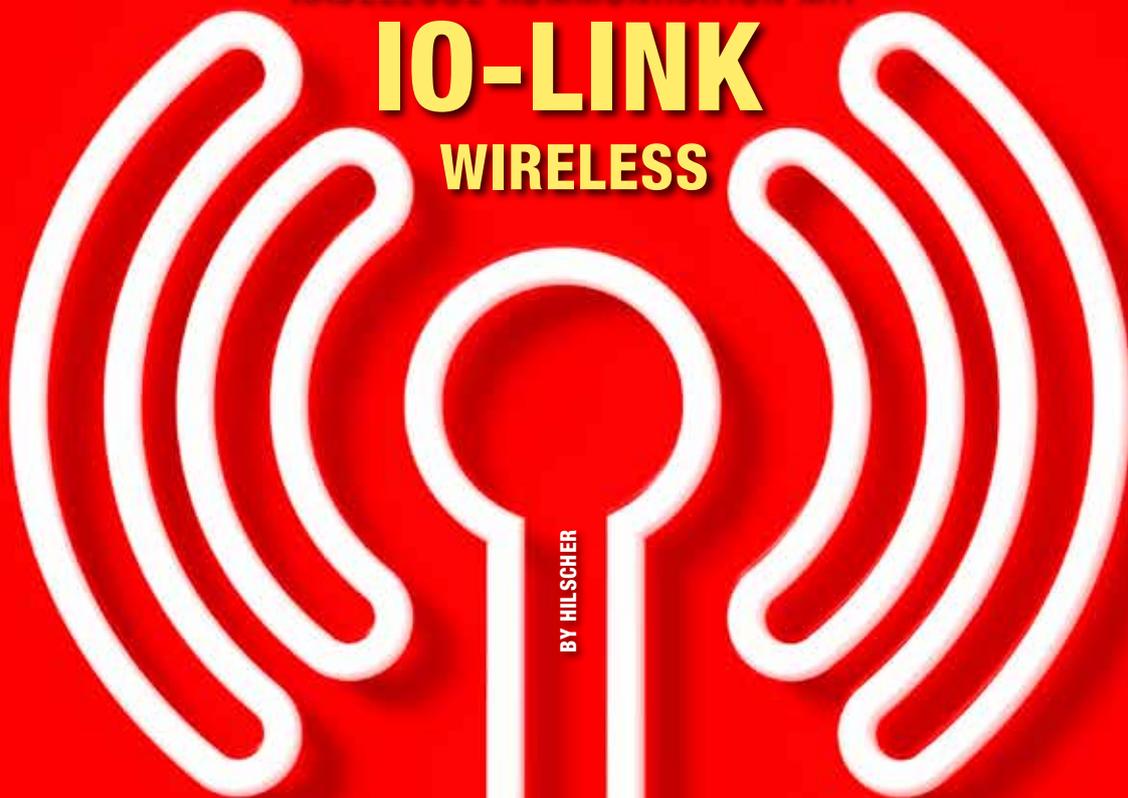


ENTWICKLUNG
ELEKTRONIK

KABELLOSE KOMMUNIKATION MIT

IO-LINK WIRELESS



BY HILSCHER

INTERNET OF THINGS

IIoT/IoT-Technologien
richtig nutzen ab S. 16

BAHNTECHNIK

Effiziente und robuste
Elektronik gefragt ab S. 54

ELEKTRONIK HÄRTEN

EMV-Tests für Sensoren
und Steuergeräte s. 20

Spot on für flexible Ladekonzepte



MOVITRANS®: Noch mehr Leistung bei unterschiedlichen Ladestrategien!

Denn bei MOVITRANS® spot werden Fahrzeuge mit Energiespeicher an einem stationären Haltepunkt über einer Feldplatte punktuell induktiv geladen. Platzsparend, schnell und effizient.

- uneingeschränkte Bodenfreiheit für mobile Systeme
- dauerhaft zuverlässige punktuelle Energieübertragung
- flexible und sichere Nutzung auch im öffentlichen Raum
- einfache Installation und automatische Inbetriebnahme
- verschleißfrei und wartungsarm

Erleben Sie optimierte Komplettlösungen aus der neuen Welt kontaktloser Energieversorgung und wandelbarer Produktion.

www.sew-eurodrive.de/movitrans





Bernhard Haluschak, Chefredakteur E&E: Künstliche Intelligenz (KI) ist heute in aller Munde und der Markt für KI-Hardware, -Software und -Dienstleistungen verzeichnet ein rasantes Wachstum. Durch die schier Vielfalt der Anwendungsbereiche von KI hat der Begriff „Künstliche Intelligenz“ für verschiedene Gruppen unterschiedliche Bedeutungen. Deshalb stelle ich an Herrn Jörg Strughold, Vice President Sales EMEA Components bei Arrow Electronics, die folgende Frage:

„WAS BEDEUTET KI FÜR UNS IN DER ELEKTRONIKINDUSTRIE?“

Das geradezu explosionsartige Wachstum des Internet der Dinge (IoT) wurde vor allem durch einen unbändigen Informationsdurst angetrieben – dem Durst nach immer mehr Daten, auf deren Grundlage Entscheidungen und Maßnahmen ergriffen werden können. Viele dieser Daten stammen von Sensoren an IoT-Knoten. Diese enorme Datenfülle bringt allerdings neue Herausforderungen mit sich – unter anderem die Verwaltung der erforderlichen Netzwerkbandbreite, beispielsweise in 5G-Netzwerken, und die Frage, wie diese Daten analysiert und Muster und Trends in einem vertretbaren Zeitrahmen erkannt werden können. KI-basierte Software-Tools können in die Cloud hochgeladene Daten analysieren und umfassende Einblicke gewähren.



Gerade in Anwendungsfällen, die eine sehr geringe Latenzzeit erfordern, kann es sein, dass die für die Kommunikation benötigte Zeit zwischen Edge-Node und Cloud nicht akzeptabel ist. Darüber hinaus gibt es Anwendungen, bei denen es aus datenschutzrechtlichen Gründen nicht angezeigt ist, bestimmte Daten – beispielsweise Gesichtsdaten oder biometrische Daten – zur Verarbeitung in die Cloud zu senden. Die Umverteilung von Rechenressourcen von einer großen Einheit auf mehrere lokale Geräte ist nicht neu, aber die heutigen Herausforderungen sind vollkommen anders als damals. Damit sie die von der KI geforderten komplexen Prozesse durchführen können, ohne große Datenmengen an die Cloud zu übertragen, müssen Edge-Computing-Geräte über umfangreiche Verarbeitungsfunktionen verfügen und gleichzeitig eine hocheffiziente Energienutzung aufweisen.

KI ist immer noch eine relativ junge Sparte. Dies bringt mit sich, dass der Erfahrungsstand bei ihrer Implementierung von Unternehmen zu Unternehmen sehr unterschiedlich ist. Daraus resultiert eine gute Nachricht für all jene, die sich in KI-Techniken ausbilden lassen, denn sie werden viele spannende Karriereöglichkeiten im Elektroniksektor vorfinden. Neben dem immanenten Bedarf an Technikern für eingebettete Hardware und Software werden auch zunehmend mehr Datenwissenschaftler und Personen mit unterschiedlichsten Softwarekenntnissen benötigt.

fischer

elektronik

kühlen schützen verbinden

Steckverbinder in „Tape & Reel“- Verpackung

- automatisches Bestücken mittels „Pick and Place“-Verfahren
- Stift- und Buchsenleisten mit Bestückungshilfen
- genormte Gurtbreiten
- Kamerakontrolle der Einlegeposition



Mehr erfahren Sie hier:
www.fischerelektronik.de

Fischer Elektronik GmbH & Co. KG

Nottebohmstraße 28
58511 Lüdenscheid
DEUTSCHLAND
Telefon +49 2351 435-0
Telefax +49 2351 45754
E-mail info@fischerelektronik.de

Wir stellen aus: Electronica 2022
in München vom 15.-18.11.22
Halle B3, Stand 243

INHALT

AUFTAKT

- 06 Bildstory: Messtechnik-Lösungen für Wireless- und Digital-Design
- 10 Titelstory: Flexible und zuverlässige Sensorvernetzung mit IO-Link Wireless
- 12 Titelinterview: „Drahtlos statt Kabel“
- 14 Highlights der Branche

FOKUS: IIOT/IOT & COMMUNICATION

- 16 Zuverlässige Datenübertragung per RJ45 Patch-Kabel für Industrieprozesse
- 20 Aussagefähige EMV-Tests an Sensoren und Steuergeräten im IoT-Umfeld
- 23 Mit Energy Harvesting zu mehr Nachhaltigkeit für das IIoT
- 26 Lightweight-M2M-Technologie (LwM2M) versus MQTT

STROMVERSORGUNG & LEISTUNGSELEKTRONIK

- 28 So entsteht eine ideale Batterie-basierte Stromversorgung
- 32 Diese Grundlagen sind bei der Entwicklung von Gleichspannungswandlern wichtig

OPTOELEKTRONIK, DISPLAYS & HMI

- 36 HMI-Trends und zukünftige Entwicklungen
- 40 Touchless-Technologien für Displays und POS-Systeme

RUBRIKEN

- 03 Editorial
- 08 Promotion: Storyboard Siglent
- 41 Promotion: Business-Profil Kingbright
- 65 Impressum & Firmenverzeichnis
- 66 Die Zahl



FOKUS

IIOT/IOT &
COMMUNICATION

10

AB SEITE

TITELSTORY

Flexible und zuverlässige Vernetzung von Sensoren mit IO-Link Wireless



50

EMBEDDED-SPEICHER

Achtung, vor falschen Flash-Speicher



16

AB SEITE

FOKUSTHEMA

IIoT/IoT-Technologien mit Potenzial



32

IDEALE STROMVERSORGUNG

Die inneren Werte eines Gleichspannungswandlers



BAUELEMENTE & ELEKTROMECHANIK

- 42 Präzise Zeitmessungslösungen dank innovativer Oszillator-Designs

EMBEDDED-SYSTEME & MIKROCONTROLLER

- 46 Was bringt der COM-HPC-Standard in industrieller 5G-Infrastruktur?
- 50 Achtung, vor falschen Flash-Speicher in der Industrie

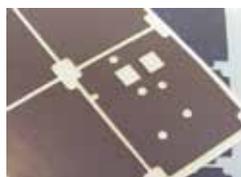
SPEZIAL: BAHNTECHNIK AB SEITE 54

- 54 Leistungsfähige Rechner für die störungsfreie Zug-Kommunikation
- 58 Mit Bus-Pin-DC/DC-Wandlern Kosten in Fahrgastinformationssystemen sparen

DER ENTWICKLUNGSLEITER

- 62 Wie Unternehmen beim Produktdesign von KI-Integration in der Elektronik profitieren

Wärmeleitfolien **DETAKTA**



Silikon Soft Pads

SBC-7 violettgrau	7 W/mK
SBC-5 grau	5 W/mK
SBC-3 grau	3 W/mK
SBC rosa	1,5 W/mK

Weiche, gelartige Pads. 2 - 10° Shore A beidseitig haftend. Stärken 0,5 - 5,0 mm



Silikon Soft Pads mit Gewebe

SB-V0-7	7 W/mK
SB-V0-3	3 W/mK
SB-V0YF	0,9 W/mK
SB-V0	1,3 W/mK

Glasgewebe Deckfolie und weiche, gelförmige Unterseite. Shorehärte 2 - 20°. Einseitig haftend. Stärken 0,5 - 5,0 mm



Silikon Glasgewebe Folie

SB-HIS-5	5 W/mK
SB-HIS-4	4 W/mK
SB-HIS-3	3 W/mK
SB-HIS-2	2 W/mK
SB-HIS	1 W/mK

Folie auch einseitig haftend - ohne zusätzlichen Kleber.

Stärken 0,15 mm, 0,23 mm, 0,30 mm, 0,45 mm und 0,8 mm

Hans-Böckler-Ring 19
22851 Norderstedt
Tel.: 040 529 547-0

Fax: 040 529 547-11
E-Mail: info@detakta.de
Web: www.detakta.de

DIE PERFORMANCE-SERIE WÄCHST STETIG

Messtechnik-Lösungen für Wireless- und Digital-Design

Die zu übertragenden Datenmengen steigen seit Jahren rasant. Um den Bedarf befriedigen zu können müssen bestehende Technologien optimiert und Neue entwickelt werden. Die passende Messtechnik unterstützt hierbei und hilft bei der Bewältigung der Herausforderungen.

TEXT: Thomas Rottach, Siglent BILDER: Dominik Gierke



Frequenzanalyse durchführen:
Höhere Frequenzen und mehr unterschiedliche
Standards sind eine große Hausforderung für die
Entwicklung und die Messtechnik.



Verbindungen analysieren:
Jede Verbindung kann die Quelle für eine
Verschlechterung der Signalintegrität sein.
Sorgfältiges testen minimiert das Risiko
für Ausfälle.



PERFORMANCE-SERIE BEKOMMT ZUWACHS

Zukunftsorientierte Messtechnik für Wireless- und Digital-Lösungen

Der Bereich Funktechnologie entwickelt sich seit Jahren mit einer enormen Geschwindigkeit und ist aktuell eines der innovativsten Segmente in der Elektronik. Eng damit verbunden ist die Entwicklung der Digitaltechnik, denn im Backend müssen die stetig wachsenden Datenmengen verarbeitet werden.

TEXT: Thomas Rottach, Siglent BILD: Dominik Gierke

Mit jedem neuen Mobilfunkstandard wurden höhere Datenraten verfügbar gemacht. Damit wurde zum Beispiel die Basis für kommerzielles Musik- und Videostreaming auf Mobilgeräten geschaffen. Mit der 5G-Technologie wurden neben den höheren Datenraten, weitere Neuerungen eingeführt. Diese erweitern den Bereich der möglichen Applikationen enorm. Somit können etwa kritische Anwendungen, welche kurze Latenzzeit benötigen, oder die Integration von Milliarden IoT-Devices realisiert werden. Höhere Datenraten, wesentlich mehr Geräte und neue Anwendungen führen dazu, dass im Backend, das heißt auf den kabelgebundenen Übertragungsstrecken und in den Datenzentren, eine Optimierung und Weiterentwicklung erfolgen muss. Sowohl für die Weiterentwicklung der Technologien als auch für die Entwicklung von neuen Produkten ist daher immer eine entsprechende und teils hochwertige Messtechnik notwendig.

Siglent hat sich im Bereich Einstiegsklasse in den ersten Jahren einen Namen gemacht und punktet dort mit sehr guter Qualität und einem starken Preis-Leistungsverhältnis. Über die letzten Jahre hinweg wurde die Leistungsfähigkeit der Geräte immer mehr erweitert, so dass im Jahr 2021 die erste neue Serie der Siglent Performance-Geräte vorgestellt werden konnte.

Seit der Einführung des 2- und 4-Tor Vektornetzwerkanalysators mit bis zu 8,5 GHz (SNA5000A) wurden weitere zwei Serien erfolgreich auf den Markt gebracht. Hierbei handelt es sich um ein Oszilloskop mit bis zu 2 GHz Bandbreite und vielen anwendungsspezifischen Funktionen (SDS6000A) und einen äußerst

flexibel einsetzbaren Arbiträrunktionsgenerator mit großem Speicher und bis zu 1 GHz Bandbreite (SDG7000A). Trotz der neuen leistungsstarken Serien hat Siglent derzeit nicht den Anspruch, mit seinen Performance-Geräten an der Spitze der Technologieentwicklung mitzumischen. Allerdings sind die A-Serien Geräte leistungsstark genug, um alle tagtäglichen Messaufgaben, auch in diesem Bereich, adressieren zu können.

Dem Trend und den Anforderungen nach höheren Frequenzen folgend, wird Siglent noch in diesem Jahr zwei weitere Geräte der Performance-Serie vorstellen.

Im Siglent Portfolio findet man heute Spektrum-Analysatoren bis zu einer Bandbreite von 7,5 GHz. Voraussichtlich Ende September wird die neue Serie SSA5000A offiziell in Europa eingeführt. Damit wird das Angebot um ein Gerät mit 13,6 GHz und um ein Gerät mit 26,5 GHz erweitert. Im Bereich der HF-Quellen bietet Siglent heute Lösungen bis 6 GHz an. Die Geräte sind als einfache Signalquelle oder als Vektorsignalquelle erhältlich.

Ebenfalls Ende September werden zwei neue HF-Generatoren vorgestellt. Die Generatoren der SSG5000A-Serie arbeiten mit Bandbreiten von 13,6 GHz und 20 GHz. Damit bietet Siglent alle wichtigen Werkzeuge, welche für die Hochfrequenz- und Digitalentwicklung notwendig sind. Um dem Kunden einen möglichst lückenlosen und professionellen Support bieten zu können, wird die Service- und Supportabteilung in der Europazentrale in Augsburg stetig ausgebaut und die Vertriebspartner geschult. □

WIR SIND TECHNIK

GEBÄUDETECHNIK FÜR PROFIS

Wir sehen das große Ganze. Unsere umfassende Auswahl an hochwertiger Technik für Ihr Gebäude finden Sie unter conrad.de/gebaeudetechnik



CONRAD | BESCHAFFUNG. EINFACH. SCHNELL. UMFASSEND.

DRAHTLOSE UND ZUKUNFTSSICHERE KOMMUNIKATION FÜR DIE INDUSTRIE

FLEXIBLE UND ZUVERLÄSSIGE SENSORVERNETZUNG MIT IO-LINK WIRELESS

Kabellose Kommunikation bietet für Unternehmen mit Produktionsschwerpunkt viele Vorteile und Chancen. Zwar hat sich WLAN und Bluetooth im Consumer-Bereich fest etabliert, für den industriellen Einsatz bieten diese Funktechnologien zu wenig Geschwindigkeit, fehlende Verfügbarkeit und Defizite in der Zuverlässigkeit. Die Lösung ist IO-Link Wireless und Hilscher als Partner.

TEXT: Gordon Göhrmann, Hilscher BILD: iStock, MicroStockHub

Produktionslinien und Maschinen sind einer stetig steigenden Vernetzung unterworfen. Dadurch finden immer mehr Sensoren ihren Weg in Fabriken weltweit und werden für deren Betreiber zu einem wichtigen Fundament ihres Erfolges. Umso fataler ist es für sie, wenn diese Anlagen längere Zeit stillstehen oder gar komplett ausfallen, beispielsweise durch längere Reparaturen oder Wartungen. Ungeplante Ausgaben und verärgerte Kunden durch stillstehende Produktionsbänder kann sich kaum ein Unternehmen leisten.

An diesem Punkt setzt IO-Link an. IO-Link ist ein Standard zur Datenkommunikation auf Feldebene und vereinheitlicht die Kommunikation von Sensoren und Aktoren. Neben dieser durchgängigen Normierung ist das System auch durch seine Einfachheit und Effizienz für Maschinen- und Anlagenbauer von großem Wert. Der Auswahl von Sensoren sind dabei kaum Grenzen gesetzt, die möglichen Anwendungsfälle mannigfaltig. Mit den Vorteilen von IO-Link gehen aber auch Nachteile einher. So ist die Installation bei einer großen Anzahl von Sensoren durch ein kompliziertes Kabelmanagement sehr zeitaufwendig und auch teuer. Zudem sind Kabel bei

mobilen Anlagen immer ein potenzielles Risiko für Fehler, beispielsweise durch Abnutzungen oder gar Kabelbrüche. Auch müssen die Sensoren häufig in der Nähe der Remote I/O Systeme installiert werden, da die maximale Länge der Kabel meist nicht direkt verlegbar ist und auch der Leistungsabfall in den Leitungen zu einer physikalischen Grenze wird.

Bekannte Standards – einfache Integration

Mit Hilschers netFIELD Device IO-Link Wireless-System, bestehend aus Master und Bridge, wird der IO-Link Standard auf das drahtlose Spektrum ausgeweitet. Anlagenbetreibern und Maschinenbauern erhalten neue Möglichkeiten, ihre Produktion unkompliziert, zuverlässig und drahtlos mit industriellen Sensoren und Aktoren zu verbinden. Gekoppelt mit der Echtzeitfähigkeit, entstehen digitale und intelligent vernetzte Systeme mit multidimensionalen Anwendungsmöglichkeiten.

So wird auf der IO-Ebene der Aufbau von Maschinen vereinfacht, sowohl





bei einer kompletten Neukonzeption als auch bei der Nachrüstung von IO-Link-Technik in bestehende Anlagen. Es müssen weniger Kabel eingesetzt werden. Damit werden Verschleiß und Abnutzung reduziert, aber auch die Verschmutzung gemindert. „Mit der Möglichkeit der Gestaltung von vorhersehbaren Anlagen, nähert man sich dem Industrie 4.0-Gedanken der weitestgehend selbstorganisierten Produktion an,“ erklärt Gordon Göhrmann, Product Manager netFIELD Device bei Hilscher. „Und der Sensor, der wandert als nicht sichtbares Bauteil so zunehmend in die Maschine.“

In der Praxis bietet die drahtlose Datenübertragung in vielen Anwendungsfällen entscheidende Vorteile:

- In hochmobilen Anlagen wie Roboterarmen verringern sich Stillstandszeiten durch beanspruchte und fehlerhafte Kabel deutlich.
- Automatisierte Transportvehikel können sich frei bewegen und werden nicht durch Datenkabel an einen Bereich gebunden.

- In der Intralogistik profitieren Anlagenbetreiber von der hohen Verfügbarkeit sowie der verbesserten Informationsdichte. Sie können dadurch ihre logistischen Material- und Warenflüsse optimieren.
- Bestimmte Branchen erfordern sehr reine Produktionsumgebungen, zum Beispiel die Lebensmittel- und Pharmaindustrie. Hier müssen jegliche Quellen für Verunreinigungen wie Kabel minimiert werden.

O-Link vom Spezialisten für Kommunikation

Hilschers netFIELD Device IO-Link Wireless Master nutzt die IO-Link Wireless Technologie, welche auf dem IO-Link Standard nach IEC 61131-9 basiert. Anwender können dadurch auf bewährte und vor allem bereits bekannte Technologien vertrauen und diese ohne große Mühe in ihre Systeme integrieren oder darauf neue konzipieren. Mit seinen zwei IO-Link Wireless Übertragungskanälen (Tracks) ist der IO-Link Wireless Master in der Lage, bis zu 16 Sensoren und Aktoren drahtlos zu vernetzen.

Hilschers IO-Link Wireless Master kann sowohl in PROFINET als auch in EtherNet/IP und EtherCAT Netzwerke integriert werden. Anwender können auch den integrierten OPC-UA Server zur Anbindung an ihr Netzwerk nutzen. Über diesen können Firmware-Updates durchgeführt und grundlegende Diagnosedaten und Geräteinformationen abgerufen werden, wie zum Beispiel die installierte Firmwareversion, an die Slots

angeschlossene Geräte oder deren Konfigurationsdateien. Ein MQTT Client steht ebenfalls zur Verfügung.

Die Inbetriebnahme erfolgt entweder durch den integrierten Webserver oder direkt über die jeweiligen Engineering Tools der Automatisierungssysteme. Optional bietet Hilscher ein IO-Link Konfigurationstool für die Wireless Geräte an, mit dem Anwender den IO-Link Wireless Master sowie die Wireless Geräte einfach und zuverlässig konfigurieren können.

Neue Technologien sind erfolgsentscheidend

IO-Link als zuverlässiger und effizienter Kommunikationsstandard ist aus der modernen Fertigung kaum noch wegzudenken. Durch die fortschreitende Digitalisierung steigt allerdings auch die Anzahl an Sensoren, welche in den Maschinen eingesetzt werden. Neue datenbasierte Geschäftsmodelle fordern eine stetig wachsende Zahl an Sensoren zur Generierung der benötigten Daten. In gleichem Maße wächst dadurch auch der Aufwand für die Anwender.

Mit der IO-Link Wireless-Technologie und Hilscher können Unternehmen in Zukunft erfolgreich Sensoren in ihre Produkte und Lösungen integrieren und gleichzeitig den Aufwand hinsichtlich Kabelmanagement reduzieren. Die erfolgreiche Anwendung solcher neuen Technologien wird in Zukunft mit über den Erfolg oder Misserfolg von Unternehmen entscheiden. □



Interview zu IO-Link Wireless

„Drahtlos statt Kabel“

Gerade im industriellen Umfeld ist eine flexible und zuverlässige Kommunikation essentiell. Kabelgebundene Sensoren und Verbindungen sind dabei oft die größten Hindernisse. Dagegen bietet kabellose Kommunikation via IO-Link Wireless alle wichtigen Eigenschaften für den Einsatz im Industrieumfeld. Ob das stimmt, erklärt Gordon Göhrmann, Produktmanager I/O Systems bei Hilscher, im E&E-Interview.

DAS INTERVIEW FÜHRTE: Bernhard Haluschak, E&E **BILD:** Hilscher

Mit IO-Link Wireless ermöglicht Hilscher eine Wireless-Integration von IO-Link kompatiblen Komponenten. Welche Nachteile bieten die kabelgebundene gegenüber der Wireless-basierten IO-Link-Technologie?

