigentlich ständig etwas Neues dazu.

Auch die Elektronikbranche selbst bleibt nie stehen. Es gibt immer neue Technologien und Lösungen, und ich finde es interessant zu sehen, was daraus entsteht und wie sie später in echten Produkten zum Einsatz kommen. Wenn ich nicht arbeite, dreht sich bei mir vieles um meine Familie. Ich bin verheiratet und habe zwei wunderbare Kinder: Luca ist 10 und Sara ist 6 Jahre alt. Sie erinnern mich immer wieder daran, dass es im Leben um weit mehr geht als um die Arbeit – und dass die schönsten Momente oft die einfachen sind.

Außerdem reise ich für mein Leben gern und entdecke neue Orte und Kulturen. Wann immer sich die Gelegenheit bietet, erkunde ich eine neue Stadt, bin gerne in der Natur, probiere die lokale Küche oder schaue einfach, wie die Menschen anderswo leben. Reisen ist für mich eine der besten Möglichkeiten, den eigenen Horizont zu erweitern – und es gibt immer etwas Neues zu entdecken.

Und wie so viele in Europa bin auch ich Fußballfan. Ich verfolge sowohl die internationalen Wettbewerbe als auch die heimischen Ligen. Und wenn dann noch gutes Essen und ein paar Freunde dabei sind, ist für mich der Abend eigentlich perfekt.

Nach vier Jahren bei CODICO fühle ich mich nach wie vor sehr wohl und bin froh, Teil der CODICO-Familie zu sein. Ich freue mich darauf, diesen Weg weiterzugehen und noch mehr Kolleginnen und Kollegen aus dem ganzen Unternehmen kennenzulernen. Und vielleicht schlägt es den einen oder anderen von euch ja auch mal nach Spanien. Dann treffen wir uns auf einen Kaffee, gehen etwas essen oder schauen uns vielleicht sogar ein Fußballspiel an.

D04

► Adriano Gasparoni, +43 1 86305 389
adriano.gasparoni@codico.com





CODICO GmbH | Zwingenstrasse 6-8 | 2380 Perchtoldsdorf | Austria

Phone: +43 1 86 305-0 | Fax: +43 1 86 305-5000

office@codico.com | www.codico.com