Die kabelgebundene IO-Link-Technologie hat sich im Automatisierungsumfeld als Schnittstelle zu Sensorik und Aktorik etabliert und sich zum Quasi-Standard entwickelt. IO-Link-Wireless baut auf diesem Standard auf und ist dazu kompatibel, erweitert diesen aber um die Funkebene. Damit bleiben die Applikationsschnittstellen für die zyklischen und azyklischen Prozessdaten erhalten und auch das Einbinden in bestehende industrielle Netzwerke ist gewährleistet. Wir bei Hilscher sind überzeugt, dass damit in Zukunft eine steigende Migration zu IO-Link Wireless erfolgt. Die Nachteile von IO-Link liegen klar auf der Hand. In erster Linie ist das die Topologie, die für eine Punkt-zu-Punkt Verbindung auf 20 Meter Kabellänge begrenzt ist. Gerade hier spielt der Kabelinnenwiderstand in Verbindung mit der Gleichstrom-basierten Technik eine wichtige Rolle, da die Signalintegrität beziehungsweise Datengeschwindigkeit über die maximale Entfernung leidet. Bei komplexer Fabrikautomation, die etwa Pakete über Lieferstrecken wie Förderbänder oder Rollenbänder hinweg transportieren müssen, sind die Kabelverbindungen oft nicht auf dem direkten Wege realisierbar, da Sensoren, Barcodescanner oder Kamerasysteme an bestimmten neuralgischen Positionen angebracht werden müssen. Das erhöht zudem den Planungsaufwand, die Installationszeit und die Kosten.

Und welche entscheidenden Vorteile bietet IO-Link Wireless?

Gerade im Produktionsumfeld, wo es gilt, längere Strecken zu überwinden, kann IO-Link-Wireless seine Stärken ausspielen. Die installierten Sensoren beziehungsweise Sensor-Hubs benötigen zum Beispiel an den Förderbändern nur eine direkte 24 Volt DC-Spannungsversorgungseinheit, die sich in der Regel über sehr kurze Kabelstrecken über das vorhandene 220 Volt Wechselspannungsnetz realisieren lässt. In Bezug auf die Funktechnik ist die Entfernung von 20 Metern auch direkt gemeint. Wenn man mit Kabeln rechnet, muss die Kabeltrasse berücksichtigt werden, sodass in Summe die direkte Entfernung zum Sensor wesentlich geringer ist. Der Vorteil des Hilscher Wireless-Master ist, dass er 16 Punkt-zu-Punkt-Verbindungen beziehungsweise 2x8 Tracks realisieren kann, statt 8 (ein Track) bei einem hard-wired Master. Die IO-Link-Wireless-Technik unterstützt sogar bis zu 40-Punktverbindungen. Dank der robusten 2,4-GHz-Funktechnik lassen sich auch in schwierigen >

- > Fertigungsumgebungen Sensoren und Aktoren frei im Raum positionieren, die zudem zuverlässig und energieeffizient durch Frequenz-Hopping und Anpassung der Sendeleistung ihren Dienst verrichten.

IO-Link Wireless ist ein integrativer Bestandteil der Technologieplattform netFIELD Device. Können Sie diese zentrale Plattform etwas detaillierter erläutern? Wie profitieren die Anwender davon?

Mit netFIELD Device hat Hilscher eine Technologieplattform entwickelt, die optimierte Kommunikations-Hardware mit einem vorkonfiguriertem Software-Ökosystem nutzt. Die netFIELD-Kommunikationsplattform kombiniert sowohl drahtlose als auch drahtgebundene Sensoren und Aktoren mit modernen Echtzeit-Ethernet-Netzwerken. Wir als Technologie-Anbieter haben schon frühzeitig angefangen, die netFIELD-Plattform mit IO-Link-Anwendungen über unsere eigenentwickelten netIOL-Chips zu verbinden. Natürlich vorerst mit drahtgebundenen Sensoren und Aktoren, weil die Drahtlostechnik erst seit 2018 per Spezifikation freigegeben wurde. Letztes Jahr haben wir dann die drahtlose Alternative mit dem Wireless-Master-Modul TigoMaster 2T SOM von CoreTigo realisieren könnten. Damit lässt sich jetzt der hard-wired netFIELD Device IO-Link Master einfach gegen den Wireless-Master austauschen, je nach Kundenwunsch. So haben Maschinenbauer und Anlagenbetreiber mit dieser drahtlosen IO-Link-Lösung eine flexible Möglichkeit, Ihre Systeme auch mit kabellosen Sensoren und Aktoren einfach und kostengünstig auszustatten und in ihre Industrienetzwerke zu integrieren.

„Mit IO Link Wireless wandern die Sensoren als nicht sichtbare Bauteile zunehmend in die Maschinen.“

In welchen industriellen Umfeldern kann IO-Link Wireless seine Stärken besonders gut ausspielen und warum?

Wir haben schon die ersten Produkte auf dem Markt, die in Roboterarmen von industriellen Robotern, sogenannten Cobots, zum Einsatz kommen. Ein Unternehmen nutzt zum Beispiel IO-Link-Interface-gestützte Sensoriken in einem Vakuum-Sauger-Roboterkopf. Dieser hat eine Gummilippe, mit der er Geräte oder Bauteile per Unterdruck ansaugen kann. Über IO-Link-Wireless-Sensoren lässt sich ständig der innere Luftdruck des Vakuums-Saugers messen. Wenn ein bestimmter Schwellwert unter- oder überschritten wird, dann weiß das System, dass die Gummilippe verschlissen oder sogar eingerissen ist und deshalb getauscht werden muss. Stichwort Predictive Maintenance. In diesen Bereich fällt auch die Überwachung von Stromversorgungen per IO-Link Wireless. So ist es im industriellen Umfeld wichtig zu wissen, wann etwa eine 24-Volt-Spannungsversorgung an den verteilten Fertigungsanlagen ausfällt, um Stillstandszeiten zu vermeiden. Hier können IO-Link-Sensoren die Spannungen und Ströme ständig messen, Peak-Belastungen erfassen und anhand der zu einem Wireless-Master übermittelten Daten, Rückschlüsse auf den aktuellen Zustand der Spannungsversorgung schließen. Also zusammengefasst ist die IO-Link-Wireless-Technik da interessant, wo Probleme mit der Kabelinstallation auftauchen. Das heißt: Überall da, wo in Anwendungen durch viel Bewegung ein hoher Wartungsaufwand entsteht, etwa wenn die Kabel brechen. Oder zum Beispiel in rotierenden Geräten, wie ein Drehteller, bei denen, bedingt durch die Mechanik, der Einsatz einer kabelgebundenen Sensorik gar nicht möglich ist. Darüber hinaus gibt es Anwendungsfälle, welche die Autonomie von Systemen mittels hochpräziser Funksensoren verbessern. So ist die Funktechnologie etwa in AGVs (Automated Guided Vehicles) oder AMRs (Autonomous Mobile Robots) einfach die bessere Wahl, da dann auf fehlerträchtige Schleppketten verzichtet werden kann. □

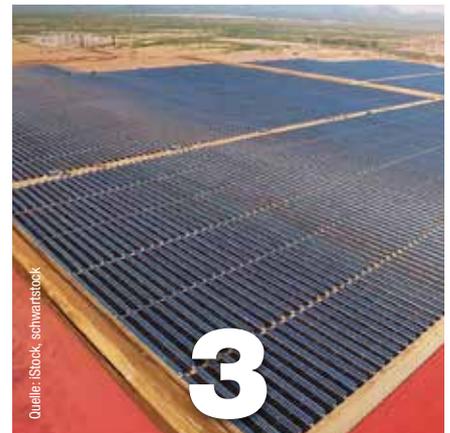


Das vollständige Interview lesen Sie online über den Link im QR-Code und unter: [industr.com/2659588](https://www.industr.com/2659588)

6

HIGHLIGHTS

Fakten, Trends und Neues: Was hat sich in der Branche getan? Der Chemiekonzern BASF expandiert in China, Batterie-Exporte sollen laut Öko-Institut besser reguliert werden, Seco hat seinen neuen CEO vorgestellt und Deutronic bietet eine Ladelösung an, die mehr Leistung bringt und mit einem robusten Design glänzt.



Mangan als Kathodenmaterial

Expansion in China

Der Chemiekonzern **BASF** erweitert seine Kapazitäten für Batteriematerialien in Changsha und Shuizuishan, um die schnell wachsende lokale und globale Nachfrage in der Industrie für Elektroautos zu decken. Mit dem Erweiterungsprojekt wird man eine jährliche Kapazität von 100 Kilotonnen für Kathodenmaterialien, wie zum Beispiel Mangan, in China erreichen.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2655472

Organischer Biopolartransistor

Neue Möglichkeiten

Die Erfindung des Transistors im Jahre 1947 eröffnete das Zeitalter der Mikroelektronik und hat damit unser Leben verändert. Nun hat eine Forschergruppe der **TU Dresden** den ersten, hocheffizienten organischen Biopolartransistor vorgestellt. Damit eröffnen sich neue Perspektiven für die organische Elektronik sowohl in der Datenverarbeitung als auch in medizintechnischen Anwendungen.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2656163

Export von Batterien

Bessere Regulierung

Aktuell werden aus Europa exportierte Lithium-Ionen-Akkus in Afrika überwiegend für den Bau von Solarparks genutzt. Forschende und Umweltschützer des **Öko-Instituts** und NGOs aus Afrika fordern nun, den Export von gebrauchten Lithium-Ionen-Batterien für Second-Life-Anwendungen, wie zum Beispiel Solar-Parks, aus Europa nach Afrika deutlich besser zu regulieren und zu kontrollieren.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2656075

Neue Erkenntnisse

Super-Batterie

Wie die innere Struktur einer Batterie vor und nach dem Laden aussieht, ist bereits bekannt. Ein Forschungs-Team der **TU München** hat nun erstmals auch die Lithium-Verteilung einer Batterie während des kompletten Lade- und Entladeprozesses am Materialforschungsdiffraktometer beobachten. Die Messungen wurden am hochauflösenden Pulverdiffraktometer überprüft.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2654880

Personaländerung bei Seco

Neuer CEO

Dirk Finstel ist neuer Geschäftsführer und CEO von **Seco Northern Europe** und folgt damit auf Stefan Heczko, der die Position seit 2020 innehatte und Seco als Mitglied des Beirats erhalten bleibt. Mit Finstel konnte ein langjähriger Industriekenner von Seco gewonnen werden. Mit der Personaländerung möchte Seco seine Marktposition im nordeuropäischen Markt stärken.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2659823

E-Auto-Ladetechnologie

Mehr Leistung

Die individuellen Anforderungen der professionellen Mobilitätsindustrie an B2B-Ladetechnologien erfordern ein großes Spektrum an spezifischen Ladegeräten für die hochspezialisierten Einsatzzwecke. Der Lösungsanbieter **Deutronic** hat hierfür mit dem SmartCharger 750 einen speziell für das Laden und überwachen von bleibasierten Batterien entwickelt.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2658309

Besuchen Sie uns
auf der **automechanika**
in Halle 8.0/Stand E20

Power



www.deutronic.com

Zuverlässige Datenübertragung per RJ45
Patch-Kabel für Industrieprozesse

Auf die richtige Verbindung setzen

Automatisierung, Digitalisierung, IIoT oder Industrie 4.0 – diese Schlagworte sind seit Jahren in aller Munde. Alle diese Trends basieren darauf, konstant Daten zu gewinnen und zu übertragen. Aber welches Übertragungsmedium und welche Komponenten eignen sich wofür? Die richtige Wahl entscheidet, wie wir die Zukunft gestalten.

TEXT: Alexander Schlegel, Phoenix Contact BILDER: Phoenix Contact; iStock, filo

Egal für welche Anforderung in der Industrie,
für jede Applikation gibt es das passende
RJ45 Patch-Kabel.



In den letzten Jahrzehnten ist in allen Bereichen die Menge der Daten explosionsartig gestiegen, ob in industriellen Anlagen, in Gebäuden oder weiteren Applikationen mit elektronischen Geräten und Maschinen. Digitalisierung und Automatisierung sowie das Industrial Internet of Things (IIoT) leben davon, dass wir massenhaft unterschiedliche Arten von Daten sammeln und anschließend auswerten.

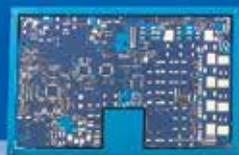
Um diese Daten verarbeiten und eine Applikation dann mit Hilfe der Ergebnisse steuern zu können, ist es unerlässlich, Daten zuverlässig aufnehmen und weitergeben zu können. Sensoren erzeugen kontinuierlich Daten, Aktoren steuern wiederum Anlagen auf Basis ausgewerteter Daten. Um eine korrekte Verarbeitung zu garantieren, müssen diese jedoch auch sicher von einem Erzeuger zu einem Empfänger transportiert werden. An dieser Stelle rückt schnell die Wahl des richtigen und verlässlichen Übertragungsmediums in den Vordergrund.

Die falsche Wahl wiegt schwer

Weil eine funktionierende Datenübertragung immer wichtiger wird, gewinnt auch die sorgfältige Auswahl der Komponenten stetig an Relevanz. Dass Übertragungskomponenten zuverlässig funktionieren, setzen viele Anwender als selbstverständlich voraus. Folgerichtig verlassen sie sich häufig auf preiswerte Lösungen mit geringer Qualität, die Folge: Daten können nicht fehlerfrei übertragen werden. Solche Fehler wiegen in der Applikation umso schwerer, da die falsche Wahl bei der Übertragungskomponente häufig erst spät erkannt wird. Zu diesem Zeitpunkt sind dann bereits hohe Kosten aufgelaufen – durch Fehlersuche und mehrfache Reparaturansätze.

Kupfer dient sowohl in der Industrie als auch der Gebäudetechnik und in Infrastrukturapplikationen als das am häufigsten genutzte Übertragungsmedium für Datensignale. Kupferkabel

**EINFACH KANN JEDER.
WIR SIND DIE SPEZIALISTEN FÜR
KOMPLEXE LEITERPLATTEN.**



IHR SPEZIALIST FÜR: Prototypen | Kleinserien & Muster | Express-Service |
individuelle Fertigung | hohe Flexibilität | 100% Made in Germany

www.becker-mueller.de





Die robusten Steckverbinder der Serie RJ45 Industrial eignen sich speziell für den Einsatz in widrigen industriellen Applikationen.

gibt es in unterschiedlichsten Ausführungen und mit diversen Steckverbindern. Die mit Abstand am weitesten verbreitete Variante, über nahezu alle Applikationen hinweg, ist das RJ45 Patch-Kabel. Zahllose Hersteller weltweit fertigen und vertreiben diese Kabel. Großhändler bieten bereits Ware von zweifelhafter Qualität für Centbeträge an. Wer Daten in Applikationen zuverlässig übertragen möchte, sollte darauf allerdings besser verzichten.

Dieses Kabel gibt es in verschiedensten Formen, Farben und Preissegmenten. Unterschiede zwischen sehr preiswerten Kabeln und hochqualitativen Varianten können Laien auf den ersten Blick nicht immer erkennen. Allerdings rächt sich die Wahl des falschen Kabels: Fallen diese aus oder übertragen die Daten fehlerhaft, wird Ausschuss produziert oder der Prozess kommt vollständig zum Erliegen. Die Übertragung der Daten durch das Patch-Kabel sind also essenziell für die Funktion eines Prozesses und damit für die Wertschöpfung eines Unternehmens. Um Fehler zu verhindern, sollten Anwender von vornherein ein Produkt wählen, das auf die Applikation zugeschnitten ist.

Die Auswahl der richtigen Komponente

Phoenix Contact hat es sich zum Ziel gesetzt, für jede Applikation seiner Kunden das richtige RJ45 Patch-Kabel anbieten zu können. Aus diesem Grund wurde ein klares Portfolio mit zwei Linien für die jeweiligen Applikationsgebiete implementiert. An der Spitze steht die neue Kabel-Linie, für Applikationen mit höchsten Anforderungen. Diese Linie bietet eine große Auswahl unterschiedlichster Kabel, von flexiblen Verlegungen, über Applikationen mit Biegebeanspruchungen bis hin zu Torsionsbeanspruchungen.

Eine Besonderheit stellt jedoch die eingesetzte Verbindungstechnik dar. Die robust umspritzten Steckverbinder sind speziell für den Einsatz unter industriellen Einflüssen konstruiert und lassen sich selbst in Applikationen mit geringem Platzangebot aufgrund der fünf unterschiedlichen Kabelabgangsrichtungen

einsetzen. Neben dem gegenüber mechanischen Belastungen, wie Vibration oder Schock, resistenten Gehäuse ist vor allem die einzigartige, benutzerfreundliche und stabile Ausführung des Rasthakens hervorzuheben. Neben den Features für die mechanische Stabilität sorgt auch das durchgängige 360 Grad Schirmkonzept mit einer Edelstahlschirmung für einen vollständigen Schutz gegen äußere elektrische Einflüsse. Diese Features stellen eine zuverlässige Übertragung aller Daten unterschiedlichster Protokolle und Geschwindigkeiten sicher, von 100 MBit/s, über 1 GBit/s bis hin zu 10 GBit/s.

Gut und günstig, aber nicht billig

Neben den RJ45 Industrial Patch-Kabeln bietet das Unternehmen auch für Applikationen mit weniger anspruchsvollen Anforderungen passende Kabel. In geschützten industriellen Applikationen sowie in Gebäuden werden nicht die industriellen Features der Industrial-Serie benötigt. In diesen Applikationen greifen Anwender häufig auf günstigere Varianten zurück. Aber auch hier ist Vorsicht geboten. Insbesondere in den günstigen Segmenten erreichen Kabel oft nicht die Mindestanforderungen, die an sie gestellt werden.

Der Test weniger Muster mit Hilfe eines geeigneten Testgeräts und den richtigen Testparametern (IEC 61935-2 Patch-Kabel-Test, nicht zu verwechseln mit dem schwächeren IEC 61935-1 Channel-Test) kann hier schnell Aufschluss über die Qualität der gelieferten Ware bringen. Die niedrigeren Anforderungen an mechanische und elektrische Belastungen in diesen Bereichen bedeuten nämlich keineswegs, dass die Übertragungseigenschaften weniger relevant sind.

Die RJ45 Patch-Kabel sind speziell für diese Applikationen entwickelt worden und halten die angegebenen Eigenschaften zu 100 Prozent ein, sodass eine zuverlässige Übertragung aller Daten zu jedem Zeitpunkt sichergestellt ist. Damit können Digitalisierung, Automatisierung und Industrie 4.0 kommen. □

M8-D

- Datenübertragung bis 100 MBit/s
- Geeignet für Ethernet-Anwendungen und Profinet-Umgebungen
- Zukunftssicheres Netzwerk PoE+
- IP67 in gestecktem Zustand



EMV-Tests an Sensoren und Steuergeräten

Die Sinne des Automobils schärfen

Sensoren und Steuergeräte sind für Automobile das gleiche wie die Sinnesorgane und das Gehirn für den Menschen: unverzichtbar. Damit sie im Automobil IIoT-Anwendungen hundertprozentig zuverlässig funktionieren, führt Mooser aus Egling und das Schwesterunternehmen Mooser EMC-Technik aus Ludwigsburg an beiden Systemen Tests zur elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) durch.

TEXT: Jakob Mooser, Mooser BILDER: Mooser; iStock; huasui

38 Steuergeräte sind durchschnittlich in einem Fahrzeug verbaut. Sogar 110 sind es in der Luxusklasse, immerhin 20 sind es in Kleinwagen. Steuergeräte sind quasi das Gehirn des Fahrzeugs, verarbeiten Sensordaten und nutzen die Ergebnisse beispielsweise zur Fahrzeugführung, für die

Sicherheit und für die Umweltentlastung. Verschiedenartige Sensoren sind die komplexen Sinnesorgane eines Automobils. Sie erfassen Bewegungen, Hindernisse, Temperaturen, Drehzahlen, Drücke und viele weitere wichtige Informationen aus dem Fahrzeug und der Umgebung.

Diese Aufgaben werden auch in Zeiten einer wachsenden Elektromobilität bestehen bleiben. Bei einem Elektrofahrzeug entfällt zwar eventuell das Getriebesteuergerät, und auch die Ansteuerung des Elektromotors ist deutlich weniger komplex als bei einem Verbrennungsmotor. Dafür



Pushing Performance
Since 1945



PEOPLE. POWER. PARTNERSHIP.

KLEINER, SCHNELLER, SMARTER

Ethernet Connectivity für die industrielle Transformation

Ethernet übernimmt in immer mehr Bereichen den Job des universellen Kommunikationsprotokolls. Damit wird die Vision eines einheitlichen Protokollstandards für die Kommunikation von der Cloud bis an jeden Sensor möglich – damit wird das IIoT immer mehr Realität. Doch keine industrielle Transformation mit Ethernet ohne die passende Infrastruktur.

www.HARTING.com

hat das Elektrofahrzeug aber einen Inverter mit sehr großem Elektronikanteil. Mit dem Übergang zu großen Domänenrechnern wird die Anzahl der Steuergeräte zurückgehen: ihre höhere Komplexität erfordert aber besonders intensive EMV-Tests. Zudem wird die Anzahl der Sensoren im Fahrzeug eher zu- als abnehmen.

EMV-Tests an Sensoren und Steuergeräten führen die Ingenieure von Mooser seit etwa 40 Jahren durch. Dabei werden die Prüflinge sowohl auf ihre EMV-Abstrahlung, als auch auf ihre Störfestigkeit gegen externe EMV-Störungen untersucht, jeweils gestrahlt und leitungsgeführt. Bei den Messverfahren und EMV-Tests bestehen für Sensoren und Steuergeräte nur wenig Unterschiede. Differenziert wird eher nach unterschiedlichen Störklassen bei der Störaussendung und Störfestigkeit. Diese sind immer abhängig von den OEM-

Vorgaben und der Sicherheitsrelevanz der Steuergeräte und Sensoren. Ganz klar: Ein Beschleunigungssensor für die Airbagauslösung muss viel kritischer auf EMV getestet und bewertet werden als ein Steuergerät für die Sitzverstellung.

Komplexe EMV-Tests an Steuergeräten beachten

EMV-Messaufbauten für Steuergeräte sind in der Regel etwas komplexer als solche für Sensoren. Denn Steuergeräte werden häufig per Laptop und über ein dediziertes Kommunikationsprotokoll angesteuert. Außerdem sind sie oft mit Peripherie-Komponenten wie etwa Sensoren zu einem System verbunden, das das Unternehmen Mooser in der Messkammer so realitätsnah wie möglich darstellt. Außer mit definierten Hardware-Daten werden die Steuergeräte auch mit



Sensoren und Steuergeräte sind nicht nur für automatisierte Fahrfunktionen extrem wichtig. Bei Mosser müssen sie Ihre EMV-Festigkeit unter Beweis stellen.

Simulationsdaten beaufschlagt – je nach Kundenwunsch.

Häufig getestete Steuergeräte im Automobil sind solche für den Motor, das Getriebe, die Fahrdynamikregelung, die Auslösung der Rückhaltesysteme, für Karosserie- und Lichtfunktionen. Aber auch Controller für die Klimaregelung, die Abgasreinigung, sowie vermehrt für das Batteriemangement und die Regelung des elektrischen Antriebsstrangs stehen auf den Testplänen der Prüflinge.

Sensortests sind einfacher, aber genauso anspruchsvoll

Bei Sensoren sind die Messaufbauten meist etwas weniger komplex. Oft reicht eine Zweidrahtverbindung für die Energieversorgung und Kommunikation der Komponenten aus. Messdaten lesen die EMV-Spezialisten beispielsweise von Beschleunigungssensoren, Drehzahl- und Drehwinkelsensoren, Drucksensoren, Gassensoren, Radarsensoren, Kameras und Regensensoren aus. Auch hier wird auf eine sensorspezifische Messumgebung Wert gelegt: Beispielsweise wird für einen EMV-Test an einem Drehzahlsensor der

Antriebsmotor mit Druckluft angetrieben, da möglicherweise ein elektrischer Antriebsmotor den benachbarten Sensor elektromagnetisch beeinflussen könnte.

Vielfältige Messnormen beim Testen beachten

CISPR 25, ISO 11452-X, ISO 7637-X oder ISO10605 sind nur einige der Messnormen, die bei EMV-Tests an Steuergeräten und Sensoren zur Anwendung kommen. Darüber hinaus definieren OEMs eigene Werksspezifikation, die häufig auf den oben genannten Messverfahren basieren, aber zum Beispiel individuelle Parameter oder Messverfahren aufweisen. Das Unternehmen kann nach eigenen Angaben nach praktisch allen weltweiten Normen und OEM-Spezifikationen prüfen.

Dabei wird auch berücksichtigt, dass jedes Steuergerät und jeder Sensor ihre Eigenheiten haben, die in der Messkabine genau beachtet werden müssen. So werden zum Beispiel die äußerst empfindlichen Beschleunigungssensoren der Airbagauslösung in den Kabinen extra auf Messtischen mit schwingungsdämpfenden sehr schweren Steinplatten gelagert. Auf diese

Weise werden sie nicht durch externe Erschütterungen außerhalb der Messkammer – wie etwa vorbeilaufende Personen – ausgelöst.

Mehrwertdienste ergänzen die Messkompetenz

Rund um die EMV-Tests bieten Mooser und die Mooser EMC-Technik ihren Kunden weitere Mehrwert-Dienste. So können auf besonderen Kundenwunsch Steuergeräte und Sensoren auch direkt im Fahrzeug auf EMV getestet werden. Sollten bei Abnahmemessungen, OEM-Qualifikationen oder Typgenehmigungen die Ergebnisse nicht sofort wie gewünscht ausfallen, werden die Bauteile auf Kundenwunsch gleich anschließend entstört und dadurch rasch für die nächste anstehende Messschleife qualifiziert.

In Abstimmung mit den Kunden kann das Unternehmen auch komplette Testpläne schreiben. Bei all diesen Aufgaben haben Kunden immer den gleichen Mitarbeiter als Ansprechpartner, der sich um die gesamte Auftragsabwicklung von der Planung über die EMV-Messung bis zur Ergebnisbesprechung kümmert. □



MIT ENERGY HARVESTING ZU MEHR NACHHALTIGKEIT FÜR DAS IIOT

Funksensoren per Bewegung antreiben

Das Internet der Dinge (IoT) besteht aus einer Vielzahl von miteinander vernetzten Systemen. Die Energieversorgung erfolgt per Kabel oder Batterie. Doch idealerweise erzeugen kleine Energieumsetzer aus Licht oder Bewegung den Strom für den Funkbetrieb. Wir erklären, wie das nachhaltige „Energy Harvesting“ für die IIoT/IoT-Geräte funktioniert.

TEXT: Armin Anders, EnOcean BILDER: iStock, SergeyNivens



Fernwartung mit Funksensoren erleichtert die Maschinenkontrolle.

Zukunftssichere Technologien bilden die Grundlage für das Internet der Dinge (IoT). Wichtig ist dabei vor allen Dingen, wie Millionen von kommunizierenden Geräten mit Energie versorgt werden. Glücklicherweise sind erneuerbare Energien längst ein fester Bestandteil der Energiegewinnung. Felder mit Solarzellen oder Windkraftanlagen prägen heute das Landschaftsbild. Diese Form der Energiegewinnung gibt es auch in kleinerem Maße, das sogenannte „Energy Harvesting“. Kleine Energiewandler „ernten“ Energie aus Bewegung, Licht oder Temperaturunterschieden. Diese oft geringen Energiemengen reichen aus, um einen drahtlosen Sensor zu betreiben und Daten per Funk zu übertragen.

Diese Form von Energiegewinnung für funkbasierte Produkte, die bereits in der Massenproduktion sind, nutzt vier verschiedene Quellen:

- Bewegung – der Druck auf einen Schalter, sich bewegende Maschinenteile, die Drehbewegung eines Griffs
- Licht – Innenraumlicht oder einfallendes Sonnenlicht in einem Raum
- Temperaturunterschiede – zwischen einer Wärmequelle wie einem Heizkörper, Rohren oder einem Heizkessel und der Umgebung sowie

Tag- und Nachtschwankungen – Elektromagnetisches Feld – eine kontaktlose Spule in einer Käfigklemme, die um ein Kabel geklemmt wird, versorgt das Messgerät mit genügend Energie und misst den Leitungsstrom

Für jede dieser Quellen gibt es verschiedene Energiewandler mit unterschiedlichen Leistungsparametern. Die Art der Energieerzeugung zusammen mit der entsprechenden Leistungsausbeute bestimmt maßgeblich die Einsatzmöglichkeiten der Sensoren.

Mehr Nachhaltigkeit

Mit Hilfe dieser Energy Harvesting-Technologie werden Funksensoren immer nachhaltiger, da sie weder Kabel noch Batterien benötigen. Das ist nicht nur umweltfreundlicher, sondern spart auch mehr Kosten ein. Obwohl der Batteriewechsel an sich ein schneller Prozess ist, erhöhen sich die Arbeitskosten durch die Fahrt zum Einsatzort, das Auffinden des Sensors, das Testen des Geräts und die Dokumentation des Vorgangs drastisch. Sehr oft wird den Batterien eine Lebensdauer von mehreren Jahren nachgesagt, doch in der Praxis tauschen die Wartungsunternehmen sie oft spätestens

alle ein bis zwei Jahre aus, um einen frühzeitigen Ausfall zu vermeiden.

Ressourcenschonung und Umweltschutz sind so wichtig wie noch nie. Die Preise für Kupfer steigen stetig und die schädlichen Bestandteile sowie die Sicherheitsaspekte von Batterien sind ein ernstes Problem. Drahtlose Energy Harvesting-Sensoren sind eine nachhaltige Lösung, die sowohl den finanziellen Aspekt als auch die Auswirkungen auf die Umwelt berücksichtigt.

Im Einsatz für die Industrie

Sensoren haben eine Schlüsselfunktion in der industriellen Produktion. Sie können zum Beispiel für die Qualitäts- und Prozessüberwachung oder die zustandsorientierte Wartung eingesetzt werden. Das Anwendungsspektrum ist breit gefächert und entwickelt sich durch den zunehmenden Einsatz von drahtlosen Sensoren in Richtung eines industriellen Internet der Dinge (IIoT). Durch die Kombination von energiesparendem Funk mit lokalen Energiewandlern können Batterie- und damit wartungsfreie Sensoren auch direkt an bewegten Teilen oder in hermetisch abgeschlossenen Umgebungen montiert werden, etwa zur Messung der Position von mechanischen



Funksensoren erleichtern die Montage auf einem Fabrikgelände.

Teilen, der Stromaufnahme oder der Temperatur von mechanischen Teilen, Flüssigkeiten oder Gasen.

Sensoren für Qualitätskontrolle

Die Qualitätsüberwachung dient dazu, den gesamten Produktionsprozess zu kontrollieren und die gewünschten Eigenschaften des Endprodukts anhand verschiedener Parameter sicherzustellen. Zu diesem Zweck müssen Umgebungsfaktoren wie Temperatur, Feuchtigkeit und Luftqualität oder im Prozessumfeld Faktoren wie Position oder Temperatur überwacht werden.

Automatisierte Überwachungssysteme benötigen Daten, die von Sensoren erzeugt werden. Dazu müssen sich diese Sensoren jedoch nahtlos in die bestehenden Produktionsprozesse einfügen und dürfen keine speziellen Mitarbeiterschulungen erfordern oder Folgekosten im laufenden Betrieb verursachen. Hier bietet die Integration von energieautarken und damit wartungsfreien Sensoren entscheidende Vorteile.

Zustandsorientierte Wartung

Neben dem Produkt müssen auch die Maschinen überwacht werden, um einen

reibungslosen Produktionsablauf zu gewährleisten. Da diese oft einem hohen Verschleiß unterliegen, sind die frühzeitige Erkennung von Problemen und entsprechende Gegenmaßnahmen wichtige Voraussetzungen für eine kontinuierliche Qualitätssicherung und den Schutz vor Produktionsausfällen.

Ein grundlegendes Problem der Wartungsplanung ist die Berechnung der Intervalle zwischen den einzelnen Wartungszyklen. Einerseits muss die Zeit zwischen den Wartungsterminen so kurz wie möglich sein, um Abweichungen zu erkennen, bevor ein größeres Problem auftritt. Andererseits ist jede Wartung mit hohen Kosten für Personal und stillstehende Maschinen verbunden.

In vielen Fällen ist es möglich, durch die Überwachung einiger weniger einfacher Parameter wertvolle Informationen zu erhalten. So kann beispielsweise ein Temperaturanstieg auf erhöhte Reibung und damit auf Verschleiß hinweisen. Für die Messvorgänge können drahtlose Temperatursensoren eingesetzt werden. Feuchtigkeitssensoren überwachen dediziert, ob Wasser ausläuft, um kostspielige Wasserschäden zu vermeiden. Temperatur- und Feuchtigkeitssensoren liefern auch Informationen über die Luftbedin-

gungen, um im Messumfeld eine gleichbleibende Luftqualität zu gewährleisten.

Deshalb sind drahtlose Energy Harvesting-Sensoren ideal für eine Vielzahl von industriellen Anwendungen. Sie sind wartungsfrei, flexibel und kostengünstig zu installieren – ideale Eigenschaften, um nicht nur hohe Qualitätsstandards, sondern auch mehr Nachhaltigkeit im Umfeld von Industrie 4.0 zu gewährleisten.

IoT im Fabrikgebäude

In der Fertigung ermöglicht das IoT eine deutlich effizientere, flexiblere und individuellere Produktion. Mit Hilfe von Sensoren, die mit einer intelligenten IoT-Plattform vernetzt sind, ist es sogar möglich, einen digitalen Zwilling, also ein exaktes virtuelles Abbild einer Maschine über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg, zu erstellen. Auch im Gebäudebereich schreitet die Digitalisierung rasant voran. Hier wird ein digitaler Zwilling des Fabrikgebäudes erstellt, der die genauen Nutzungsanforderungen virtuell abbildet. Dies führt zu automatisierten Serviceprozessen im Facility Management und zu höheren Energieeinsparungen. Sowohl für industrielle Prozesse als auch für den Einsatz in Fabrikgebäuden ist eines unerlässlich: batterielose Funksensoren. □

LIGHTWEIGHT-M2M-TECHNOLOGIE (LWM2M) VERSUS MQTT

Mit LPWAN auf und davon

Das Netzwerkprotokoll MQTT ist zwar sehr leistungsfähig, ist aber für LPWAN-IoT-Lösungen, die wenig Datenverkehr nutzen und begrenzten Stromverbrauch haben, nicht effizient genug. Die LwM2M-Technologie bietet da mehr Potenzial, um IoT-Projekte in eine Cloud zu integrieren.

TEXT: Dominikus Hierl, Quectel BILDER: iStock, Batareykin, Jae Young Ju

Die Grundlage für die Integration von IoT-Geräten in die Cloud war das offene Netzwerkprotokoll MQTT (Message Queueing Telemetry Transport) für die Machine-to-Machine-Kommunikation (M2M). Doch MQTT kann nicht alle Herausforderungen bewältigen, wie die Einführung groß angelegter IoT-Projekte und die zunehmende Nutzung von Low-Power-Wide-Area-Networks (LPWAN) für die IoT-Integration in die Clouds der Hyperscaler.

Für fest installierte Geräte mit kabelgebundener Verbindung, die ans Stromnetz angeschlossen sind, bietet MQTT eine ausgezeichnete Technologie. Kleinere Geräte mit drahtloser Verbindung, die Batteriebetrieben sind ist MQTT leider nicht geeignet, da das Protokoll zu viele Ressourcen benötigt. Hier kommt die Lightweight M2M Technologie (LwM2M) ins Spiel, die für minimale Datentransferraten und geringen Stromverbrauch entwickelt wurde.

Vorteile von LPWAN

Prognosen zufolge wird es im Jahr 2025 mehr als fünf Milliarden Geräte geben, die über eine mobile IoT-Konnektivität miteinander verbunden sind, wovon 60 Prozent der Systeme mit LPWA-Modulen, wie die von Quectel

verbunden sein werden. Die Vorteile dabei sind eine hohe Konnektivität und Skalierbarkeit sowie bessere Abdeckung, niedrige Kosten, geringer Stromverbrauch und höhere Mobilität.

Außerdem ist eine Sprachübertragung über LTE möglich. Dadurch lässt sich die Sprachübertragung auf den Markt für drahtlose Verbindungen mit geringem Stromverbrauch problemlos realisieren. Dies fördert die allgemeine Akzeptanz für Anwendungen in den Bereichen Versorgung, Industrie, Landwirtschaft, Smart Living und Smart Home.

Digitale Zwillinge

Mit dem Einsatz von Hochtechnologien

Das LPWAN verfügt über eine gute Leistung, ist zuverlässig und begnügt sich mit niedrigem Stromverbrauch für IoT-Projekte.



wie digitale Zwillinge – zwischen dem intelligenten Edge und der intelligenten Cloud – wird die Rolle von LPWA-Konnektivität noch wichtiger, da durch sie digitale Zwillinge erstellt werden können. Die Schwierigkeit besteht darin, dass man zur Modellierung der physischen Welt die physische Welt erfassen und als digitalen Zwilling modellieren und vermessen muss. Von Obstplantagen über Parkplätze bis hin zu Stromnetzen und Stromzählern oder Mehrfamilienhäusern und Büroräumen – gerade in Umgebungen mit vielen batteriebetriebenen Endpunkten bieten LPWANs die am besten geeignete Konnektivität.

Status Quo von LPWAN

Der geringe Stromverbrauch von NB-IoT (Narrow Band IoT) und LoRa ermöglicht es, dass kostengünstige Geräte in eine IoT-Plattform integriert werden können, in der Anwendungen durch das IoT betrieben werden. Technologieanbieter arbeiten daran, zu garantieren, dass IoT-Daten dieser Art in großen Mengen die Cloud der Hyper-

scaler unter Verwendung von LPWAN genauso effektiv erreichen wie mit 5G oder WLAN.

Mainstream-Entwickler gibt es millionenfach. Entwickler, die Gerätedaten von einem Modul übernehmen und sie über eine zuverlässige Umgebung in verschiedenen IoT-Technologiebereichen weltweit übertragen, hingegen deutlich weniger. Daher muss die Entwicklung für App-Entwickler so einfach und nahtlos wie möglich gestaltet werden. Jetzt ist es an der Zeit, dafür zu sorgen, dass jeder Entwickler einen einfachen Zugang zu den Daten erhält, die von LPWAN-Geräten geliefert werden, damit sie genutzt und in richtige Nutzwerte für den Anwender umgewandelt werden können.

Vorhandene Entwürfe für Plattformen für verschiedene Anwendungen erleichtern die Entwicklung von IoT-Anwendungsfällen, die auf LPWAN angewiesen sind. Ohne das richtige Einsetzen sind Geräte im Grunde wertlos. Es besteht also die Chance, LPWAN mit Hyperscale-Cloud-Diensten zu verbinden und einen einfach zu implementierenden LPWAN-Cloud-Gateway-Service zu schaffen. MQTT ist allgegenwärtig, aber das Netzwerkprotokoll ist einerseits nicht einfach zu implementieren und andererseits nicht zwingend für IoT-Hyperscale-Volumina entwickelt worden.

Einschränkungen von MQTT

MQTT ist sehr leistungsfähig, weshalb sich Hyperscaler heute darauf verlassen können. Doch für moderne LPWAN-IoT-Lösungen, die oft weniger Daten verbrauchen und nur begrenzten Stromverbrauch haben, ist es einfach nicht effizient genug. Zudem ist die kabelgebundene Technologie für kleine, mobile IoT-Geräte nicht optimal für eine Cloud-Integration. Unternehmen versuchen deshalb mit LwM2M, einen um einiges geringeren Datenverbrauch zu generieren.

Fazit

LwM2M bietet gegenüber MQTT 72 Prozent weniger Datentransferleistung bei der ersten Verbindung, 31 Prozent weniger Datentransferleistung bei einer stabilen Geräteverbindung und einen um 33 Prozent geringeren Stromverbrauch. Qualitativ gesehen war MQTT bisher einfacher zu implementieren und zu beschaffen als LwM2M-Lösungen – aber das ändert sich, da diese Technologie immer häufiger eingesetzt wird, um die Implementierung von LPWAN-Geräten in die Cloud der Hyperscaler zu vereinfachen. Darüber hinaus bietet LwM2M mehr langfristige Flexibilität in eingeschränkten Netzwerken und wird daher häufiger eingesetzt. □

SO ENTSTEHT EINE MOBILE STROMVERSORGUNG

Samthandschuhe für Batterien

Sie werden beschmiert, gewalzt und gekappt – der Weg klingt hart, den Kupfer- und Alufolien hinter sich bringen müssen, bis sie ihre Rolle als Anode und Kathode in einer Batterie ausüben können. Umso sanfter muss die Handhabung zwischen den einzelnen Produktionsschritten sein – wie gelingt das?

TEXT: Schmalz BILDER: Schmalz; iStock, vchal

Bereits seit 2009 fördert die Regierung die Elektromobilität. Auch die Entwicklung und Fertigung von Batterietechnologie wird vorangetrieben: Wirtschaft und Politik arbeiten daran, das Know-how zur Entwicklung und Fertigung auf- und auszubauen. Dass eine wirtschaftliche Batteriezellproduktion in Deutschland möglich ist, bekräftigte Dr. Michael Meister, Parlamentarischer Staatssekretär der Bundesministerin für Bildung und Forschung, 2021 auf dem „Batterieforum Deutschland“. Meldungen deutscher Automobilhersteller über Kooperationen, eigene Forschungslabore und Testbetriebe zur Serienproduktion bestätigen dies. Neben dem Einsatz in E-Autos sind Batterien ebenso wichtig für den Alltag. Vom Akkuschrauber über E-Bikes bis zum Smartphone – der Strom „to go“ ist nicht mehr wegzudenken. Ebenso relevant ist die stationäre Anwendung, zum Beispiel um regenerativ erzeugte Energie zu puffern.

Jede Anwendung stellt eigene Anforderungen an die Batterietechnologie. Doch für die Herstellung ist der spätere Einsatz zweitrangig – denn hier müssen in jedem Fall größte Sorgfalt und Präzision mit einer wettbewerbsfähigen Zellfertigung in Einklang gebracht werden. Unerlässlich sind dabei die kleinen Helfer, die einen schonenden Transport der empfindlichen Kathoden, Anoden, Separatoren und Pouchzellen ermöglichen, wie etwa die Spezialgreifer und Endeffektoren der Firma Schmalz.

Vom Pulver zur Pouch

Zwei Pasten und zwei Metallfolien bilden die Basis einer jeden Antriebsbatterie. Für die Anode wird eine Graphitmasse auf eine Kupferfolie gestrichen. Die Kathode besteht aus einer Aluminiumfolie, auf die eine Metalloxid-Mischung aus Nickel, Kobalt, Mangan und Lithium aufgetragen wird. Die beidseitig beschichteten Folien werden getrocknet, kalandriert und zurechtgeschnitten. Jetzt sind sie bereit fürs Stapeln. „Wir empfehlen hierfür die Spezialgreifer STGG, da sie hochdynamisch mit den sensiblen Folien umgehen können“, erklärt Dr. Maik Fiedler, Leiter der

Geschäftsbereiche Vakuum-Automation und Vakuum-Handhabung. Der STGG greift abwechselnd Anode, Separator, Kathode und wieder Separator, um sie aufeinander abzulegen. Die Geschwindigkeit steht hier ebenso im Fokus wie die präzise Positionierung. Dabei darf der Greifer keine Abdrücke hinterlassen und nicht die empfindliche Beschichtung kontaminieren. „Unsere Lösung heißt Peek“, sagt Dr. Fiedler. Schmalz fertigt aus dem chemisch hochbeständigen Polyetheretherketon eine Saugplatte mit vielen kleinen Löchern, die vollflächig greift. Die ebene Fläche minimiert die Flächenpressung. Die aktive Abblasfunktion des STGG beschleunigt den Pick & Place-Prozess, während der hohe Volumenstrom Partikelrückstände auf den Elektroden verhindert. Eine pneumatische Vakuum-Erzeugung ohne bewegte Teile macht den Spezialgreifer rein- und trockenraumtauglich.

Auch für das Vereinzeln und Ablegen der dünnen Separatorfolien eignet der Spezialgreifer STGG. Separatoren bestehen meist aus sehr feinporigen biegeschlaffen Kunststoffen oder Vliesen. Sie trennen Anode und Kathode räumlich voneinander und verhindern einen Kurzschluss. Gleichzeitig sind sie durchlässig für die positiven Lithium-Ionen, die beim Entladen von der Anode zur Kathode strömen und beim Laden wieder zurückwandern. „Der STGG arbeitet mit einem hohen Volumenstrom und greift dadurch auch poröse Materialien sicher“, erläutert Dr. Fiedler. Die ESD-konforme Oberfläche leitet zudem elektrostatische Aufladung zuverlässig ab und schützt so vor ungewünschter Adhäsion.

Zelle für Zelle

Ist der Zellstapel fertig, werden die überstehenden Leiterfächchen gekürzt und der Stapel in eine Pouchfolie gepackt. Rundum versiegelt, ist die sogenannte Pouchzelle bereit für die Elektrolyt-Injektion. „Die Pouchzellen sind empfindlich und dürfen keinesfalls durch den Greifer deformiert werden. Zudem können sie je nach Einsatz in der Form variieren“, erklärt Dr. Fiedler. Für jede Geometrie passend ist der Leichtbaugreifer SLG. Schmalz fertigt



ihn additiv, nachdem der Kunde ihn online konfiguriert hat, und garantiert somit kurze Lieferzeiten. Damit die Aluminiumverbundfolie der Pouchzelle beim Greifen nicht tiefgezogen wird, kommen strukturierte Sauger der SFF- oder SFB1-Reihe zum Einsatz. Beide Varianten kombinieren Abstützflächen in Form von Waben auf der Saugfläche mit einer weichen und besonders flachen Dichtlippe. Dadurch können sie sanft und dennoch mit einer hohen Saugkraft zupacken, ohne die Oberfläche der Pouchzelle zu verformen.

Ebenso wichtig wie Material, Geometrie und Größe des Greifers ist das Vakuum. Wie und wo



Der Leichtbaugreifer SLG mit SFF-Sauggreifern handhabt Pouchzellen. Die strukturierten Sauger verhindern ein Tiefziehen der Gehäusefolien.

es erzeugt wird, ist der Schlüssel für eine hochdynamische und zugleich absolut sichere Handhabung. „Unsere dezentralen Vakuum-Erzeuger der SCPM-Baureihe erfüllen alle diese Anforderungen. Sie sind kompakt und zugleich saugstark“, sagt Dr. Fiedler. Sie sind so klein, dass sie nah am Sauggreifer montiert werden können und damit Leistungsverluste minimieren. Das Ventil des Kompaktejektors schließt, wenn kein Strom anliegt. Damit hält der Greifer die Batteriezelle sicher, auch wenn die Energie ausfällt. „Ein weiterer Vorteil ist, dass Anwender spezielle Funktionen in das System integrieren können, wie eine redundante Vakuum-Erzeugung oder Werkstückerkennung“, ergänzt Dr. Fiedler.

Das passende Handhabungssystem platziert die einzelnen Zellen in ein Modul, wo sie in Reihe oder parallel verschaltet werden. Mehrere Module ergeben ein Batteriepack, das je nach Hersteller und Fahrzeugkategorie weniger oder mehr Pouchzellen vereint.

Rund statt flach

Der Vorteil von Pouchzellen ist, dass sie flach bauen und damit die Wärme gut abgeben können. Sie sind vielseitig und nutzen das vorhandene Volumen in einem Batteriemodul gut aus. Ihr Nachteil: Die Hülle ist empfindlich und schützt die Anoden, Kathoden und Separatoren nicht vor mechanischen Einflüssen. Zudem besteht die Gefahr, dass sie sich zum Beispiel durch Alterungsprozesse auflähen.

In einigen Elektroautos sowie in Unterhaltungselektronik, E-Bikes und Werkzeugen kommen daher zylindrische Hard-Case-Zellen zum Einsatz. „Für die Handhabung von Rundzellen in der Modulmontage müssen wir den Anwendern Greifer anbieten, die sie frei konfigurieren können. Je nachdem, wie groß die einzelnen Zellen im Durchmesser sind, in welcher Anordnung und wie viele gegriffen werden sollen“, beschreibt Dr. Fiedler. „Dank 3D-Druck ist das ab Losgröße eins problemlos möglich.“

Wählt der Anwender Sauger aus dem abdruckarmen Spezialwerkstoff HT1, kann er die Zellen direkt am Pol greifen – das Material wirkt zugleich als Isolator. So werden auch geladene Zellen sicher positioniert. Wichtig ist auch hier ein hoher Volumenstrom für den schnellen und sauberen Pick-&-Place-Prozess. „Hier punkten integrierte Vakuum-Erzeuger. Die Ejektoren verfügen über ein Sicherheitsventil, die auch ohne Strom das Vakuum aufrecht halten und damit die Handhabung absichern“, ergänzt Dr. Fiedler. Müssen die Rundzellen längs gegriffen werden, empfiehlt Schmalz Magnetgreifer SGM in der High-Performance-Version. Hier sichert ein Dauermagnet die Handhabung ab. „Sie sind kompakt, leicht und entwickeln dennoch hohe Haltekraft“, zählt Dr. Fiedler die Vorteile auf. Diese greifen, solange die Batteriehülle ferromagnetisch ist.

Das große Finale

Jetzt ist es fast geschafft: Aus Folien wurden Zellen. Die Zellen sind in Modulen zusammengefasst, die nun in Batteriepacks verbunden und mit Kühlplatten, Verkabelungen und Elektronik komplettiert werden. „Flexibilität ist hier enorm wichtig. Die Speichergeometrien können sich ebenso unterscheiden wie Oberflächenstrukturen“, erklärt Dr. Fiedler. Auch wenn die Module schwer sind, dürfen sie durch den Greifer nicht beschädigt werden – Vakuum schafft das. Der Flächengreifer FQE ist modular und für vollautomatisierte Pick-&-Place-Anwendungen ideal geeignet. Ebenso universal ist der Flächengreifer FMP. Sein Dichtschaum passt sich auch an strukturierte Oberflächen an. Beide sorgen mit ihrer energieeffizienten, integrierten Vakuum-Erzeugung für geringe Betriebskosten.

Bei den Arbeitsschritten, die nicht automatisiert sind, entlasten manuelle Hebehilfen wie der Vakuumheber Jumboflex die Monteure. Das können die Kühlmodule sein oder die Abdeckplatten, die am Ende manuell auf den Batteriegehäusen platziert werden müssen. Extra Sicherheit bietet die Safety+

Zylindrische Li-Ionen-Batterien kommen vor allem in Unterhaltungselektronik und E-Bikes zum Einsatz. In der Fertigung sind für diese Batterierundzellen individuelle Endeffektoren notwendig.



Bedieneinheit: Das Zwei-Hand-Konzept zum Ablösen schützt besonders sensible Werkstücke beim Ablegen. Zudem kann die Absenkgeschwindigkeit reduziert werden. Das Batteriepack ist nun bereit für die Dichtprüfung – Gehäuse und Kühlsystem dürfen keine Leckage aufweisen. Das Batteriemanagementsystem erhält die aktuellste Software, passend für den Autotyp, und der erste Lade-/Entladevorgang im Verbund erfolgt unter strenger Aufsicht. Sind Verkabelung und Elektronik in Ord-

nung und funktioniert das Batteriemangement ebenso wie alle Subkomponenten, ist es geschafft. Nach dem Labeln mit Warnhinweisen und ID-Tags sind die Batterien fertig für den Transport. „Es ist ein langer und aufwendiger Weg vom Pulver zum fertigen Energiespeicher. Wir wissen, wie die Handhabung in jedem einzelnen Prozessschritt zuverlässig gelingen kann und entwickeln für jeden einzelnen Kunden passgenaue Lösungen“, sagt Dr. Fiedler. □

TRACO POWER

Reliable. Available. Now.

www.tracopower.com

300 WATT

AC/DC-Netzteile mit hoher Leistungsdichte für Industrie- und Medizinanwendungen

- 300 Watt in 101,6 × 50,8 mm oder 116,84 × 61,976 mm großem Gehäuse
- E/A-Isolation 3.000VAC ausgelegt für 250VAC Arbeitsspannung
- Internationale medizinische und ITE-Sicherheitszulassungen
- Spitzenleistung von bis zu 360 Watt für 5 s
- Arbeitstemperatur von -40 °C bis +85 °C
- Aktive Leistungsfaktorkorrektur > 0,9



TPI-300- UND TPP-300-SERIE



Serie	Nennleistung	Gehäusetyp	Ausgangsspannung	Abmessungen
TPI 300L-M	300 Watt	offene Bauform (L-Winkel)	12, 15, 24, 36, 48, 53 V _{DC}	116,84 × 61,976 × 40,64 mm
TPI 300-M	300 Watt	in Gehäuse	12, 15, 24, 36, 48, 53 V _{DC}	116,84 × 61,976 × 58,928 mm
TPP 300A-M	300 Watt	offene Bauform	12, 15, 24, 36, 48, 53 V _{DC}	101,60 × 50,80 × 33,02 mm
TPP 300-M	300 Watt	in Gehäuse	12, 15, 24, 36, 48, 53 V _{DC}	116,84 × 61,976 × 58,928 mm

GRUNDLAGEN DER GLEICHSPANNUNGSWANDLER-ENTWICKLUNG

Auf die inneren Werte kommt es an

Bei Gleichspannungswandlung empfehlen sich getaktete Systeme als effiziente Lösungen, mit denen sich die Spannung sowohl herab- als auch heraufsetzen lässt. Außerdem ist mit ihnen eine galvanische Isolation möglich, und die benötigten magnetischen Bauteile sind klein. In diesem Beitrag gehen wir auf die wichtigsten Designkonzepte bei Gleichspannungswandlern ein.

TEXT: Ann-Marie Bayliss und John Quinlan, Murata BILDER: Murata; iStock, Rost-9D

Die Gleichspannungswandlung war für System- und Produktdesigner stets eine Herausforderung. Alles begann zu der Zeit, als Thomas Alva Edison im so genannten Stromkrieg gegen Ende des 19. Jahrhunderts gegen George Westinghouse verlor. Die Verteilung von Wechselstrom mit immer mehr Leistung verlangte zwar nach immer höheren Spannungen, um die Ströme auf einem niedrigen Niveau zu halten und mit geringen Kabelquerschnitten auszukommen, ließ sich aber mithilfe von Transformatoren einfach bewerkstelligen. Gleichspannungen dagegen ließen sich seinerzeit nur mit aufwändigen Motor-Generator-Sätzen heraufsetzen. Der Rest gehört zur Geschichte: Westinghouse gewann, und Wechselstrom wurde zum Standard des 20. Jahrhunderts.

Das vergangene Jahrhundert markierte ebenfalls den Beginn des Zeitalters der Elektronik, deren Bauteile in den allermeisten Fällen Gleichstrom benötigen, weshalb der zur Verteilung benutzte Wechselstrom in Gleichstrom umgewandelt werden musste. Dabei stellt sich die Frage nach der benötigten Spannung, denn die Spanne reicht von 1 Volt für einen Prozessor bis zu mehreren Kilovolt für das Magnetron eines Mikrowellengeräts, und nicht selten werden sogar beide benötigt. Wenn die erforderlichen Versorgungsspannungen außerdem auch bei Last- und Netzschwankungen präzise eingehalten werden müssen, geht es nicht ohne aktive Regelschaltungen.

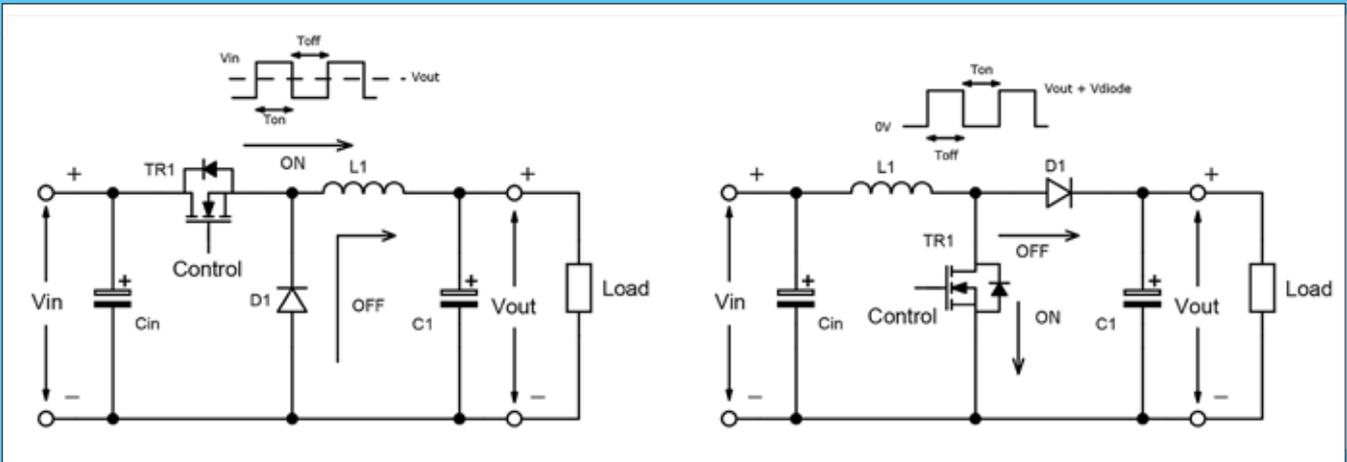
In der Anfangszeit wurden Geräte mit Netztrafos bestückt, die die Wechselspannung auf niedrigere Werte reduzierten. Im Anschluss daran konnte die Gleichrichtung und Glättung vorgenommen werden, gefolgt von der Regelung mithilfe eines „linearen“ Längstransistors. Bezieht man jedoch die Last- und Netzschwankungen und die Toleranzen ein, ist die aus dem Netz entnommene

Leistung im ungünstigsten Fall doppelt so hoch wie die Leistung, die letztlich an den Verbraucher abgegeben wird. Ganz abgesehen davon sind Transformatoren sperrig, schwer und teuer, sodass diese Lösung alles andere als ideal ist. Soll eine Gleichspannung im System heraufgesetzt werden, gibt es sogar überhaupt keine „lineare“ Methode, um dies zu erreichen.

Getaktete Wandler als Problemlösung

Die praktikable Lösung zum effizienten Herauf- und Herabsetzen von Gleichspannungen sind so genannte getaktete Wandler. Wird keine galvanische Isolation benötigt, kommen Hoch- und Tiefsetzsteller (engl.: Boost Converters oder Buck Converters) oder entsprechende Varianten zum Einsatz. Der Tiefsetzsteller





Prinzipschaltungen von Abwärts- und Aufwärtswandlern

oder Abwärtswandler „zerhackt“ im Prinzip die eingangsseitige Gleichspannung mit hoher Frequenz so, dass ihr Durchschnittswert niedriger ist, bevor die resultierende, wellige Gleichspannung anschließend mit einem LC-Filter geglättet wird. Der zum Zerhacken verwendete Transistor wechselt ständig zwischen dem vollständig gesperrten und dem vollständig eingeschalteten Zustand hin und her, sodass in ihm nur wenig Verlustleistung abfällt. Die Höhe der Ausgangsspannung wird durch das Tastverhältnis des Transistors variiert. Etwas anders arbeitet der Hochsetzsteller oder Aufwärtswandler. Durch die Taktung wird abwechselnd Energie im Magnetfeld der Spule gespeichert und wieder abgegeben.

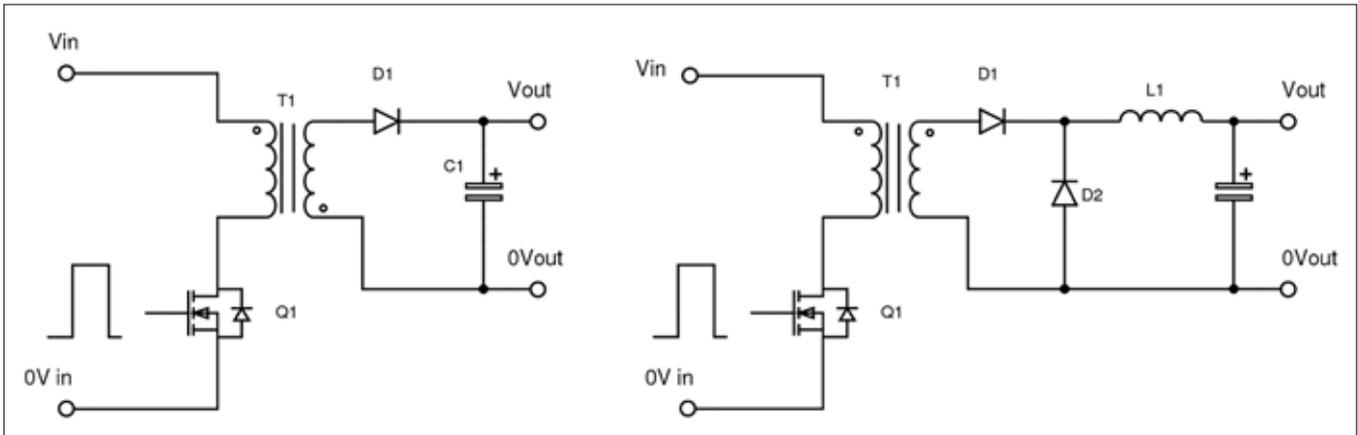
Die Abgabe der Energie

aber kann mit jeder gewünschten Spannung erfolgen, die auch über der Eingangsspannung liegen kann. Weitere Schaltungsanordnungen wie etwa der einfache Hoch-/Tiefsetzsteller oder der Ćuk-Wandler können die Polarität der Spannung umkehren, während SEPIC-, ZETA- und andere Bauformen positive Ausgangsspannungen generieren können, die sowohl niedriger als auch höher sein können als die Eingangsspannung.

Aus einer Eingangsspannung, die zwischen 7,5 V und 36 V betragen kann, erzeugt etwa der Abwärtswandler-Serie 78SR eine Ausgangsspannung von 3,3 V bei 0,5 A. Bei Vollast und 12 V Eingangsspannung kommt es auf einen Wirkungsgrad von 83 Prozent, was einer Verlustleistung von etwa 0,7 W entspricht. Das Modul ist übrigens pinkompatibel zu den Linearreglern der Serie 78xx, deren Verlustleistung unter den gleichen Bedingungen jedoch 4,35 W betragen würde, sodass erhebliche Kühlmaßnahmen erforderlich wären.

Mit diesem, für Durchsteckmontage ausgelegten Bauteil lässt sich ein vorhandener Linearregler ersetzen, um den Wirkungsgrad zu erhöhen. Noch leistungsfähiger sind jedoch oberflächenmontierbare PoL-Gleichspannungswandlermodule (Point of Load) im LGA-Gehäuse (Land Grid Array). Die MYMGA-Serie von Murata etwa bringt es bei ihrem maximalen Laststrom von 4 A (bei der 5-V-Version) auf einen Wirkungsgrad von 94 Prozent, und dies in einem 9 mm x 10,5 mm großen Gehäuse mit einer Höhe von nur 5,5 mm.

Wird mehr Leistung verlangt, verteilen mehrphasige Abwärtswandler die Belastung auf mehrere Schalter und Spulen, die in zwei oder mehr Phasen mit gemeinsamen Eingangs- und Ausgangskondensatoren angesteuert werden. Im Interesse eines optimalen Wirkungsgrads nutzen Entwickler bei Abwärtswandlern zusätzlich die Synchrongleichrichtung. Hierbei wird



Prinzipschaltungen von Sperrwandler (links) und Durchflusswandler (rechts)

die Gleichrichterdiode mit ihrem festen Spannungsabfall durch einen MOSFET mit niedrigem Einschaltwiderstand ersetzt.

Häufig ist galvanische Isolation erforderlich

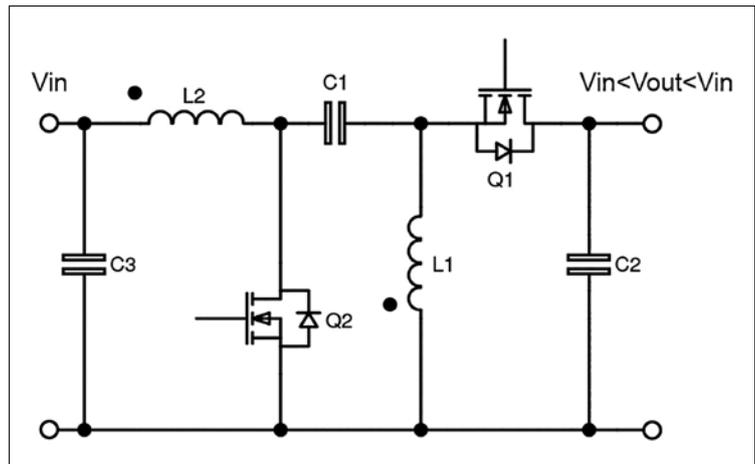
Einfache Aufwärts- und Abwärtswandler bieten keine galvanische Isolation, denn ihre ein- und ausgangsseitigen Massen sind miteinander verbunden. Nicht selten muss diese Verbindung aber unterbrochen werden, damit sich der Ausgang auf gleitendem Potenzial befinden kann. Die Gründe können unterschiedlich sein. Möglicherweise liegt der Eingang an einer unsicheren Spannung, man möchte das Zirkulieren von Masseströmen vermeiden oder der Ausgang soll als negative Spannung genutzt werden, indem man den Pluspol als Masse definiert. Die entsprechenden isolierten Topologien von Abwärts- und Aufwärtswandlern sind der Durchfluss- und der Sperrwandler. Hierbei wird die Spule jeweils in einen Übertrager verwandelt, sodass die ausgangsseitige Gleichspannung von einer galvanisch isolierten Wicklung abgegriffen werden kann. Zu beachten ist die unterschiedliche Phasenlage der Übertragerwicklungen bei beiden Schaltungen.

Bei isolierten Gleichspannungswandlern gestaltet sich die vollständige Regelung schwieriger, denn es ist notwendig, die Ausgangsspannung abzutasten und ein Fehlersignal über die Isolationsbarriere hinweg an die Primärseite zu schicken, damit das Tastverhältnis entsprechend geregelt werden kann. Gelegentlich ist aber gar keine Regelung nötig, denn bei konstanter Eingangsspannung wird die Ausgangsspannung nur von Laständerungen beeinflusst. Diese aber betragen möglicherweise nur wenige Prozent und sind oftmals hinnehmbar. Zu den häufigsten Anwendungen für kleine isolierte Gleichspannungswandler gehört die Stromversorgung isolierter Datenschnittstellen, bei

denen die Regelung unkritisch ist. Wenn die eingangsseitige Gleichspannung schwankt, kommt auch eine partielle Regelung in Frage. Gleichsam als Abbild der Ausgangsspannung wird hier die Spannung an einer Primärwicklung des Übertragers abgetastet. Wird größtmögliche Genauigkeit verlangt, erfasst man die Ausgangsspannung direkt und leitet das Fehlersignal (oft über einen Optokoppler) an die Primärseite weiter.

Ist die Isolation aus Sicherheitsgründen erforderlich, ergeben sich komplexe Abstands- und Isolierungsanforderungen. Luft- und Kriechstrecken und Abstände in festen Isolierwerkstoffen hängen vom geforderten Schutzgrad (zum Beispiel Basis-, Doppel- oder verstärkte Isolation) ebenso ab wie von anderen Parametern, zu denen der Verschmutzungsgrad der Umgebung, die Überspannungs-Kategorie des Eingangs und sogar die Höhe über dem Meeresspiegel gehören. Welche Norm jeweils anzuwenden ist, hängt von der Anwendung ab – zum Beispiel verlangen Medizingeräte mit Patientenkontakt naturgemäß größere Abstände als industrielle Anwendungen. Unklarheiten können bezüglich der angegebenen Isolationsklasse bestehen. Häufig wird Bauteilen bescheinigt, sie würden in der Produktion auf 3 kV DC getestet, was für die Isolierung von 230 V AC als ausreichend erscheint. Allerdings handelt es sich hier um eine nur einmalig angelegte Prüfspannung ohne die Garantie, dass das Bauteil dauerhaft einer hohen Spannung widersteht. Anwender sollten deshalb darauf achten, dass eine Zertifizierung durch eine entsprechende Stelle vorliegt und dass neben der Isolationsklasse auch die zugrunde gelegte „Systemspannung“ angegeben ist. Bei einem Gleichspannungswandler, der eine an das 230-V-Wechselstromnetz angeschlossene Schaltung von solchen Verbindungen isolieren soll, die im Heim- oder Bürobereich von Anwendern problemlos und unbedenklich berührt werden können, kann beispielsweise gemäß der einschlägigen europäischen

Bei sogenannten SEPIC-Wandlern kann die Eingangsspannung größer oder kleiner als die Ausgangsspannung sein.



Sicherheitsnorm EN 62368-1 die Angabe „verstärkte Isolation, 250 V AC, maximale Einsatzhöhe 5.000 m“ tragen.

Der oberflächenmontierbare Gleichspannungswandler der NXJ-Serie ist als Beispiel ein unregelter, von der Abwärts-wandler-Topologie abgeleiteter und in diesem Fall nach dem Push-Pull-Prinzip arbeitendes Modul, des 5 V in 5 V umwandelt und die behördlich zugelassene Isolation medizinischer Anwendungen übernimmt. Das Produkt zeichnet sich durch eine neuartige Methode zur Einbettung des Übertragerkerns in den Lagenaufbau der Leiterplatte aus, wobei die Wicklungen durch Leiterbahnen und Vias über mehrere Lagen gebildet werden.

Resonanzwandler sind effizient

Den Durchflusswandler gibt es in unterschiedlichen Ausprägungen mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen, oftmals diktiert von den individuellen Anforderungen der jeweiligen Anwendung in Sachen Effizienz, Kosten und Platzbedarf für die gegebenen Leistungs- und Spannungswandlungs-Werte. Im Interesse eines optimalen Wirkungsgrads wird oftmals auf „resonante“ Wandler zurückgegriffen, die sanft schalten, das heißt sie ändern ihren Zustand in dem Moment, wenn der Strom oder die Spannung null ist. Hierdurch vermeidet man die kurzzeitige Verlustleistungs-Spitze beim Zusammenfallen von hohen Spannungs- und Stromwerten. Unter den vielen resonanten Topologien wird im unteren bis mittleren Leistungsbereich derzeit der LLC-Wandler bevorzugt. Diese Schaltung leitet Impulse in einen LC-Schwingkreis (meist knapp oberhalb von dessen Resonanzfrequenz), und diese Impulse werden durch die Übertragerwirkung anschließend in Form von Sinuswellen an eine sekundäre Lastwicklung der Schwingkreis-Induktivität weitergegeben. Die Regelung erfolgt durch Variieren der Impulsfrequenz, indem

mehr oder weniger Energie durch den Übertrager geleitet wird. Dabei steigt die induktive Impedanz der LC-Schaltung oberhalb der Resonanzfrequenz mit zunehmender Frequenz an.

Bei hoher Leistung erreicht die Belastung der LLC-Schalttransistoren ein übermäßig hohes Niveau, weshalb stattdessen auf eine phasenversetzt arbeitende Vollbrücken-Topologie gesetzt wird. Hierbei handelt es sich um eine weitere Resonanzschaltung mit vier Schaltern in einer Brücken-Konfiguration, die aber mit konstanter Frequenz arbeitet. Die Regelung erfolgt durch Ändern der relativen Phasenlage der Treibersignale für die einzelnen Zweige der Brückenschaltung. Genutzt wird diese Technik in Zwischenkreis-Wandlern (Intermediate Bus Converters), wie sie das Unternehmen in seiner DRQ-Serie anbietet.

Wandler ohne induktive Bauelemente aus

Es ist nicht unbedingt erforderlich, nicht-isolierte Gleichspannungswandler mit einer Spule oder einem Übertrager zu implementieren. Schaltkondensator-Lösungen (Switched Capacitor) nämlich laden Kondensatoren in Serien- oder Parallelschaltung und schalten diese anschließend parallel beziehungsweise in Reihe, um Spannungen in ganzzahligen Vielfachen herab- oder heraufzusetzen. War der erzielbare Wirkungsgrad in der Vergangenheit durch die Spannungsabfälle in den Schaltern und Dioden begrenzt, sind mit modernen MOSFETs und per Synchrongleichrichtung inzwischen 96 Prozent und mehr (bei 72 W Leistung) erreichbar, wie etwa bei der neuartigen Schaltkondensator-Technologie Psemi. Es erfolgt üblicherweise keine Regelung, und das Hoch- oder Tiefsetzen der Spannung geschieht mit einem festen Verhältnis von 3 oder 4. Durch Wegfall der Induktivität eignet sich diese spezielle Technik für moderne Fertigungsverfahren und flache Produkte. □

HMI-TRENDS UND ZUKÜNFTIGE ENTWICKLUNGEN

ZUKUNFTSWEISENDE BEDIENKONZEPTE

Ob bei der Automatenbedienung, Maschinensteuerung oder bei medizinischen Geräten – immer öfter werden für die Interaktion zwischen Menschen und Maschinen haptische Bedienelemente und analoge Anzeigen durch moderne Human Machine Interfaces (HMIs) ersetzt. Treiber dafür sind vor allem neue Technologien, aber auch die zunehmende Digitalisierung in allen Branchen. Doch welche Technologie macht das Rennen?

TEXT: Seco Northern Europe BILDER: Seco Northern Europe; iStock, bgblue

Das HMI NALLINO 4.3 OF PCT wird von hinten gegen das Gehäuse verschraubt und lässt sich durch einen einfachen Ausschnitt bedienen – auch Open Frame Lösung genannt.



Bei modernen HMIs stehen vor allem eine einfachere Bedienung und eine präzisere Informationsdarstellung auf den Displays im Vordergrund. HMI-Experte Seco Northern Europe (ehemalig Garz & Fricke Group) erläutert, welche Trends derzeit den Markt prägen und wo die Reise hingeht.

Hygieneaspekt bei der HMI-Bedienung

Bei HMIs für medizinische Anwendungen war der Hygieneaspekt schon immer sehr wichtig. Dies betrifft insbesondere die Bedienelemente. Die Corona-Krise führte dazu, dass dieses Kriterium auch in anderen Anwendungsgebieten in den Vordergrund rückt. Deshalb wird immer öfter gefordert, dass die Bedieneinheiten komplett desinfizierbar sein müssen, was sich auf die eingesetzten Materialien auswirkt. So sind beispielsweise sichtbare, lackierte Kunststoffe in der Regel nicht desinfektionsmittelbeständig. Auch ist es heute aus Hygienegründen erforderlich, dass der Einbau fugenlos erfolgt. So können keine Kanten entstehen, in denen sich Schmutz ansammelt. Diese fugenlosen Display-Lösungen erlauben eine nahtlose Integration von Anzeigensystemen etwa im Medizinumfeld und ermöglichen somit die Umsetzung von höchstem Hygiene-schutz. Dieser Aspekt treibt auch die Entwicklung alternativer Bedienkonzepte wie die Gestensteuerung voran.

Alternative Bedienkonzepte

Die Interaktionsmöglichkeiten werden immer vielfältiger: vom Touch-Screen über Remote Touch Systeme, bei dem die Bedienung mit dem eigenen Smartphone erfolgt, bis hin zu Sprach- und Gestensteuerung. Im Vordergrund steht dabei die Überlegung, die optimale Interaktionsmöglichkeit zwischen Nutzer und einem spezifischen Endgerät zu finden. So ist beispielsweise die Sprachsteuerung in einer lauten Umgebung nicht sinnvoll und wenn man die Hände nicht frei hat, kann man mit einer Gestensteuerung relativ wenig anfangen. Letztlich bestimmen also die Applikation, das Umfeld und der Standort das Bedienkonzept.

Anpassbare Software

Aus der Smartphone-Welt sind Anwender gewohnt, ihr Gerät über die Software individuell anzupassen. Dieser Trend ist nun auch im B2B- und Industrial-Bereich und hier insbesondere im Automotiv-Sektor zu beobachten. Für Hersteller von Produkten mit längerer Lebenserwartung ist es ein enormer Wettbewerbsvorteil, wenn sich die Geräte hinsichtlich Aussehens und Art der Nutzung immer wieder durch Software an die Gegebenheiten anpassen und auch modernisieren lassen.

Entdecken Sie unsere brandneue Homepage:

www.display-elektronik.de

Display Elektronik GmbH · Am Rauner Graben 15 · D-63667 Nidda
Tel. 0 60 43 - 9 88 88 - 0 · Fax 0 60 43 - 9 88 88 - 11



Die optisch ansprechende Einbaulösung Flush Mount repräsentiert das SANTARO 10.1 SG IPS. Diese Variante zeichnet sich durch eine flächenbündige Glas- beziehungsweise Kunststofffront aus, inklusive IP66 Schutzart.

Dieses Konzept bietet die Möglichkeit, Funktionen über die Software hinzuzufügen, zu verändern, zu entfernen oder auch nur für eine begrenzte Zeit zuzulassen. Mit diesen Anpassungsmöglichkeiten können auch Optimierungen und Funktionserweiterungen während des laufenden Betriebs erfolgen.

Bei Softwarelösungen für HMIs ist heute die einfache Integrationsmöglichkeit in die Systeme der Gerätehersteller entscheidend. Dabei geht der Trend eindeutig zur HMI-Gesamtlösung aus einer Hand, inklusive kompletter Schnittstelle zum Betriebssystem, der Einbindung in übergreifende IoT-Lösungen, Zertifizierungen und Dokumentation und so weiter. Durch die anpassbaren Funktionen in der Software wird so eine weitgehende Individualisierung der Systeme ermöglicht. Dies muss jedoch von Anfang an bei der Entwicklung der Hardware berücksichtigt werden.

Rechenleistung und Hardware-Anforderungen

Zwar steigt die Rechenleistung in allen Bereichen, doch der Markt verlangt nicht nach einer General-Purpose-Hardware, die alles kann. Die Bandbreite der Komponenten ist groß: vom einfachen Mikrocontroller bis hin zum Controller mit Special Features wie Industrial Ethernet mit Echtzeitfähigkeit oder mit speziellen Kamera-Engines. Von einfachen Prozessorsystemen bis hin zu High-Performance-SoCs ist alles möglich.

Durch die Vielfalt steigen aber auch die Anforderungen an die Entwickler. Komponenten mit neueren Technologien und höheren Bandbreiten verlangen ein besonderes Augenmerk im Leiterplattendesign. Das ist notwendig, um einwandfreie Funktion und Stabilität über den kompletten Temperaturbereich hinweg zu garantieren. Das erfordert heute viel mehr Vorarbeit als noch vor einigen Jahren und wird künftig noch wichtiger werden.

Auch Schnittstellen haben Auswirkung auf das Hardware-Design: USB 3.0 bietet im Vergleich zu USB 2.0 mehr Funktionen, als nur einen Speicherstick oder eine Maus anzuschließen. Diese Features aber bringen neue Anforderungen hinsichtlich der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) mit sich. Das wirkt sich nicht nur auf das Hardware-Design des HMIs, sondern auf das gesamte Gerätedesign aus. Ebenso wie die Bildschirmauflösung steigt auch die Leistungsfähigkeit der Prozessoren und damit die Anforderung an die Software-Entwicklung. Außerdem wird die Möglichkeit zum Anschluss von Kameras und Mikrofonen an Bedeutung gewinnen. Heute gehört eine umfassende Analyse der Vorgänge in den Geräten schon fast zum Standard.

Machine Learning und Künstliche Intelligenz

Neue Prozessoren wie der i.MX 8M Plus von NXP bringen zum Beispiel eine Neural Network Engine mit. Dabei ist ein Systemteil des Prozessors nur ausschließlich für die Ausführung von Machine-Learning-Algorithmen zuständig. Das ML-Thema ist bei industriellen Systemen noch relativ neu, bietet jedoch viele Chancen für neue Anwendungen. Auch die Hersteller fangen an, sich mit dem Thema auseinanderzusetzen.

Sie stellen sich beispielsweise Fragen wie: Was kann ich alles machen, welche Vorteile ergeben sich daraus und welche Auswirkungen hat es eventuell auf meine Geschäftsprozesse? Kann man im öffentlichen Raum zum Beispiel eine Kaffeemaschine platzieren, die per künstlicher Intelligenz (KI) Gesichtserkennung auswertet und dem Nutzer am Ende einen doppelten Espresso anbietet, weil er gerade sehr müde aussieht – ist das datenschutzrechtlich erlaubt?

Die ersten Systeme mit dedizierter KI-Einheit sind bereits erhältlich und finden Nutzen in komplexen Kundenprojekten.

Das TANARO 7.0 BX PCT mit NXP i.MX 8M Mini ist eine HMI-Panel-Mount-Lösung, die eine hohe Performance bei geringem Stromverbrauch und niedriger Betriebstemperatur bietet.



So hält diese Technologie allmählich Einzug in die HMI-Welt. Dies bietet Herstellern große Möglichkeiten: Sie können mit ihren Kunden in die Diskussion gehen und den Nutzen einer Neural Network Engine in einem HMI aufzeigen.

Beispielsweise könnte eine rotierende Komponente in der Maschine via Mikrophon und KI überwacht und über die Bedieneinheit gegebenenfalls Fehler- und Warnmeldungen ausgegeben werden. Damit ganz eng verbunden ist natürlich auch das Thema Datenschutz. Deshalb wird die Entwicklungstätigkeit zukünftig deutlich weiter gefasst sein als bisher. Entwickler müssen sich mehr Gedanken über die Auswirkungen einer Innovation machen und dabei berücksichtigen, an welche gesetzlichen Grenzen sie eventuell gelangen und welche Datenschutzrichtlinien gegebenenfalls verletzt werden könnten.

Zukunftsweisend

Das Unternehmen Seco hat sich für diese Entwicklung gut aufgestellt und bietet mit Seco Mind eine eigene Geschäftseinheit, die alle Dienstleistungen rund um IoT- und AI-Anwendungen bündelt. Fokus ist die Bereitstellung spezieller Software-Services und -Plattformen rund um den Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI), Data Science und Daten-Orchestrierung. Hierfür können Kunden eine SaaS-IoT-Softwaresuite mit dem Namen Clea nutzen. Die problemlos zu integrierende Lösung wurde entwickelt, um Felddaten in umsetzbare und messbare Erkenntnisse zu überführen sowie Geräte- und Applikationsverwaltung in einer Plattform zu bündeln. Bereits heute ist diese Lösung eng in das Hardwareangebot eingebunden und kann auf Wunsch schnell eingesetzt werden. □

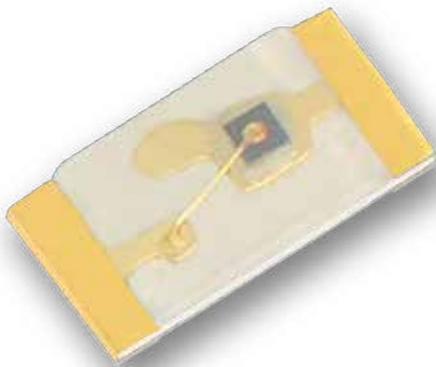
Kingbright

Kingbright Electronic Europe GmbH

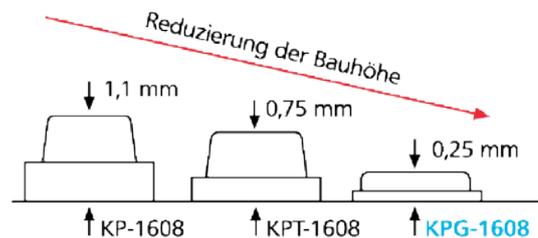
■ Quality ■ Efficiency ■ Innovation ■ First-class service

SUPERFLACHE SMD-LED

MIT BAUHÖHE 0,25MM



KPG-1608 Serie



TOUCHLESS-TECHNOLOGIEN FÜR
DISPLAYS UND POS-SYSTEME

STOP! NICHT BERÜHREN!



Berührungslose Display-Technologien überzeugen nicht nur durch ihre einfache Bedienbarkeit, sondern bieten auch hygienische Vorteile. Zwei wegweisende Technologielösungen kommen nun dazu: die kapazitiv-basierte sowie die kamerabasierte Gestensteuerung, die Handbewegungen mittels passender Softwarelösung in Cursor-Bewegungen übersetzt.

TEXT: Data Modul BILDER: Data Modul; iStock, Maximkostenko

Die zwei Ansätze unterscheiden sich in ihrer Funktionalität und ihrem Aufbau und werden daher in Abhängigkeit vom jeweiligen Anwendungsbereich sowie der späteren Wunschgröße des Touchscreens oder Systems eingesetzt. Bei der kapazitiven Gestensteuerung kommt ein eigenentwickeltes Controllerboard auf Basis der GestIC-Technologie zum Einsatz, das 2D-PCAP Funktionalität mit 3D-Gestensteuerung kombiniert. Dadurch wird eine nahtlose Synchronisation zwischen 2D PCAP Touch-Scan und 3D Gesten-Scan gewährleistet und ermöglicht neben der gewohnten Touch-Eingabe auf dem Bildschirm auch eine berührungslose Systemeingabe mit Hilfe von einfachen Handbewegungen. Dabei umfasst das Repertoire der GUI-Software verschiedenste Gesten, die vom kapazitiven Sensor erkannt und in entsprechende Systembefehle übersetzt werden.

Eine allseits bekannte und häufig genutzte ist die sogenannte Wisch-Geste (Flick/Swipe), die nicht nur für vertikale (hoch/runter), sondern auch horizontale (links/rechts) Aktionen genutzt werden kann. Je nach Kundenwunsch und Anwendung können weitere Gesten, wie

beispielsweise Airwheel (Dreh-Geste), implementiert werden. Die intuitive und kapazitiv-basierte Gestensteuerung zeichnet sich durch eine vergleichsweise einfache Integration in ein bestehendes System aus und wird vor allem bei Diagonalgrößen von 5 bis 15,6 Zoll eingesetzt, da in diesem Größenbereich die Gesten von den umlaufenden Sendeelektroden gut erkannt werden können.

Nachrüstbare Lösung

Für großformatigere Diagonalen eignet sich hingegen die kamerabasierte Touchless-Lösung, welche Data Modul jüngst in das Portfolio aufgenommen hat. Bei dieser Technologie werden die vom Anwender ausgeführten Handbewegungen automatisch von der Software der speziell entwickelten Plug&Play-Kameralösung erkannt und mittels eines virtuellen Modells in entsprechende Bildschirm-Cursor-Aktionen umgewandelt. In Abhängigkeit von dem Erfassungswinkel der verwendeten Kamera lassen sich so im Handumdrehen interaktive UI-Display-Flächen von bis zu 29 Zoll im Hochformat sowie bis zu 40

Zoll im Querformat realisieren, wobei die Gesamt-Display-Diagonale individuell an die Kundenwünsche angepasst werden kann und damit auch deutlich größer sein darf als die eigentliche UI-Aktionsfläche. Auch die kamerabasierte Touchless-Technologie lässt sich in bestehende Systeme integrieren. Sollte das aktuell vorhandene System nicht mit einer speziellen Kamera für ein berührungsloses UI-Display ausgestattet sein, lässt sich diese über den Display-Experten einfach nachrüsten.

Hygiene ist Trumpf

Berührungslose Displaytechnologien wie die kapazitiv-basierte oder auch kamerabasierte Gestensteuerung mit ihren Human Machine Interfaces kommen in zahlreichen Anwendungsbereichen vor und werden immer beliebter, weil sie zwei für die heutige Zeit sehr wichtige Aspekte miteinander kombinieren: hygienische Bedienung. Eine Paarung, die nicht nur für den medizinischen Bereich von großem Interesse ist, sondern auch im öffentlichen Bereich oder im Handel am Point of Sale (POS) zunehmend an Bedeutung gewinnt. □

„DER NAME KINGBRIGHT STEHT NUN SEIT ÜBER 40 JAHREN FÜR QUALITÄT, SERVICE UND ZUVERLÄSSIGKEIT.“



UDO REINHOLD – *Managing Director* KINGBRIGHT



Kingbright hat sich seit seiner Gründung im Jahr 1980 zu einem der führenden Hersteller von LED Produkten entwickelt. In den letzten Jahren hat Kingbright seinen Schwerpunkt auf die Produktion von SMD-LEDs gelegt und fertigt SMD-LEDs vom 0201 Package über die gängigen 0402, 0603, 0805, 1206, PLCC-2 Packages bis hin zum SOT-23 Package. Namhafte OEM- und EMS-Kunden in aller Welt verlassen sich seit vielen Jahren auf Kingbright's Qualität und Service.

Kingbright Electronic Europe GmbH mit Sitz in D-47661 Issum wurde im Jahr 2001 gegründet. Im Jahr 2003 gründete Kingbright Electronic Europe GmbH ein Vertriebsbüro Frankreich. Von unserem Vertriebsbüro in F-78290 Croissy sur Seine (Paris) werden Kunden in Frankreich, Portugal, Spanien und Tunesien betreut.

Kingbright Electronic Europe GmbH verfügt über ein großes und gut sortiertes Lager, um seinen europaweiten Kunden in Industrie und Handel eine pünktliche und zuverlässige Belieferung zu garantieren.

Produktschwerpunkte

- SMD-LEDs
- SMD-Displays
- THT LEDs
- THT Displays

Kontakt

Kingbright Electronic Europe GmbH
Lindenau 7
47661 Issum, Deutschland
T +49/2835-4446-0
info@kingbright-europe.de
www.kingbright-europe.de



Kingbright Sitz in Frankreich



Kingbright Hauptsitz in Deutschland

PRÄZISE ZEITMESSUNGLÖSUNGEN MIT OSZILLATOREN DANK DESIGN

Das perfekte Timing

Die Einführung von 5G führt zu einem schnellen Wachstum der Edge-Implementierungen von öffentlichen und privaten Telekommunikationsnetzen bis hin zu Edge-Rechenzentren, industriellem IoT und autonomen Fahrzeugen. Es wird erwartet, dass das 5G-Radio Access Network (RAN) bis 2025 mehr als 30 Prozent aller mobilen Internetverbindungen unterstützen wird und dass 22 Millionen autonome Fahrzeuge unterwegs sein werden. Damit das Zusammenspiel aller Komponenten klappt, kommt es auf das richtige Oszillator-Timing an.

TEXT: SE Spezial-Electronic BILDER: SiTime; iStock, Talaj

Die beträchtliche Zunahme der Daten, die über den Netzwerkrand ausgetauscht werden, zusammen mit der Nachfrage nach schnelleren Geschwindigkeiten und niedrigeren Latenzzeiten, beschleunigt und verschärft wiederum den Bedarf an Präzisionszeit. Dieser Trend zeigt sich in einer breiten Palette von Anwendungen am Network-Edge. Das 5G-Zugangsnetz erfordert eine Synchronisierung jedes Funkgeräts innerhalb von 130 ns, um das zehnfache präziser als bei 4G. Gehostete Finanztransaktionen benötigen Zeitstempel mit einer Genauigkeit von 50 Mikrosekunden, um die regulatorischen Anforderungen zu erfüllen, und IoT-Sensoren müssen über einen Zeitraum von 30 Tagen oder mehr eine Zeitabweichung von unter einer Millisekunde einhalten.

Neue Anforderungen an die Zeitmessung

Nicht nur dem wachsenden Bedarf an präziser Zeitmessung müssen die Oszillatoren von heute, genügen. Umweltverträglicher, zuverlässiger, kleiner und stromsparender als je zuvor sollen sie werden. Zudem sind schnelle thermische Schocks und Vibrationen in Außenumgebungen, in denen Funkeinheiten, Edge-Datenzentren und Fahrzeuge immer häufiger anzutreffen sind, an der Tagesordnung. Kompakte Geräte wie Small-Cell-Funkeinheiten und Remote-Sensoren machen es erforderlich, dass präzise Zeitmessungslösungen kleiner sind und weniger Strom verbrauchen. Da unternehmenskritische Anwendungen wie das 5G-Netz und autonome Fahrzeuge zunehmend von präziser Zeit abhängen, müssen Qualität und Zuverlässigkeit drastisch verbessert werden. Der Bedarf an Präzisionstaktgebern gerade auch im Bereich Network-Edge wird nach Schätzung von SiTime bis 2025 massiv anwachsen.

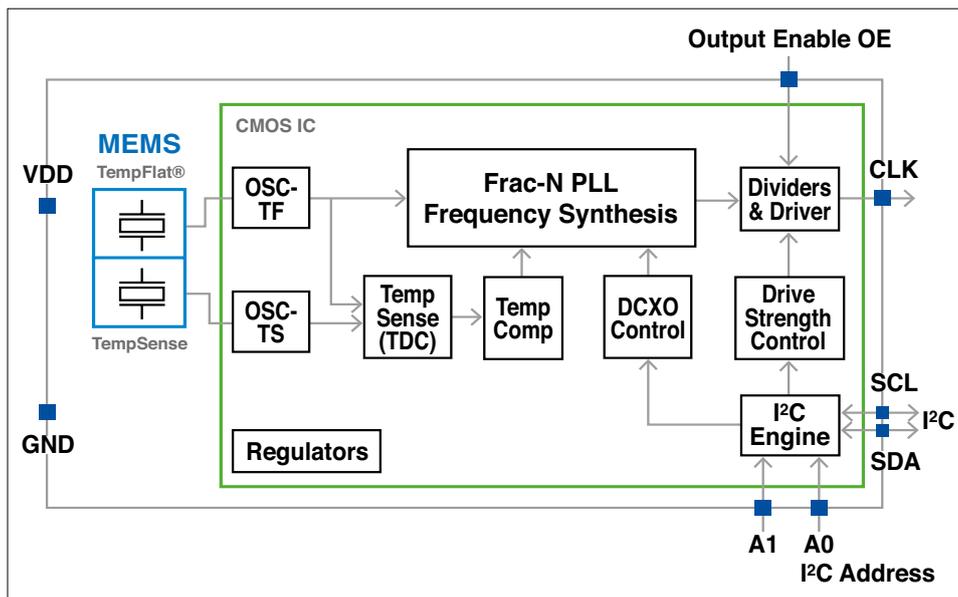
MEMS-Technologie bei Oszillatoren

Der Stratum 3E MEMS Super TCXO, wie der Elite X Super-TCXO des Unternehmens SiTime, ist eine neue Klasse von Timing-Lösungen. Sie übertreffen Quarz-TCXOs mit einer Temperaturstabilität von ± 10 ppb ohne die Nachteile, die mit Quarz-OCXOs verbunden sind. Die besondere DualMEMS-Architektur, mit TurboCompensation lässt den Elite X Temperaturänderungen bis zu 30 Mikro-Kelvin erkennen und ist damit zehnmal genauer als Quarz-TCXOs und kompensiert Temperaturänderungen 40-mal schneller als ein herkömmlicher Quarz-TCXO. In Kombination mit der thermischen Kompensationstechnologie ermöglicht der Siliziumherstellungsprozess eine detaillierte und für jedes Bauelement spezielle Trimmung der Übertemperatur, wodurch eine Temperaturstabilität von ± 10 ppb erreicht, ein Präzisionsniveau, das die Möglichkeiten jedes Quarz-TCXOs übersteigt.

MEMS basierte Super-TCXOs

Die Elite MEMS Super-TCXOs verfügen über eine ausgefeilte DualMEMS-Architektur mit TurboCompensation, die für eine hohe dynamische Leistung und Präzision ausgelegt ist. Die dynamische Leistung eines TCXOs ist entscheidend für Netzwerk-Edge-Anwendungen, bei denen schnelle thermische Schocks und Vibrationen an der Tagesordnung sind, wie zum Beispiel bei Funkeinheiten, Edge-Datenzentren und autonomen Fahrzeugen. Dieser Architektur liegt der genaueste Silizium-Temperatursensor der Welt





Das DualMEMS-Design verhindert thermische Gradienten zwischen dem integrierten Resonator und dem Temperatursensor.

zugrunde. Der entscheidende Vorteil des MEMS Konzepts: Dieser Temperatursensor besteht aus zwei MEMS-Resonatoren, die auf demselben Chip gefertigt sind (eine einzigartige Konstruktion, die nur mit Halbleitern und nicht mit Quarz möglich ist). Der eine hat eine flache Frequenzcharakteristik über die Temperatur; der zweite MEMS-Resonator reagiert empfindlich auf Temperaturänderungen und dient als Temperatursensor für diese Anordnung. Das Verhältnis der Frequenzen zwischen diesen beiden Resonatoren ermöglicht eine sehr genaue Messung der Resonatortemperatur mit einer Auflösung von circa 30 μ K.

Durchdachtes Design

Dieses DualMEMS-Design eliminiert thermische Gradienten zwischen dem Resonator und dem Temperatursensor. Es gibt keine Verzögerung zwischen dem MEMS-Resonator und dem MEMS-Temperatursensor, da sich beide Resonatoren physisch auf demselben Chipsubstrat befinden und daher eine 100-prozentige thermische Kopplung aufweisen. Das Turbo-Compensation-Design mit einer Kompensationsbandbreite von Hunderten von Hz erreicht eine dynamische Leistung, die jedem Quarz-TCXO weit überlegen ist. Da die DualMEMS dasselbe Substrat nutzen, sind sie sehr eng gekoppelt. Zudem ist der DualMEMS-Chip physisch auf dem Oszillator/PLL-IC gestapelt, wodurch eine enge Kopplung zwischen dem MEMS- und dem CMOS-IC entsteht. Durch diese enge Kopplung kann Elite X Temperaturtransienten viel schneller erfassen und kompensieren als eine quarzbasierte Lösung.

Die Leistung von Quarz-TCXOs und auch OCXOs hingegen wird durch die Verwendung eines speziellen diskreten

Temperatursensors, der sich auf dem Oszillator-IC in einem gewissen Abstand zum Resonator befindet, grundlegend beeinträchtigt. Der Quarzkristall ist auf Pads montiert und über Durchkontaktierungen mit dem Oszillator-IC verbunden. Zwischen dem Resonator und dem Oszillator-IC muss ein Abstand eingehalten werden, damit der Kristall frei schwingen kann. Diese physische Trennung zwischen Quarzresonator und Temperatursensor führt zu einer thermischen Verzögerung, die insbesondere bei schnellen thermischen Transienten zu einem Frequenzkompensationsfehler führt. Infolgedessen können TCXOs und OCXOs aus Quarz abrupte und große Frequenztransienten erzeugen, wenn sie einer Luftströmung und/oder Temperaturstörung ausgesetzt sind.

Geringe elektrische Leistungsaufnahme

Im Gegensatz zu einem OCXO ist im Elite X Super-TCXO kein Heizelement vorhanden. Das ermöglicht eine Betriebstemperatur von 105 °C, die höher ist als bei Quarz-OCXOs, während gleichzeitig der Stromverbrauch und die Größe des Bauelementes erheblich reduziert werden. Passive Komponenten und Lötstellen sind nicht nur groß und verbrauchen in der Regel mehr als 400 mW Leistung. Durch den geringen Stromverbrauch von Elite X können stromverbrauchsempfindliche und batteriebetriebene Edge-Geräte oder IoT-Systeme, die einen Miniatur-OCXO verwenden, über längere Zeiträume eingesetzt werden.

Temperatur unter Kontrolle

Um ihre Leistung über die Temperatur zu erreichen, sind Quarz-OCXOs besonders darauf angewiesen, den Kristall auf



Die Lösung Stratum 3E MEMS Super TCXO, wie der Elite X Super-TCXO des Unternehmens SiTime, verspricht eine hohe Timing-Genauigkeit.

eine idealerweise konstante Innentemperatur zu erhitzen, die im Allgemeinen über 85 °C liegt. Bei jahrelangem Betrieb bei diesen hohen Temperaturen werden die passiven Komponenten und Lötstellen im Inneren des OCXO schwächer, zunehmend störanfällig oder versagen, was im besten Fall zu einer drastischen Verschlechterung der Leistung und im schlimmsten Fall zum Totalausfall des Geräts führt. Was dem Quarz-OCXO den Ruf schlechter Zuverlässigkeit eingebracht hat. Alternativ verwenden Quarz-TCXOs keramische Gehäuse in erster Linie für die hermetische Abdichtung, und die ordnungsgemäße Abdichtung ist ein Problem für die Qualität und langfristige Zuverlässigkeit dieser Geräte.

Im Gegensatz dazu werden die Silizium-MEMS-Resonatoren etwa von SiTime auf Wafer-Ebene durch das Hochtemperatur-Epi-Seal-Verfahren hermetisch versiegelt und benötigen keine hermetische Versiegelung auf Gehäuseebene, so dass sie nicht denselben Qualitäts- und Zuverlässigkeitsbedenken unterliegen wie Quarzbauteile. Das Unternehmen verwendet das Keramikgehäuse wegen seiner mechanischen Steifigkeit, was zu den niedrigsten möglichen Werten führt. Jeder Elite X Super-TCXO wird nach der Montage getrimmt, programmiert und getestet, um beste Leistung und Qualität zu gewährleisten.

Ingenieure benötigen für missionskritische Anwendungen wie autonome Fahrzeuge eine extreme Zeitgenauigkeit, die die Grenzen von Quarz-TCXOs überschreitet, aber sie können die schlechte Qualität und Zuverlässigkeit von Quarz-Miniatur-OCXOs nicht akzeptieren. Elite X bietet eine hohe dynamische Leistung sowie Robustheit und Zuverlässigkeit gegenüber Umwelteinflüssen und unterstützt damit vernetzte Fahrzeuge, damit der Endnutzer sicher bleibt.

Fazit

Neben dem wachsenden Bedarf an präziser Zeitmessung müssen die Oszillatoren von heute umweltverträglicher, zuverlässiger, kleiner und stromsparender sein als je zuvor. Die dynamische Leistung eines TCXO ist entscheidend für Netzwerk-Edge-Anwendungen, bei denen schnelle thermische Schocks und Vibrationen an der Tagesordnung sind, wie zum Beispiel bei Funkeinheiten, Edge-Datenzentren und autonomen Fahrzeugen auf Straßen und Schienen.

Mit Elite X MEMS TCXOs, so der Hersteller, müssen Ingenieure keine kritischen Kompromisse mehr zwischen Leistung, Stromverbrauch, Größe und Zuverlässigkeit eingehen, um Quarz-Miniatur-OCXOs in Netzwerk-Edge-Anwendungen zu ersetzen. Eine hohe dynamische Performance, ermöglicht genauere paketbasierte Synchronisierung auch in Anwendungen mit begrenztem Platzangebot, bei zudem geringerem Stromverbrauch. Zudem wird ein stabiles Timing auch bei widrigen Umwelteinflüssen gewährleistet.

Die MEMS-Technologie nutzt die DualMEMS-Architektur, die von SiTime entwickelt wurde, zusammen mit Turbo-Compensation zur Fertigung von Stratum 3E MEMS Super TCXO, um tief verwurzelte Timing-Probleme in vielen Hochleistungsanwendungen wie zum Beispiel Telekommunikation, Netzwerktechnik und Automotive-, Luft- und Raumfahrttechnik zu lösen beziehungsweise zu vermeiden. Das Unternehmen bietet eine umfangreiche Palette von Präzisions-Super-TCXOs und OCXOs an, die Anwendungen vom Netzwerk-Edge bis hin zu industrieller Infrastruktur sowie Luft- und Raumfahrt und Verteidigung unterstützen. □

COM-HPC STANDARD IN INDUSTRIELLER 5G-INFRASTUKTUR

Echtzeitfähiges Nervensystem für digitalisierte Umgebungen

Die Digitalisierung der Industrie wird durch echtzeitfähige 5G-Kommunikation und Edge Server Technologie erheblich beschleunigt. Server-on-Modules nach dem COM-HPC Standard bieten hierfür ein gehärtetes Design, das einen Betrieb ohne klimatisierte Rechenzentren in harschen Produktionsumgebungen und bei rauen Wetterbedingungen im Freien ermöglicht.

TEXT: Christian Eder, Congatec BILDER: Congatec; iStock, Polina Shuvaeva

Mit dem Industrial Internet of Things (IIoT) soll ein digitales Nervensystem geschaffen werden, das physische Assets wie Produktionsanlagen, Maschinen und Transportfahrzeuge mit digitalen Steuerungs-, Ressourcenplanungs- und Logistikprozessen vernetzt. Infolge sollen Warenströme agiler dem Bedarf angepasst und die daraus entstehende Just-in-time-Logistik in Echtzeit gesteuert werden. Fertigungszellen, kollaborative Robotik

und autonome Logistikfahrzeuge kommunizieren hierzu fortwährend miteinander und überall werden mithilfe von Sensoren und Vision-Systemen Daten gesammelt, die über eine lokale Echtzeit-Infrastruktur und Edge-Server mit Künstlicher Intelligenz ausgewertet werden.

Das Ziel ist, Entscheidungen zur Steuerung der weiteren Fertigungs-, Materiallogistik- und Predictive-Maintenance-

Prozesse agil und automatisiert zu treffen. Hat man den digitalen Zwilling der realen Fabrik erst einmal geschaffen, kann man ihre Performance und Effizienz in Echtzeit steuern und optimieren. Augmented Reality unterstützt zudem die Fachkräfte und besonders Montagearbeiter über Datenbrillen, so dass mit Industrie 4.0 an allen Stellschrauben gedreht werden kann, um die Agilität, Effizienz und Qualität der Fertigung in Unternehmen zu erhöhen.



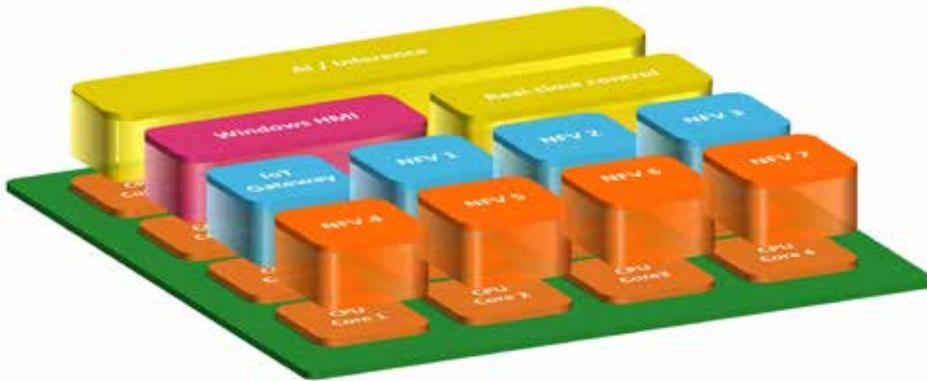
Neue industrielle Ära mit 5G

Industrie 4.0 Anwendungen erfordern jedoch enorm hohen Echtzeit-Datendurchsatz, wofür eine extrem leistungsfähige Kommunikationsinfrastruktur benötigt wird. Nicht alles kann dabei mit einer kabelgebundenen Infrastruktur realisiert werden. 5G-Netze können deshalb die digitale Transformation der Industrie immens beschleunigen, da man mit ihnen

jedes Device in Echtzeit an das IIoT anbinden kann. 5G überbrückt hierzu größere Distanzen als WLAN und kann uneingeschränkt von einer großen Anzahl mobiler wie auch stationärer Endgeräte gleichzeitig genutzt werden, was eine vollständig vernetzte Fertigung ermöglicht.

Die 5G-Technologie bietet neben extrem kurzen Reaktionszeiten im Millisekunden-Bereich mit Network Slicing zu-

dem eine leistungsstarke Virtualisierung für den parallelen Betrieb unabhängiger Netzwerkverbindungen auf der Basis eines einzigen physikalischen Netzwerkes. Nicht zuletzt liefert das 5G-Design auch die notwendige Infrastruktur für Cloud-native Architekturen, die auf echtzeitfähigen Edge-Servern (aka Fog-Servern) gehostet werden, um eine universelle Gerätekommunikation in oder rund um das Unternehmen zu ermöglichen.



Auf 20 Cores lassen sich vielfältige 5G-NFVs sowie industrielle Echtzeitanwendungen hosten.

Private 5G-Campusnetze

Der Bedarf in der Industrie, hierzu zu private Campusnetzen im 5G-Frequenzspektrum von 3,7 bis 3,8 GHz zu schaffen, wächst enorm, wie auch eine aktuelle Studie von MarketsandMarkets zeigt. Die Vorteile liegen auf der Hand: Die Kompatibilität unterschiedlicher Mobilfunkstandards bietet hohen Investitionsschutz und ermöglicht langfristige Planung. Man ist in punkto des Netzausbaus aber vor allem auch nicht abhängig von Telekommunikationsprovidern und kann sein Netz bedarfsgerecht in Eigenregie ausbauen und hat ausschließlich eigenen Traffic im Netz. Damit ist eine eigene On-Premise-Infrastruktur einer Nutzung des öffentlichen Mobilfunknetzes klar überlegen.

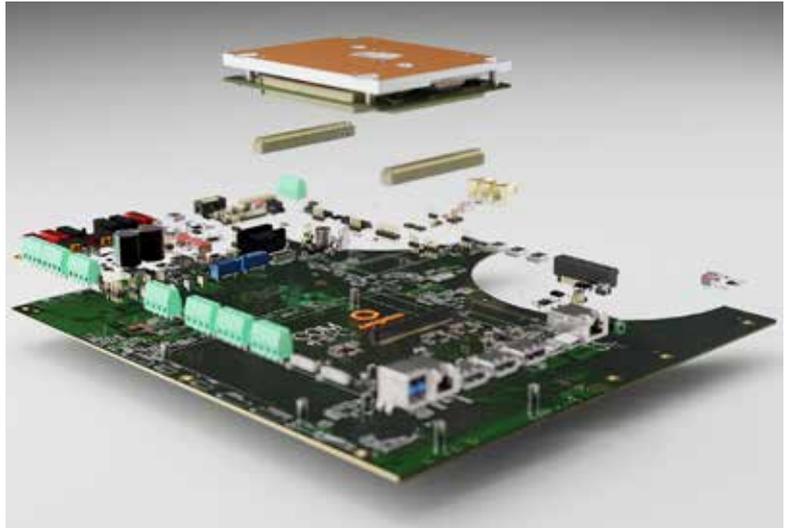
Im 700 MHz Frequenzband öffentlicher Basisstationen werden zwar Reichweiten von rund 15 bis 20 km erzielt. Mit einer solchen Abdeckung ermöglichen solche 5G-Funkzellen die vollständige Versorgung von großen Werksgeländen, wie zum Beispiel bei einem der größten deutschen Automobilhersteller, der damit seinen Standort in Wolfsburg komplett versorgen könnte – allerdings reichen die damit erzielbaren Datenraten von 100 bis 200 MB/s für die innovativen Industrie 4.0 Anwendungen in der digitalen Fertigung bei weitem nicht aus. Private 5G-Campusnetze bieten demgegenüber 100 bis 200

Mbit/s im Up- sowie rund 200 bis 1000 Mbit/s im Downstream pro Zelle, wobei die Reichweite einer 5G-Mikrozelle allerdings auf etwa 300 Meter – bei direkter Sichtverbindung auf bis zu 3 Kilometer – beschränkt ist. Für die vollständige Versorgung großer Produktionsstandorte ist damit in der Regel eine höhere Anzahl dieser Small Cells, die auch als Femtocells bezeichnet werden, erforderlich. Diese sind sehr klein und kompakt ausgelegt und entsprechen in ihren Abmessungen in etwa einem 15 Zoll Laptop (Small Cell) beziehungsweise einem Mini Tablet (Femtocell) ohne integrierte Edge-Servertechnologie. Die Erhöhung der Anzahl der Zellen steigert gleichzeitig jedoch die in Summe verfügbare Gesamtbandbreite. Zudem kann man über kostengünstigere Repeater die Reichweite einer Zelle vergrößern, sodass sich Performance und Bandbreiten bedarfsgerecht skalieren lassen.

Robuster 5G Edge Server

Verbindet man nun robuste Edge-Servertechnologie unmittelbar mit der Radio Access Network (RAN) Infrastruktur der 5G-Mikrozellen oder integriert sie sogar vollständig, lässt sich Echtzeit-Performance mit geringsten Latenzen realisieren. Auf einer einzigen Hardware-Plattform lassen sich hierzu beispielsweise in der 5G-CU (Centralized Unit) über Network Function Virtualization (NFV) so-

wohl die Edge-Serverfunktionalität wie auch die VNF (Virtual Network Functions) gemeinsam bereitstellen. Da sich die Anforderungen an den 5G-Edge-Server je nach Anwendung jedoch unterscheiden können, bieten Server-on-Modules ein flexibles Konzept zur Skalierung der Performance. Server-on-Modules nach dem neuen PICMG Standard COM-HPC erreichen hierzu bislang unerreichbare Leistungsdimensionen für Field-Deployments in rauem Industrie- und Outdoor-Umfeld. COM-HPC Module mit Intel Xeon D liefern beispielsweise bis zu 20 Cores, Arbeitsspeicher von bis zu 1 TB auf bis zu 8 DRAM-Sockeln und mit 32 PCIe Gen 4 Lanes sowie bis zu 100 GbE-Konnektivität eine hohe Performancebandbreite. Für einen ersten initialen Aufbau eines Campus-Netzes mit Backhaul Packet Core Server sowie Midhaul CU und DU Server bräuchte man insgesamt nur 5 solcher Servermodule. Bislang musste man hierfür eine System- und Rack-Klimatisierung betreiben und konnte solche Server nicht im maschinennahen industriellen Umfeld positionieren. Die aktuell verfügbar gewordenen COM-HPC Module können jedoch bei Temperaturen von -40°C bis +85°C betrieben werden, sodass vollständig auf eine aufwendige und ressourcenintensive Heiz- und Klimatechnik verzichtet werden kann. Sie sind dank BGA-bestückbarer Prozessoren zudem bestens vor Schocks und Vibrationen geschützt. Auch



Kundenspezifische Carrierboard-Designs für 5G-Mikrozellen können auch für den Einsatz an Laternenmasten auf dem Werksgelände ausgelegt werden.

Staub und Kondenswasser sowie Spannungsschwankungen und elektromagnetische Interferenzen können ihnen nichts anhaben, sodass sie härtesten Einsatzbedingungen gerecht werden können.

In den neuen COM-HPC Prozessor-module ist zudem Time-Sensitive Networking (TSN) bereits nativ integriert. Ein erheblicher Vorteil, da so ein standardisierter Echtzeit-Datenaustausch und eine durchgängig transparente Kommunikation vom Sensor bis in die Cloud möglich wird – zum Beispiel mittels OPC UA als offenem Echtzeit-Kommunikationsprotokoll. Das erfordert natürlich auch entsprechenden Support innerhalb der 5G-Core-Logik. Eine Arbeitsgruppe des ZVEI – die 5G Alliance for Connected Industries and Automation (5G-ACIA) – erarbeitet hierzu gerade entsprechende Spezifikationen zur Network Security, den Quality of Services (QoS) sowie zur TSN-Integration. Ziel ist eine im Idealfall jitterfreie isochrone Echtzeit mit fest getakteten Zykluszeiten in den Kommunikationsbeziehungen und einer wechselseitigen Synchronisation zwischen 100 µs bis 2 ms.

Cloud Native Virtualisierung

Sind die verteilten Maschinen über 5G an zentrale Edge Server angebunden, können mithilfe von Server-Balancing- und Server-Consolidation-Services auch meh-

reere Echtzeit-Anwendungen parallel und voneinander unabhängig auf nur einer einzigen Edge-Server-Plattform betrieben werden. Notwendig ist dafür die plattformseitige Unterstützung einer echtzeitfähigen Server-Virtualisierung. Real-Time Systems bietet hier zum Beispiel mit dem Echtzeit-Hypervisor eine geeignete Lösung, die Hardware-Ressourcen exklusiv einzelnen Prozessen beziehungsweise Virtuellen Maschinen zuweisen kann, um so das deterministische Verhalten sicherzustellen. Auch die Server-on-Modules etwa von Congatec unterstützen diese Servervirtualisierung, sodass Applikationsentwicklern und Systemintegratoren die technologische Grundlage geboten wird, zentrale Echtzeit-Kollokationsdienste für die Anlagenautomation, Fertigungssteuerung oder smarte Warenlogistik auf nur einem einzigen Server einrichten zu können. Unterstützen die 5G-Campusnetze dann auch Network Slicing mit garantierter Bandbreite, können diese virtuellen Sub-Kanäle des 5G-Netzes ebenso für die dedizierte Echtzeitanbindung der verteilten 5G-Devices genutzt werden.

COM-HPC-Module wird es zukünftig zudem auch mit einer Spezifikationserweiterung für Funktionale Sicherheit geben. Damit wird ihr Einsatz als zentraler Controller für die Steuerung kollaborativer Fertigungsroboter oder auch für autonome Intralogistikfahrzeuge wie Schlepper,

Stückgutträger- oder Fließbandfahrzeuge möglich. So können Fabrikbetreiber Safety-Anforderungen einfacher erfüllen und SIL/ASIL-sichere Lösungen deutlich schneller umsetzen.

Füreinander geschaffen

COM-HPC Server-on-Modules eröffnen also ganz neue Perspektiven für die digitale Transformation in der Fertigung, indem sie neue Maßstäbe im Edge-Server-Design setzen. Angeboten werden sie selbstverständlich mit hochwertigen Server-Features: Für unternehmens- und sicherheitskritische Designs stehen leistungsstarke Hardware-Sicherheitsfunktionen wie Intel Boot Guard, Intel Total Memory Encryption - Multi-Tenant (Intel TME-MT) und Intel Software Guard Extensions (Intel SGX) zur Verfügung. Umfassende Remote-Application-Server-(RAS)-Funktionalitäten werden zudem durch Remote-Hardware-Management-Funktionen wie IPMI und Redfish unterstützt, für die es auch eine PICMG-Spezifikation gibt, die die Interoperabilität solcher Implementierungen gewährleisten. Für individuelle Systementwicklungen und kundenspezifische Implementierungen bietet das Unternehmen Congatec auch Services – von Schulungen zu COM-HPC-Designs über persönlichen Integrationsupport bis hin zu Compliance-Tests kundenspezifischer Carrierboard-Designs. □

SSDs IN INDUSTRIELLEN ANWENDUNGEN

Achtung! Falscher Flash-Speicher

NAND-Flash-basierte SSDs sind als universelle Speichermedien seit Jahren etabliert und weit verbreitet. Doch nicht immer passt eine ausgewählte SSD auch zur jeweiligen Anwendung, was mitunter schwerwiegende Folgen haben kann.

TEXT: Roger Griesemer, Swissbit BILDER: Swissbit; iStock, georgeclerk

In den vergangenen 10 bis 15 Jahren haben sich NAND-Flash-Speichermedien als bevorzugte Geräte für die Speicherung von Daten etabliert. Ob als Bootmedien, Audio-/Videoaufzeichnungsdatenträger, für die Datensicherung, Protokollierung oder Applikationserweiterungen – mit höheren Performance-Anforderungen und Speicherkapazitäten hat die Popularität von NAND-Flash stark zugenommen.

Der einzige Aspekt, der mit dieser Entwicklung kaum mithalten konnte, betrifft das Thema Zuverlässigkeit. Denn

oftmals bleibt aufgrund sehr kurzer Einführungszyklen für neue Produkte nicht mehr genügend Zeit, um die komplexen Funktionalitäten und neuen Fehlermechanismen vollständig zu testen und zu überprüfen. Die Folge sind oft unausgereifte Produkte. Um Schwächen zu beheben, sind dann nicht selten mehrfache Firmware-Updates nötig. In den meisten Fällen werden solche Vorfälle allerdings gar nicht erst veröffentlicht, Probleme mit NAND-Speichern bleiben ein Geheimnis der Hersteller. Es sei denn, der Schaden betrifft die breite Öffentlichkeit. So musste beispielsweise Tesla im Jahr 2021



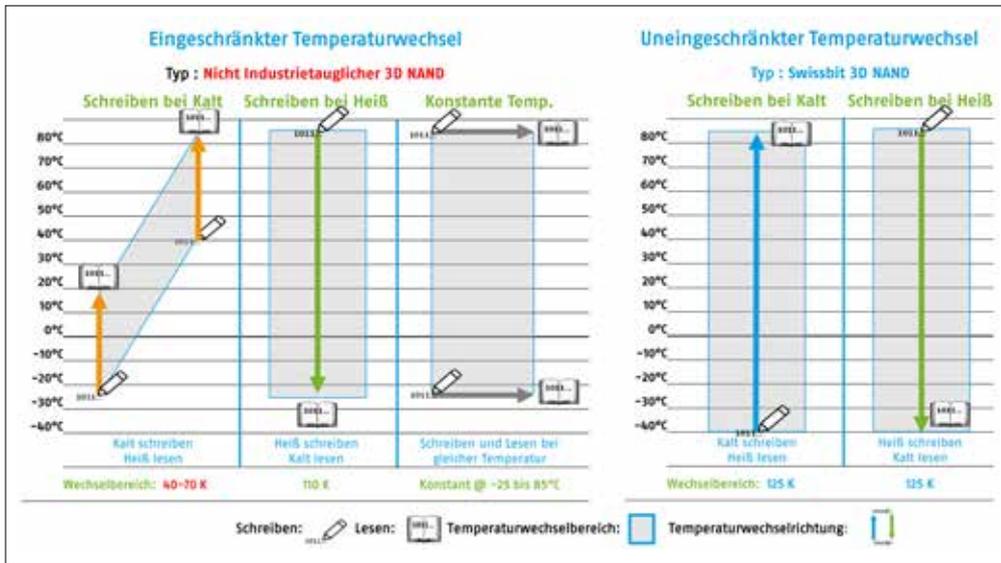
rund 134.000 Autos zurückrufen – ein unterdimensionierter eMMC-Speicher hatte frühzeitig versagt.

Geht es um SSD-Versagen, müssen zwei Hauptaspekte berücksichtigt werden: die Hardware und die Firmware. Die Hardware definiert die Bitfehlerrate (Prozentsatz der Bitfehler in den gelesenen Daten, bevor sie die Fehlerkorrektureinheit passieren), die Lebensdauer der Zellen und den unterstützten Temperaturbereich. Die Firmware hingegen muss für die gleichmäßige „Abnutzung“ des Flashs sorgen, Bitfehlerkor-

rekturen durchführen und Temperatureffekte sowie Datenverlust durch plötzliche Stromausfälle abmildern.

Ungenügende Qualität

NAND-Flash ist ein Massenprodukt und muss niedrige Kosten pro Gigabyte aufweisen. Viele Entwicklungen (3D-NAND, QLC) sind hauptsächlich auf dieses Ziel ausgerichtet. Für den Einsatz in Smartphones, PCs oder Laptops ist NAND in einer guten Qualität absolut ausreichend. Das gilt allerdings



3D-NAND zeigt eine deutlich stärkere Temperaturempfindlichkeit als 2D-NAND: Hersteller von Flash-Speicher für industrielle Temperaturbereiche müssen dies ausgleichen.

nicht für anspruchsvollere Anwendungen im Automotive-, Industrie-, Netzwerk- oder Telekommunikationsumfeld. Die Standardisierungsorganisation JEDEC hat dafür sogenannte Anwendungsprofile und deren jeweilige Qualitätsanforderungen definiert:

- Anwendungsprofil: Client
Typische Heim-PC-Benutzung, 8 Stunden/Tag, 40 Grad Celsius, nicht korrigierbare Fehlerrate (Uncorrectable Bit Error Rate, UBER) $< 10^{-15}$
- Anwendungsprofil: Enterprise
Typische Datenbankanwendung, 24 Std./Tag, 55 Grad Celsius, nicht korrigierbare Fehlerrate (UBER) $< 10^{-16}$

Sowohl 10^{-15} als auch 10^{-16} sind auf den ersten Blick niedrige Zahlen. Und doch bedeutet der Unterschied, dass ein Client-Laufwerk zehnmal häufiger ausfällt als ein Enterprise-Pendant. Beim hohen Datendurchsatz moderner SSDs ist die Wahrscheinlichkeit eines SSD-Ausfalls demnach nicht mehr vernachlässigbar. Die Bitfehlerrate des heutigen NAND-Flashs vor Korrektur liegt im Bereich von 10^{-2} für geringwertige und 10^{-3} für höherwertige Technologie. Verschiedene Stufen der Fehlerkorrektur reduzieren die UBER-Rate auf die gewünschten UBER-Werte. Der Flash-Qualitätsgrad und die Stärke der Fehlerkorrektur wirken sich direkt auf den Verkaufspreis aus. Als allgemeine Regel gilt hierbei: Anwendungen, die eine niedrige Fehlerrate benötigen, sollten in keinem Fall mit günstigen Consumer-SSDs realisiert werden.

Falsches Produkt

3D-NAND-Zellen sind hochkomplexe Stapel, die aus zahlreichen Lagen bestehen. Derzeit weisen einige Produkte mehr als 170 Lagen auf. Die Herstellung erfordert das Ätzen von sehr kleinen und sehr tiefen Löchern in die sogenannte Sandwich-

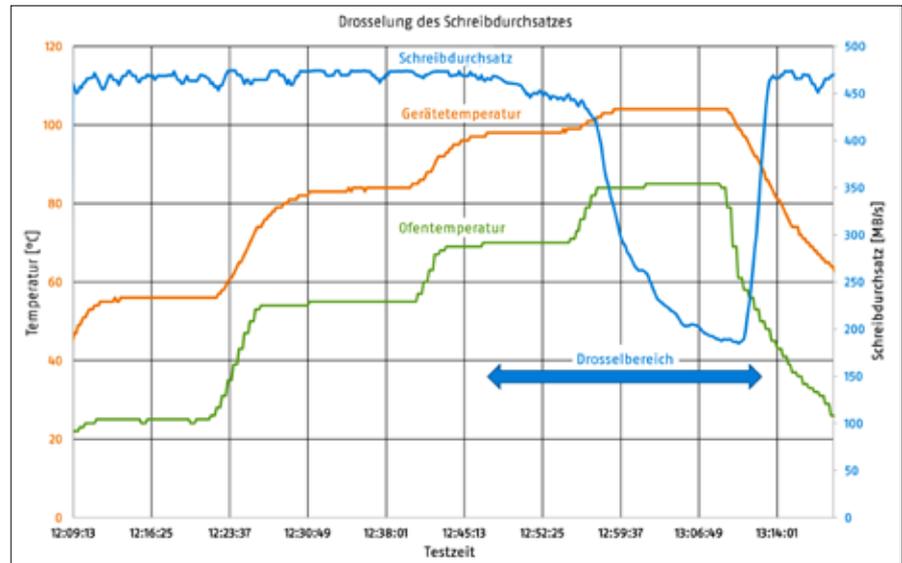
Schicht, die sich aus Hunderten von Polysilizium- und Siliziumoxidschichten zusammensetzt. Die Methode des Ätzens hat zur Folge, dass der untere Teil eines Lochs viel schmaler ist als der obere Teil, was zu unterschiedlichen elektrischen Eigenschaften der Bereiche führt. Dies macht das zuverlässige Auslesen verschiedener Zellen zu einer großen Herausforderung. Hinzu kommen Abweichen durch Temperaturveränderungen zwischen Lese- und Schreibvorgängen.

Nicht jedes NAND-Design ist dafür ausgelegt, ausreichend gute Daten zu liefern, wenn sich die Temperatur zwischen Schreiben und Lesen ändert. Solange sich das SSD-Produkt in einem thermisch gut kontrollierten System befindet – zum Beispiel in PCs, Laptops, Servern oder Handhelds – sind die Temperaturschwankungen zu gering, um Probleme zu verursachen. Für industrielle Anwendungen steigen die Anforderungen an ein Speichermedium erheblich, und sowohl das NAND-Design als auch die Algorithmen der Firmware müssen große Temperaturschwankungen aushalten beziehungsweise ausgleichen. Eine falsche Wahl des NVM-Speichermediums kann zahlreiche Probleme verursachen, sobald das System unter wechselnden Temperaturbedingungen arbeiten muss.

Ungenügende thermomechanische Stabilität

Eine weitere Herausforderung für moderne Speicherlösungen sind thermomechanische Materialspannungen. Sie treten auf, wenn Temperaturwechsel auf Baugruppen einwirken, in denen Bauteile mit unterschiedlichen Materialien und entsprechenden Wärmeausdehnungskoeffizienten kombiniert sind. Dies bedeutet, einige Teile dehnen sich bei der gleichen Temperaturänderung stärker aus als andere. Da eine SSD prinzipiell aus einer Leiterplatte mit aufgelöteten Komponenten wie einem ASIC, NAND, Stecker und weiteren kleinen Bauteilen

Eine wichtige Funktion der Firmware industrietauglicher Flash-Speicher ist das Thermal Throttling. Beim Überschreiten bestimmter definierter Temperaturwerte wird die Datenrate begrenzt, um die Verlustleistung zu reduzieren und damit das Überhitzen des Controllers zu



besteht, verhalten sich diese bei wechselnden Temperaturen unterschiedlich. Da diese Bauteile jedoch fest mit der Leiterplatte verlötet sind, führt dies zu unterschiedlichen Materialausdehnungen. Das wiederum kann zu mechanischen Spannungen bis hin zu einem Bruch der Verbindung führen.

Diese Verbindungsrisse treten meist erst nach mehreren Hundert bis Tausenden von Temperaturzyklen, oft erst nach mehreren Monaten oder sogar Jahren auf. Bei industriellen Systemen, die lange Zeit im Feld sind, ist diese Stabilität jedoch essentiell.

Mangelnder Schutz vor Stromausfällen

Für einen PC, der immer ordnungsgemäß heruntergefahren wird, ist ein Stromausfall in der Regel kein Problem. Bei einem medizinischen Gerät, das abrupt vom Stromnetz getrennt wird, oder einem Netzwerk-Router in einer Umgebung mit instabiler Stromversorgung ist das anders. Hier muss dafür gesorgt werden, dass ein plötzlicher Stromausfall in keinem Fall zu einem defekten System führt.

Dabei kann ein plötzlicher Stromausfall den Flash-Speicher zu jeder Zeit in unterschiedlichen Betriebsarten betreffen: während eines Schreibvorgangs auf die SSD, während der internen Restrukturierung, während eines Firmware-Updates oder sogar während der Wiederherstellung nach einem früheren Stromausfall. Behandelt die Firmware den „Power Drop“ nicht korrekt, kann ein mehr oder weniger starker und fataler Datenverlust die Folge sein.

Im besten Fall handelt es sich nur um die zuletzt geschriebenen Daten, die sogenannten „data in flight“, im schlimmsten Szenario sind die Firmware-Strukturen beschädigt und die

SSD nicht mehr nutzbar. Gerade im Bereich kritischer Anwendungen ist dies nicht tolerierbar, dort kann bereits der Verlust von nur wenigen Bits schwere Folgen nach sich ziehen.

Falsche SSD-Firmware-Architektur

Für Consumer-SSDs ist die Datenübertragungsgeschwindigkeit ein entscheidender Faktor. Allerdings werden die Tests und Benchmarks hierfür in der Regel durchgeführt, wenn die Laufwerke neu, leer oder frisch formatiert sind. Dabei wird meist nicht berücksichtigt, wie viel Leistung übrigbleibt, wenn das Gerät zu 80 bis 100 Prozent gefüllt ist, mehrfach überschrieben wurde oder vielleicht bei hohen Temperaturen läuft. Viele der vorherrschenden Firmware-Architekturen konzentrieren sich auf hohe Datenblatt-Werte, aber nicht auf die mögliche Datenbelastung über die Lebenszeit (Endurance), die Langlebigkeit der Daten (Data Retention) oder die gesättigte Geschwindigkeit über den Lebenszyklus. Im extremsten Fall kann die Auswahl einer SSD, die nicht für den langfristigen und zuverlässigen Einsatz optimiert ist, zu unvorhersehbaren Überraschungen führen, sobald der erste „Lebensabschnitt“ des SSD-Laufwerks vorüber ist.

Fazit

Die Auswahl des richtigen NAND-Speichermediums beziehungsweise SSD hängt von vielen Kriterien ab. Besonders wenn es um den industriellen oder langfristigen Einsatz sowie anspruchsvolle Anwendungen geht, sollten folgende Faktoren in den Entscheidungsprozess einbezogen werden: Performance über Zeit und Temperatur, Einsatztemperaturen und Kühlkonzepte, Spannungsversorgungsumfeld, Lebensdauerschreiblast und Überwachungsmöglichkeiten, sowie Zuverlässigkeit, Support und Qualität des Lieferanten. □

LEISTUNGSFÄHIGE RECHNER FÜR DIE ZUG-KOMMUNIKATION

Smarte Züge mit hoher Rechenpower

Die Anforderungen an die Kommunikationssysteme im Schienenverkehr sind in den letzten Jahren erheblich gestiegen. Neben WLAN für die Reisenden werden auch Diagnosesysteme für die vorausschauende Wartung, Anwendungen rund um Videosicherheit oder Reiseinformation in Echtzeit zunehmend state of the art. Die Deutsche Bahn bietet mit Colibri eine modulare Lösung für Verkehrsunternehmen an, die sämtliche Kommunikationsaufgaben abdeckt, einschließlich Support.

TEXT: Alexander Jäger, Kotron BILDER: Kontron und Deutsche Bahn; iStock, Magnilion

Colibri ist eine junge Organisationseinheit der DB Fahrzeuginstandhaltung. Knapp 40 Beschäftigte arbeiten daran, Vernetzungstechnologien voranzubringen und sind für Technik, Einbau und Umbau zuständig. Die Lösung trägt denselben Namen und ist eine Abkürzung für Coach Link for Broadband Information Exchange. „Bereits 2015 begann der Einbau von WLAN in Zügen, damit Fahrgäste unterwegs im Internet surfen können – das hat sich schnell zu einem ‚must have‘ entwickelt. Damals entstand Colibri, um das Spektrum weiter stark in Richtung Diagnose und Sicherheit auszubauen“, berichtet Catharina Schick, Referentin Marketing und Vertrieb für das Produktspektrum Colibri IT am Fahrzeug bei der DB Fahrzeuginstandhaltung.

WiFi, IoT und Sensorik haben den Bahnverkehr verändert

Fahrgäste erwarten heute, dass sie ihre Smartphones, Tablets oder Laptops auch auf der Bahnreise durchgängig online

nutzen können. Auch Entertainment-Systeme wie das ICE-Portal mit Filmen und E-Journals haben sich etabliert. Doch es gibt mittlerweile eine Vielzahl anderer Kommunikationsaufgaben rund um IoT (Internet of Things) im Zug. Dazu zählen etwa Reiseinformationssysteme oder die Fahrgastzählung, mit der sich die Auslastung eines Zuges anzeigen lässt. Aber auch Ortung, Echtzeitdiagnosen für Zugsysteme und Videosicherheit gehören dazu.

Colibri steht für eine Lösung aus einer Hand, die Verkehrsunternehmen und -verbünde vergleichsweise einfach in ihre Flotten integrieren können. Das Angebot zeichnet sich vor allem durch eine 24/7-Betriebsgarantie sowie Software-Support und -Wartung aus. Die Kunden können dabei aus dem modularen System genau die Funktionen wählen, die sie benötigen. Ende 2021 waren bereits in 16 Regionen über 1700 Colibri-Systeme im Einsatz, bald soll die 2000er-Marke überschritten werden. Die Lösung kommt zunehmend auch in Bussen zum Einsatz.





Herzstück von Colibri ist ein intelligenter High-Performance-PC, der als Zentralrechner im Fahrzeug sämtliche Daten steuert.

Fundierte Hardware-Auswahl als Kernstück

„Colibri verwandelt einen einfachen Personenzug in einen smarten Zug“, sagt Catharina Schick. Kern der Lösung für digitale Intelligenz im Bahnverkehr ist heute ein Zentralrechner von Kontron. Um möglichst innovative Technologie im Zentralrechner anbieten zu können, wurden im Rahmen einer europaweiten Ausschreibung vor zwei Jahren verschiedene Anbieter unter die Lupe genommen. „Kontron ist aus unserer Bewertungsmatrix als bester Anbieter hinsichtlich Technik und Preis hervorgegangen. Ausschlaggebend war die Performance des Gesamtsystems, hinsichtlich CPU, Arbeitsspeicher und Kommunikationsmodulen“, erinnert sich Thomas Derlig, Teamleiter Marktentwicklung für IT am Fahrzeug bei der DB Fahrzeuginstandhaltung. Seit 2021 arbeitet Colibri jetzt mit dem Embedded- und IoT-Technologiespezialisten zusammen. Mittlerweile bietet Colibri seinen Kunden die Auswahl zwischen drei Zentralrech-

ner-Varianten. Dazu zählen ein 5G-Rechner, ein 4G/LTE-Rechner und eine „Rail WLAN only“-Option: eine Light-Variante mit drei LTE-Modems. Vor allem die 5G-Variante zeigt die innovative Ausrichtung, die den Reisenden zukünftig weitere Vorteile bietet, die durch die Features der 5G-Technologie ermöglicht werden.

Langzeitverfügbarkeit und Sicherheit stehen im Fokus

Die Sicherheitsanforderungen für Hardware in Schienenfahrzeugen sind besonders hoch, gerade was den Brandschutz und die Robustheit betrifft. Daher erfüllen alle Zentralrechner des Herstellers die Norm EN 50155. Die High-Performance-PCs bieten Kommunikationsoptionen wie WiFi, Gigabit Ethernet, 4G/5G-LTE oder GPS und bis zu vier 5G-Modems für externe Kommunikation, sowie eine eSIM-Option für einen schnellen und einfachen Provider-Wechsel und optional zwei austauschbare SSD-Speichermedien etwa für die Auswertung von Videodaten. Zudem



DB Mitarbeiter prüft die Diagnosemeldungen im Zug.

arbeiten die Rechner in einem erweiterten Temperaturbereich von -40 bis +85 Grad. Der Verzicht auf bewegliche Teile wie Lüfter erhöht die Ausfallsicherheit signifikant und verlängert die mittlere Betriebsdauer (MTBF) deutlich. Die Herausforderungen im Transportwesen unterliegen einem permanenten Wandel. Das gesamte Hardware-System-Konzept ist daher modular und skalierbar aufgebaut, sodass es an neue Aufgaben angepasst werden kann. „Ganz wichtig ist uns die Zusammenarbeit mit einem Technologiepartner, bei dem wir an und von der Weiterentwicklung des Produkts partizipieren, ebenso wie eine konstruktiv Zusammenarbeit und offene Kommunikation“, betont Thomas Derlig.

Predictive Maintenance im Zug ist im Kommen

„Für die Schienenfahrzeugbetreiber werden Diagnosetechnologien immer wichtiger. Überall dort, wo die Übertragung und Analyse von Sensor- oder Systemdaten genutzt wird, profitiert die Instandhaltung erheblich“, erläutert Catharina Schick: „Dabei werden unterschiedlichste Daten aus der Betriebsführung gesammelt und für Big-Data-Analysen in Rechenzentren auf die Landseite übertragen, um auf dieser Basis Predictive Maintenance umzusetzen“. Jede Hardware-Komponente, die im Fahrzeug und

an Colibri angeschlossen ist, wird überwacht, darunter auch Switches, Access Points oder Videokameras. Aber auch diagnosefähige Systeme wie Türen, Energieversorgung, Heizung, Antrieb oder WC, Klimaanlage, WLAN oder Reiseinformation werden kontinuierlich überprüft. Im Fahrzeug selbst analysiert man Betriebszustände. Sobald Prozesswerte vordefinierte Bereiche verlassen, wird automatisch untersucht, ob Störungen zu erwarten sind. „Mit Colibri können Defekte frühzeitig und genau diagnostiziert, gegebenenfalls remote behoben oder den Werkstätten vorgemeldet werden. Das steigert die Verfügbarkeit der angeschlossenen Systeme erheblich“, nennt Thomas Derlig einen wichtigen Vorteil.

Hohe Performance steht im Mittelpunkt

Der Bedarf an Bandbreite ist gerade bei WLAN und Entertainment immens. Wenn beispielsweise 200 Videostreams gleichzeitig unterstützt werden sollen, ist eine leistungsstarke Netzwerkverbindung gefragt. Für die nötige Performance sorgen Intel Core i7-Prozessoren, die einerseits außergewöhnlich leistungsstark sind und gleichzeitig eine optimierte Leistungsaufnahme bieten. Dies ist für die Kühlung des lüfterlosen Rechners besonders bei hohen Umgebungstemperaturen wichtig.

Der Zentralrechner stellt die Verbindung zu den Backend-Systemen auf der Landseite her und die Fahrgäste wählen sich zunächst über Access Points in das WIFI@DB ein. Die Zentralrechner sind mit mehreren Wireless-Modulen zum Beispiel für WLAN, LTE oder 5G und bis zu acht SIM-Karten ausgestattet. Sie greifen jeweils auf unterschiedliche Provider zu, um eine optimale Verbindung zu gewährleisten. Denn bei Bandbreitenbeschränkungen, wie beispielsweise im Tunnel, oder Lücken in der Mobilfunknetzabdeckung stößt die Funkkommunikation immer wieder an Grenzen.

Um die erforderliche Verfügbarkeit zu erreichen und Störfälle zu managen, wird deshalb nicht nur auf eine Funk-Übertragungsmethode gesetzt: Durch einen intelligenten Algorithmus wird fortlaufend überwacht, ob eine bessere Netzabdeckung durch einen anderen Provider vorliegt, um die Module sukzessive in ein anderes Netz einzubuchen. Dadurch wird eine stabile und unterbrechungsfreie Funkverbindung gewährleistet. Derzeit wird hier vor allem 4G genutzt. Perspektivisch soll es das schnellere 5G mit besserer Bandbreite sein. Die Kontron-Rechner sorgen auch dafür, dass alle WLAN-Clients im System aus Sicherheitsgründen vollständig vom restlichen Zugnetzwerk entkoppelt sind. Nach dem Bestätigen der AGB und Login



Fahrgäste checken die Reiseinformation im Zug.

erfolgt die Anmeldung auf Landseite und das Routing ins öffentliche Netz.

Schnelle Implementierung des Systems im Zug

Colibri verarbeitet enorme Datenmengen. Allein die Videodaten aus 72 Stunden Aufzeichnung summieren sich auf viele Gigabyte. Sie werden verschlüsselt an einen Netzwerkspeicher übertragen. Der Zentralrechner leistet das Management für das gesamte Netzwerk und sorgt dafür, dass die Verbindung stabil bleibt.

Die Implementierungszeit des Systems pro Fahrzeug ist überschaubar: Die Montage des Zentralrechners mit der Verkabelung zwischen Zug und Land dauert durchschnittlich eine halbe Stunde. Mit dem Verlegen der Leitungen kommen die Experten auf zwei bis drei Stunden Arbeitszeit. Zusätzlich können Sensorik in den Sitzen oder ein Sensor für die Fahrgastzählung über der Tür hinzukommen. Als Human-Machine-Interface dienen Displays mit Touchscreen für Personal und Fahrzeugführer, auf denen sich Diagnosen durchführen lassen.

Für die nahe Zukunft soll ganz klar der Fokus vor allem auf dem flächendeckenden Ausbau mit der 5G-Rechnervariante liegen, um die Kundenzufriedenheit im Zug zu erhöhen. „Wir freuen uns auf die Innovationen, die wir gemeinsam mit Kontron umsetzen können, wenn die nächsten noch leistungsfähigeren Chip-Generationen auf den Markt kommen. Im Rahmen unserer Entwicklungspartnerschaft treffen unsere Ideen dort immer auf offene Ohren“, fasst Teamleiter Thomas Derlig die Zukunftspläne der Deutschen Bahn zusammen. □

We are on Track!

Electronic control for rail vehicles



LION micro PLC

The new LION microPLC is a small-sized PLC with local Input and Output channels and can be used for decentralized control applications on trains. The internal modular concept is designed for creating customized control solutions.

Key feature

- capable for use as a control unit in decentralized areas for small applications for example: sanding units, sanitary cubicles, windscreen wipers, compressors, etc.
- compliant to the standards EN50155, EN50121, EN45545
- comfortable software development with a free development tool
- PLC can be customized easily with a different I/O configuration also as a brand label
- high performance, low price

LOW COST
Control Solution



Booth 630
Hall 27

MIT DC/DC-WANDLERN DER NEUESTEN GENERATION KOSTEN
IN FAHRGASTINFORMATIONSSYSTEMEN SPAREN

ÜBERBRÜCKUNGSZEITEN ÜBERWINDEN

Erfahren Sie, wie die erweiterte Überbrückungsfunktion „Bus-Pin“ in DC/DC-Wandlern mit ultraweitem 12:1-Eingangsspannungsbereich funktioniert. Die Technologie reduziert die Kosten und das Volumen der passiven Komponenten in einer typischen Anwendung erheblich, wie eine Fallstudie für ein Fahrgastinformationssystem für Bahnen und Busse belegt.

TEXT: Dr. A. Buffing, L. Dinkelmann & M. Tenhumberg, Traco Power BILDER: Traco; iStock, Trifonov_Evgeniy

	Szenario A	Szenario B	Szenario C		
Bestückungsvarianten	Eine	Eine	Mehrere		
Überbrückungsschaltung	Intern	Extern	Extern		
DC/DC-Wandler	TEP 40UIR	Mitbewerber A	Mitbewerber B		
Systemspannung	24V-110V	24V-110V	24V	48V	96V-110V
Nennspannung der Kondensatoren	25V	200V	50V	100V	200V
Anzahl Kondensatoren	2	16	5	3	2
Gesamtkosten der Kondensatoren	2,25 US-\$	30,70 US-\$	2,99 US-\$	2,06 US-\$	2,37 US-\$
Gesamtvolumen der Kondensatoren	26 cm ³	387 cm ³	41 cm ³	31 cm ³	28 cm ³

Hauptanforderungen an den Stromkreis für ein Fahrgastinformationssystem für Bahnen und Busse, sowie zentrale Ergebnisse der Studie.

Die neuesten DC/DC-Wandler von Traco Power mit ultraweitem 12:1-Eingangsspannungsbereich verfügen über einen speziellen Überbrückungskondensator-Anschluss („Bus Pin“). Mit dieser Funktion kann der Anwender bis zu 93 Prozent der Kosten für externe Kondensatoren einsparen und gleichzeitig deren Volumen um bis zu 93 Prozent reduzieren. Durch die Verringerung der Anzahl der Bestückungsvarianten von drei auf eine wird zudem der Aufwand für Entwicklung, Zertifizierung, Prüfung, Fertigung, Lagerhaltung, Wartung und Support im Vergleich zu einer herkömmlichen Lösung deutlich reduziert.

Um diese Vorteile zu demonstrieren, hat Traco Power eine Fallstudie durchgeführt: eine DC-Stromversorgung wurde für ein ultrakompaktes Fahrgastinformationssystem für den Einsatz in Bahnen und Bussen ausgelegt. Die Lösung ist fähig, 20 Millisekunden lange Unterbrechungen der Eingangsspannung zu überbrücken. Nicht nur im Bahnbereich, sondern auch für batteriegepufferte industrielle Systeme stellt dies eine typische Anforderung dar. Die Studie belegt, dass die neuen DC/DC-Wandler sehr gut abschneiden – sowohl im direkten Vergleich zu konventionellen DC/DC-Wandlern mit ultraweitem 12:1-Eingangsspannungsbereich als auch im Vergleich mit handelsüblichen DC/DC-Wandlern, welche „nur“ über einen weiten 4:1-Eingangsspannungsbereich verfügen.

Die Norm beachten

Die Norm EN 50155 legt wichtige Anforderungen für den Betrieb, die Auslegung und die Prüfung von elektronischen Geräten für Schienenfahrzeuge fest. Dank ihrer umfassenden Berücksichtigung „rauer“ Umgebungsbedingungen wird die EN 50155

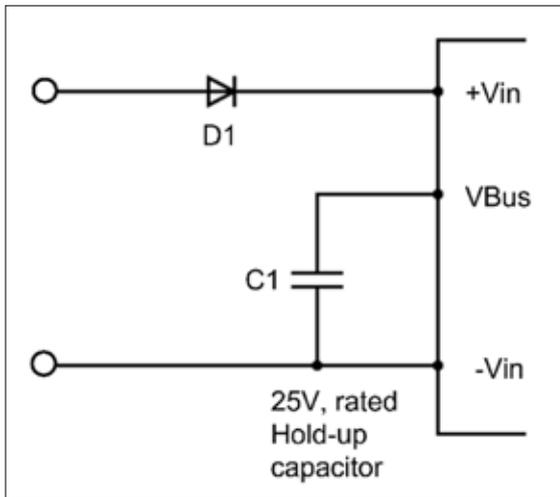
auch häufig für die Entwicklung robuster Industrieanwendungen herangezogen. Dazu gehört auch der Weiterbetrieb bei einer Unterbrechung der Versorgungsspannung. Während der Unterbrechung kann der Eingang kurzgeschlossen sein. Die Energiezufuhr muss für die gesamte Dauer der Überbrückung über eine (externe) Kondensatorbank erfolgen.

Fallstudie für Einsatz in Bus und Bahn

In der von Traco Power durchgeführten Fallstudie entwickelt ein Erstausrüster (OEM) ein kostengünstiges, kompaktes und leichtes Fahrgastinformationssystem für Bus- und Bahnanwendungen. Die DC-Stromversorgung arbeitet mit einer Leistung von 40 Watt. Dies reicht aus, um einen kleinen Bildschirm, einen Feldcomputer und Netzwerkperipheriegeräte auf Basis von Ethernet und/oder drahtlose Kommunikation nach IEEE 802.11 zu versorgen.

Anforderungen an DC-Stromversorgung

In der Tabelle sind die wichtigsten elektrische Anforderungen an die DC-Stromversorgung aufgeführt. Die Nenn Eingangsspannungen umfassen die branchenüblichen 24V-, 48V-, 96V- und 110V-Batteriesystemspannungen. Um die Markteinführungszeit zu verkürzen und Entwicklungs-, Herstellungs- und Wartungskosten zu sparen, hat sich der OEM in Szenario A für die neueste Serie von Traco-DC/DC-Wandlern mit ultraweitem Eingangsspannungsbereich entschieden. So können mit nur einem Produkt alle Systemspannungen abgedeckt werden. Dank des dedizierten Anschlusses für den Überbrückungskondensator sind das Systemvolumen und die Kosten der erforderlichen externen



Vereinfachtes Schaltbild der Überbrückungskondensatorbank bei Verwendung eines DC/DC-Wandlers mit einem speziellen Überbrückungskondensatoranschluss („Bus-Pin“).

Kondensatorbank minimal. Der gewählte TEP 40UIR-Wandler unterstützt den Dauerbetrieb mit einer Nennleistung von mehr als über 40 W über den gesamten Eingangsspannungsbereich.

Zusätzlich wurden in der Studie auch zwei alternative Szenarien B und C analysiert: Szenario B verwendet ein vergleichbares Produkt eines Mitbewerbers mit ultraweitem 12:1-Eingangsspannungsbereich. Allerdings verfügt dieses nicht über einen dedizierten Anschluss für Überbrückungskondensatoren.

Demgegenüber wird in dem Szenario C ein handelsüblicher DC/DC-Wandler eingesetzt welcher „nur“ über einen 4:1-Eingangsspannungsbereich verfügt. Deshalb sind auch drei verschiedene Ausführungen mit drei verschiedenen DC/DC-Wandlern und drei verschiedenen Überbrückungskreisen nötig.

Überbrückungskondensatorbank auslegen

Die Fähigkeit der Stromversorgung, kurze Unterbrechungen der Versorgungsspannung zu überbrücken, hängt von der korrekten Auslegung der Kondensatorbank ab. Im Folgenden werden alle drei Szenarien detailliert diskutiert.

Szenario A:

Das Schaltbild zeigt, wie die Überbrückungskondensatorbank mit einem DC/DC-Wandler unter Verwendung der erweiterten Überbrückungsfunktion („Bus-Pin“) verbunden ist. Im Normalbetrieb wird der Überbrückungskondensator durch eine interne Schaltung des DC/DC-Wandlers geladen. Im Falle einer Unterbrechung der Versorgungsspannung schaltet diese Schaltung automatisch die Stromversorgung von den Eingangsklemmen auf den externen Überbrückungskondensator um. Eine Diode verhindert, dass der DC/DC-Wandler bei einer versehentlichen

Verpolung der Versorgungsspannung Schaden nimmt. Sie verhindert auch, dass sich die Überbrückungskondensatorbank im Kurzschlussfall in die Hauptstromquelle entlädt.

Szenario B:

Die Abbildung im Beitrag zeigt ein sehr vereinfachtes Schaltbild der Überbrückungskondensatorbank beim Anschluss an einen DC/DC-Wandler, der nicht über einen speziellen Überbrückungskondensatoranschluss verfügt.

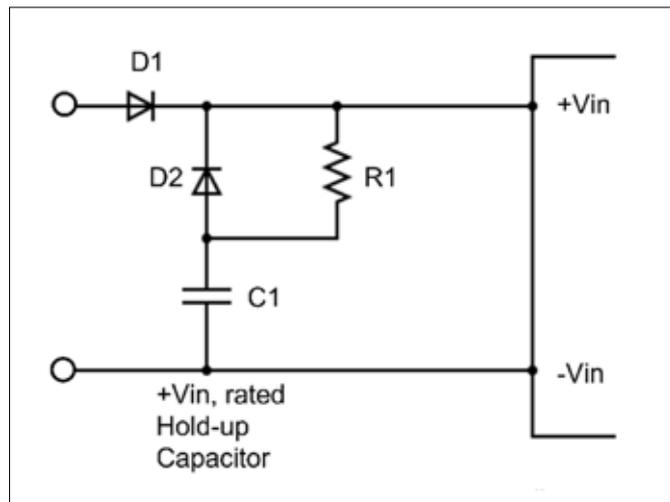
Im Normalbetrieb des DC/DC-Wandlers wird der Überbrückungskondensator über einen externen Widerstand geladen. Der gewählte Widerstandswert ist dabei stets ein Kompromiss zwischen Einschaltstromspitze und (Wieder-)Ladezeit der Kondensatorbank. Eine Diode verhindert wieder, dass der Wandler bei einer versehentlichen Verpolung der Eingangsspannung Schaden nimmt. Im Falle einer Unterbrechung der Versorgungsspannung liefert der Überbrückungskondensator die gespeicherte Energie über eine zweite Diode an den DC/DC-Wandler.

Szenario C:

Da DC/DC-Wandler mit einem ultraweiten 12:1-Eingangsspannungsbereich noch relativ neu auf dem Markt sind, wurde auch ein Vergleich mit einem Design unter Verwendung eines handelsüblichen DC/DC-Wandlers mit einem weiten 4:1-Eingangsspannungsbereich vorgenommen.

Aufgrund des sehr begrenzten Eingangsspannungsbereichs sind hier drei verschiedene Bestückungsvarianten erforderlich, was zu drei verschiedenen Überbrückungskreisen führt. Der Aufbau der unterschiedlichen Überbrückungskreise ist jedoch grundsätzlich identisch wie in Szenario B dargestellt.

Vereinfachtes Schaltbild, das den Anschluss der Überbrückungskondensatorbank für den Fall veranschaulicht, wenn der DC/DC-Wandler nicht über eine spezielle Überbrückungsschaltung im Design verfügt.



Ergebnisse

In der Tabelle finden Sie ebenfalls die wichtigsten Ergebnisse der Studie. Für alle drei Szenarien wurden die gesamten Kondensatorkosten, die Anzahl der Kondensatoren und das Gesamtvolumen der Kondensatoren abgeschätzt. Dank seines dedizierten Überbrückungskondensatoranschlusses führt der TEP 40UIR-Wandler (Szenario A) zu einer Verringerung des Volumens der externen Überbrückungskondensatoren um insgesamt etwa 93 Prozent und zu einer Verringerung der Kosten für die Überbrückungskondensatoren um insgesamt 93 Prozent im Vergleich zu einem solchen System-Design, welches auf einem herkömmlichen DC/DC-Wandler mit ultraweitem 12:1-Eingangsspannungsbereich (Szenario B) basiert.

Die Vorteile des Referenzdesigns (Szenario A) werden noch deutlicher, wenn man es mit einer Lösung vergleicht, die auf einem handelsüblichen DC/DC-Wandler mit weitem 4:1-Eingangsspannungsbereich basiert (Szenario C). Mit dem speziellen Wandler TEP 40UIR kann eine Reduzierung des Kondensatorvolumens um 36 Prozent und eine Gesamtkostenreduzierung der Kondensatoren um 25 Prozent erreicht werden, während die Anzahl der Bestückungsvarianten von drei auf eine reduziert wird.

Voraussetzungen und Einschränkungen

Die in diesem Artikel behandelte Fallstudie befasst sich mit einer Anwendung aus der Praxis. Obwohl die Anforderungen und Konstruktionsentscheidungen vereinfacht wurden, um die Diskussion der wichtigsten Ergebnisse so anschaulich wie möglich zu gestalten, spiegeln sie die zentralen technischen Herausforderungen wider. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass in der Fallstudie theoretische Überlegungen angestellt wurden, die auf idealen Betriebsbedingungen und Komponenteneigenschaften

basieren. Zusätzliche Anwendungsanforderungen können vertraglich vereinbart oder technisch erforderlich sein (zum Beispiel Eingangsfilter und thermische Überlegungen) und müssen dann gesondert beurteilt werden.

Fazit

In diesem Artikel wurde erörtert, wie die erweiterte Überbrückungsfunktion („Bus-Pin“) der neuesten DC/DC-Wandler mit ultraweitem 12:1-Eingangsspannungsbereich von Traco Power die Kosten und das Volumen der passiven Komponenten in einer typischen Anwendung erheblich reduzieren kann. Eine Gleichstromversorgung wurde für den Einsatz in einem Fahrgastinformationssystem für Bahnen und Busse entwickelt. Bei Verwendung des DC/DC-Wandlers TEP 40UIR kann der Anwendungsingenieur bis zu 93 Prozent der Kosten für Überbrückungskondensatoren einsparen und das Volumen der Überbrückungskondensatoren um bis zu 93 Prozent reduzieren, verglichen mit einer Lösung, die auf einem Mitbewerberprodukt ohne spezielle Überbrückungsschaltung basiert.

Die Vorteile der DC/DC-Wandler mit ultraweitem 12:1-Eingangsspannungsbereich werden noch deutlicher, wenn man sie mit handelsüblichen Produkten mit einem weiten 4:1-Eingangsspannungsbereich vergleicht. Hier spart der Anwender nicht nur Kondensatorkosten, sondern reduziert auch gleichzeitig die Aufwände für Entwicklung, Zertifizierung, Prüfung, Fertigung, Lagerhaltung, Wartung und Support auf ein Mindestmaß. □



Den vollständigen Artikel lesen Sie online über den Link im QR-Code und unter: <https://bit.ly/3w343BB>



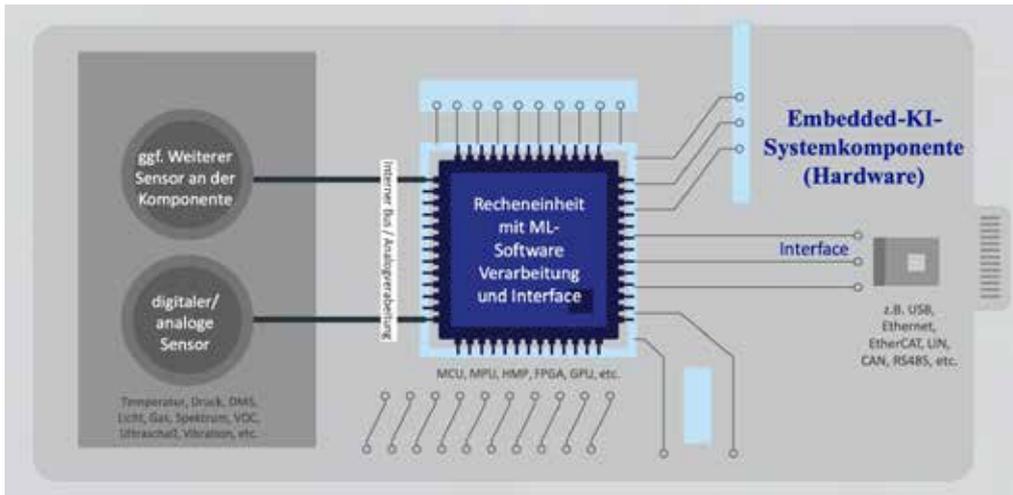
WIE UNTERNEHMEN BEIM PRODUKTDESIGN VON
KI-INTEGRATION IN DER ELEKTRONIK PROFITIEREN

Embedded-KI auf Wachstumskurs

Als Embedded-KI werden Elektroniksysteme bezeichnet, in denen KI autark und lokal wirkt. Der Marktwert hat ein großes Wachstumspotenzial und ist bisher noch weitgehend unbesetzt. Wichtig ist jedoch stets, dass Einsatz und Nutzen für den Hersteller und Anwender miteinander in Einklang sind.

TEXT: Aitad BILDER: Aitad; iStock, Boonyachaoat





Embedded-KI ermöglichen lokale Verarbeitung großer Datenmengen. Sensible Daten sind so besser geschützt, was die System-sicherheit erhöht.

Das Marktpotenzial von Embedded-KI ist enorm – mitverursacht durch Trends wie (I)IoT, entsprechende Connectivity, Security und Cloud Services. Allied Analytics schätzt den KI-Halbleitermarkt im Jahre 2030 auf über 190 Milliarden US-Dollar Volumen. Zum Vergleich: Das Wachstum des AI-as-a-Service-(Cloud-)Marktes wird auf fast 44 Milliarden US-Dollar im gleichen Zeitraum geschätzt. Embedded-KI ist erst am Anfang seines Entfaltungspotenzials, sodass dies aktuell jedem Produkt einen Unique Selling Point (USP) verpasst.

In der Praxis lässt sich Embedded-KI in drei wesentliche Einsatzgruppen aufteilen: funktionale Innovationen, User Interaction und Predictive/Preventive Maintenance. Ersteres ermöglicht neuartige Funktionen, die den Zielnutzen eines Produkts oder Prozesses optimieren oder gar verändern. Als zusätzliches, sich daraus ergebendes Feld wird User Interaction ausgelagert. Diese erstreckt sich von einfacher Sprach-Befehlseingabe (das heißt KWS, Keyword Spotting) über Gestenerkennung bis hin zu komplexeren Mensch-Maschine-Kollaborationen wie Bedienertracking, Augentracking oder Werkstückerkennung. Als wohl größte „hidden needs“ vieler Produkthersteller sind aktuell die typischen Wartungsthemen wie die vorausschauende Wartung oder vorbeugende Wartung anzusehen, die über einfaches Condition Monitoring hinausgehen und wirklich frühzeitige und intelligente Vorhersagen über konkrete Fehlerbilder liefern.

„Die meisten Unternehmen wissen oft gar nicht, was in ihren Produkten für Möglichkeiten stecken“, erklärt Viacheslav Gromov, Geschäftsführer des Embedded-KI-Anbieters Aitad. „Wir haben ein Labor, in denen wir mit modernster Technik Daten sammeln, aber auch in wenigen Stunden Hardware produzieren und für die Serie testen können. Von der Vielzahl der Möglichkeiten, Embedded-KI zu integrieren, sind die meisten unserer Kunden sichtlich überrascht. In den Kunden-Pro-

totypen kommen aber nur die Komponenten, die den größtmöglichen Nutzen für den Kunden und Anwender haben. Der Embedded-KI-Markt ist teilweise noch sehr undurchsichtig. Hier braucht es definitiv noch mehr Aufklärungsbedarf – vom Management bis hin zu den Entwicklern.“

Embedded-KI hat Potenzial

Cloud-KI allein ist nur ein Übergang, die Zukunft liegt bei dezentraler Verarbeitung, ist sich Gromov sicher: „Wir arbeiten am Sensor auf der Platine mit derart großen Datenmengen, dass wir sie gar nicht weiter übertragen könnten. Die KI muss sie direkt vor Ort weiterverarbeiten und verwerfen, um die gewollten, tiefgehenden Zusammenhänge aufzuspüren.“

Mit Embedded-KI wird die lokale Verarbeitung großer Datenmengen ermöglicht, sodass das Risiko des Abfangens oder Manipulieren von sensiblen Daten verringert wird. Das führt zu einer höheren Daten- und Systemsicherheit. Ein Gerät muss keine performante Netzwerkinfrastruktur vorhalten, um Daten verarbeiten zu können. Somit ist eine geringere Konnektivität erforderlich, was die Produktionskosten reduziert. Embedded-KI lebt auf beschränkten Ressourcen, was Stromversorgung (auch Batteriebetrieb), Rechen- und Speicherleistung angeht. Solche Komponenten erfassen und verarbeiten die Daten sofort, und können darauf in Millisekunden reagieren, was bei vielen Anwendungen ein Muss ist. Ebenso kann das Gerät Daten in Echtzeit analysieren und überträgt nur das, was für die weitere Analyse in der Cloud relevant ist (Stichwort: Datenmengen reduzieren).

Individuelle Entwicklung entscheidend

Der Embedded-KI-Markt ist noch weitgehend unbesetzt, wobei immer mehr Insellösungen oder niederschwellige An-

gebote hinzukommen. Spezifische Lösungen (oft auch closed-source) können im Einzelfall und wenn die Integration frühzeitig erfolgt, durchaus ein Gewinn fürs Unternehmen sein. Niederschwellige Softwareangebote verschiedenster Halbleiterhersteller oder eher übergreifende Tools wie „Edge Impulse“ oder „NanoEdge AI“ sind ein Fluch und Segen zugleich: Sie kommen schnell zum Ergebnis (auch teilweise dank AutoML-Funktionalität, also automatisiertem Modell-Erstellungsprozess), die gesamte vom Verständnis des jeweiligen Entwicklers abhängige Entwicklungskette ist jedoch eingeschränkt.

Die Halbleiterindustrie bietet auch eine Reihe von auf Embedded-KI-Use-Cases wie zum Beispiel der Bildverarbeitung zugeschnittenen Chips, die performant und angepasst sind. Auch Aitad beteiligt sich an einigen Forschungsprogrammen und fördert diesen disruptiven Trend der Grundlagenforschung. Doch auch diese Diversifizierung des Hardwaremarktes bringt Verwirrung mit sich.

„Wir empfehlen Unternehmen ganz klar einen Ansatz weg von fertigen Insellösungen. Diese können nur begrenzt auf die Bedürfnisse angepasst werden, mit kleineren oder größeren Abstrichen. Individuelle Systemanfertigungen haben einen viel größeren Spielraum. Das heißt herauszufinden, welches KI-Modell ins Produkt passt, wie sie sich effektiv auf Hardware umsetzen lässt, dafür die entsprechenden Systemkomponenten anhand gesammelter und ausgewerteter Daten zu entwickeln, das Ganze anhand eines Prototyps umzusetzen und in Praxis zu testen,“ erklärt Gromov.

Das klingt am Anfang nach viel Aufwand. Wenn man sich aber anschaut, wie lange das Produkt auf dem Markt ist und welche Vorteile Unternehmen und Nutzer zum Beispiel im Bereich Preventive/Predictive Maintenance davon haben, dann lohnt sich die Investition auf jeden Fall,“ so Gromov weiter. □

IMPRESSUM

Herausgeber Kilian Müller

Head of Value Manufacturing Christian Fischbach

Redaktion Bernhard Haluschak (Managing Editor/verantwortlich/-928), Leopold Bochtler (-922), Matej Gavranovic (-927), Rieke Heine (-901), Dana Neitzke (-930), Ragna Iser (-898)

Newsdesk newsdesk@publish-industry.net

Head of Sales Andy Korn

Anzeigen Saskia Albert (Director Sales/verantwortlich/-918), Beatrice Decker (-913), Caroline Häfner (-914), Alexandra Klasen (-917), Christian Kneißl (-899); Anzeigenpreisliste: vom 01.01.2022

Inside Sales Marie-Theres Bauer (-929); sales@publish-industry.net

Verlag publish-industry Verlag GmbH, Machtlfinger Straße 7, 81379 München, Germany
Tel. +49.(0)151.58 21 1-900, info@publish-industry.net, www.publish-industry.net

Geschäftsführung Kilian Müller

Leser- & Aboservice Tel. +49.(0)61 23.92 38-25 0, Fax +49.(0)61 23.92 38-2 44; leserservice-pi@vuservice.de

Abonnement Das Abonnement enthält die regelmäßige Lieferung der E&E (derzeit 7 Ausgaben pro Jahr inkl. redaktioneller Sonderhefte und Messe-Taschenbücher) sowie als Gratiszugabe das jährliche, als Sondernummer erscheinende E&E-Kompodium.

Jährlicher Abonnementpreis

Ein JAHRES-ABONNEMENT der E&E ist zum Bezugspreis von 64 € inkl. Porto/Versand innerhalb Deutschland und MwSt. erhältlich (Porto Ausland: EU-Zone zzgl. 10 € pro Jahr, Europa außerhalb EU zzgl. 30 € pro Jahr, restliche Welt zzgl. 60 € pro Jahr). Jede Nachlieferung wird zzgl. Versandkosten und MwSt. zusätzlich berechnet. Im Falle höherer Gewalt erlischt jeder Anspruch auf Nachlieferung oder Rückerstattung des Bezugsgeldes. Studentenabonnements sowie Firmenabonnements für Unternehmen, die E&E für mehrere Mitarbeiter bestellen möchten, werden angeboten. Fragen und Bestellungen richten Sie bitte an leserservice-pi@vuservice.de

Marketing & Vertrieb Anja Müller (Head of Marketing)

Herstellung Veronika Blank-Kuen

Gestaltung & Layout Schmucker-digital, Lärchenstraße 21, 85646 Anzing, Germany

Druck F&W Druck- und Mediacenter GmbH, Holzhauser Feld 2, 83361 Kienberg, Germany

Nachdruck Alle Verlags- und Nutzungsrechte liegen beim Verlag. Verlag und Redaktion haften nicht für unverlangt eingesandte Manuskripte, Fotos und Illustrationen. Nachdruck, Vervielfältigung und Online-Stellung redaktioneller Beiträge nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlags.

ISSN-Nummer 1869-2117

Postvertriebskennzeichen 30771

Gerichtsstand München

Der Druck der E&E erfolgt auf PEFC™-zertifiziertem Papier, der Versand erfolgt CO₂-neutral.



FIRMEN UND ORGANISATIONEN IN DIESER AUSGABE

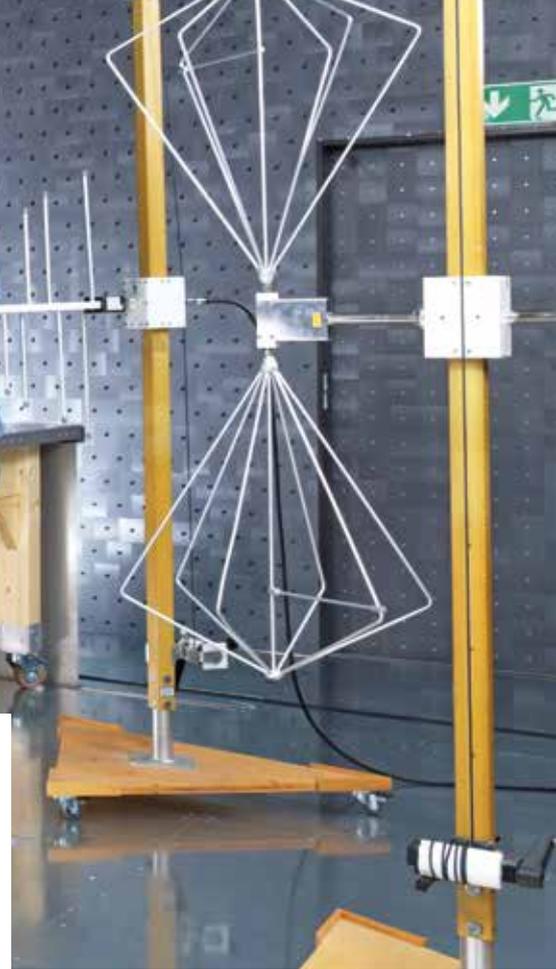
Firma	Seite	Firma	Seite
Arrow Electronic	3	Lütze	57
AITAD	62	Mooser	20, U3
BASF	14	Murata	32
Becker & Müller	17	Öko-Institut	14
Binder	19	Phoenix Contact	16
Congatec	46	Quectel	26
Conrad Electronic	9	Schmalz	28
Data Modul	40	Seco Northern Europe	14, 36
Detakta	5	SE-Spezial Electronic	42
Deutronic	14, 15	SEW-Eurodrive	U2
Display Elektronik	37	Siglent	6, 8
Enocean	23	Statistisches Bundesamt	66
Fischer Elektronik	3	Swissbit	50
Harting	21	Traco	31, 58
Hilscher	Titel, 10, 12	TU Dresden	14
Kingbright	39, 41	TU München	14
Kontron	54	Ziehl-Abegg	U4

36

QUELLE: STATISTISCHES BUNDESAMT (DESTATIS)

Prozent der Deutschen Unternehmen nutzten 2021 bereits das Internet der Dinge. In Europa waren es durchschnittlich 29 Prozent. (Stand Januar 2022)

Das Internet of Things (IoT) besteht aus miteinander verbundenen Geräten und Systemen, die oft intelligent oder auch smart sind. Sie sammeln Daten, tauschen diese aus und können via Internet ferngesteuert oder überwacht werden. Mehr über IoT erfahren Sie unter anderem in unseren Fokus-Beiträgen ab Seite 16.



EMV-Messtechnik auf dem neuesten Stand

Jahrzehntelange Erfahrung und modernste Messtechnik sichern Ihren Entwicklungserfolg. Jetzt und in Zukunft.

Mehr als 60 hochqualifizierte Ingenieure und Physiker, Akkreditierungen von DAkkS und KBA, ISO 17025 sowie modernste Messtechnik auf 3.000 m² machen uns zu einem der führenden EMV-Prüflabore in Deutschland.

Mit EMV-Tests an Hybrid- Brennstoffzellen- und E-Antrieben sowie elektrischen Tests an Hochvoltanlagen haben wir ein neues Kapitel in der EMV-Messtechnik aufgeschlagen.

Mit modernsten Absorber- und Schirmkabinen, Messplätzen und Simulationsanlagen können wir alle üblichen Normen und Anforderungen prüfen und erfüllen alle weltweit geltenden EMV-Anforderungen. Dabei liegt unsere Kernkompetenz auf der Messung von Automotive Komponenten.

Das Ergebnis: eine kostenoptimierte EMV-Lösung bei zugleich verkürzten Entwicklungszeiten: ein entscheidender Vorteil für das Gelingen Ihrer Entwicklungsprojekte!

Jakob Mooser GmbH

Amtmannstraße 5a
D-82544 Egling/Thanning
Tel.: +49 (0)8176/92250
Fax: +49 (0)8176/92252
kontakt@mooser-consulting.de

Mooser EMC Technik GmbH

Osterholzallee 140.3
D-71636 Ludwigsburg
Tel.: +49 (0)7141/64826-0
Fax: +49 (0)7141/64826-11
kontakt@mooser-emctechnik.de



MOOSER



Erfahren Sie im Internet mehr unter:
www.mooser-consulting.de
www.mooser-emctechnik.de

Die Königsklasse

der Ventilatoren



Zukunft spüren

ZAplus – Hightech Energiesparventilatorensystem für die Bahntechnik

Aus brandschutzzertifiziertem Hochleistungsverbundwerkstoff ZAmid® pro – hocheffizient, nach bahnspezifischen Normen entwickelt, sehr leise im Betrieb, für alle nachhaltigen, energiesparenden, CO₂-reduzierten Klima- und Luftanforderungen geeignet. So sieht Technik der Zukunft aus.

www.ziehl-abegg.de

Großes Portfolio modernster, hocheffizienter Hightech Ventilatoren – speziell für den Einsatz in allen Bereichen der Bahntechnik

Die Königsklasse in Lufttechnik, Regeltechnik und Antriebstechnik