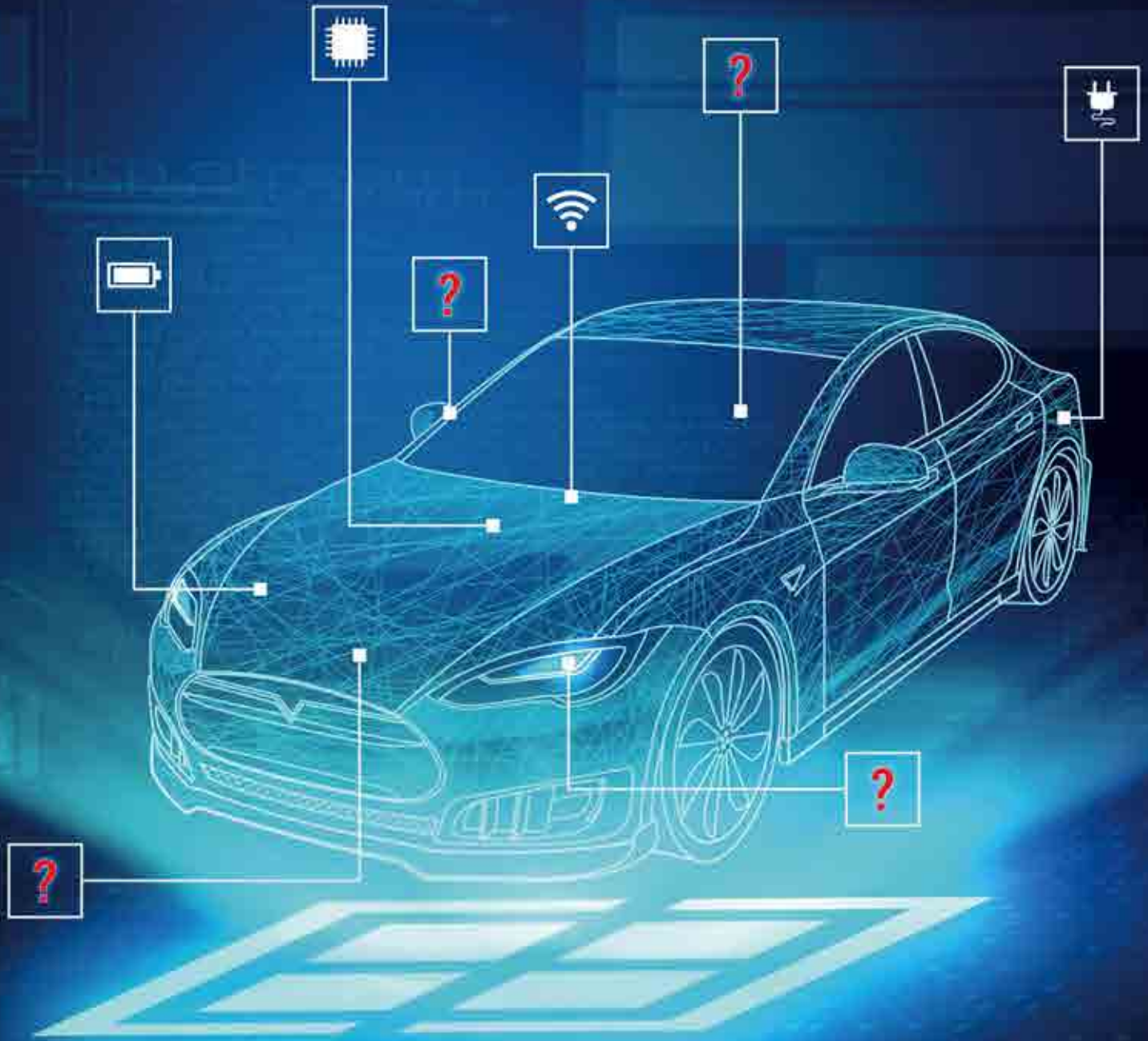


Powered by

Markt & Technik

DIE UNABHÄNGIGE WOCHENZEITUNG FÜR ELEKTRONIK

2/2021 | D



- Know-how
- Applikation
- Automotive

- Rutronik innovativ
- Systemtechnik
- Aktuelle Bauelemente

RUTRONIKER



KEMET

YAGEO

 **Pulse**

YAGEO GROUP AUTOMOTIVE SOLUTIONS

Anti-Sulfurated Chip Resistors | Shunt Metal Current Sensors | Circuit Protection Components

Automotive High Frequency MLCC | Polymer Tantalum Capacitors | BMS Transformers

Rutronik is global partner of

YAGEO Group



Stephan Menze
Head of
Global
Innovation
Management

Krise schützt vor Innovationen nicht!

Nach eineinhalb Jahren Corona-Pandemie und damit einhergehend mehreren Lockdowns sehen wir – zumindest in Deutschland – langsam Licht am Ende des Tunnels.

Das ist erfreulich, bedeutet aber nicht, dass sich alle Herausforderungen – auch in der Elektronikbranche – in Wohlgefallen auflösen. Corona-Varianten bereiten uns nach wie vor Sorgen, die Verknappung bei Mikrochips wird uns noch auf Jahre hinaus beschäftigen und auch die Frage, wie autonome und Elektrofahrzeuge auf die Straße kommen, ist alles andere als trivial.

Rutronik setzt diesen Herausforderungen deutschen Erfindergeist entgegen: Die hauseigene Lisa-App ermöglicht Unternehmen und Testzentren die komplette Abwicklung des Prozesses von der Terminbuchung über die DSGVO-konforme Verwaltung der Testergebnisse bis hin zur Abrechnung und dem Nachweis gegenüber Gesundheits- und Finanzamt.

Bezüglich der Verknappung von Mikrochips unterstützen wir unsere Kunden durch langfristige Planung und vorausschauende Beschaffung nach dem Second-Source-Prinzip dabei, Stillstände durch Bauelementemangel zu vermeiden. Doch auch wir können nicht zaubern; daher raten wir unseren Partnern zu einer möglichst weit in die Zukunft gerichteten Planung – und dazu, auf hierzulande weniger bekannte Hersteller zurückzugreifen. Mehr dazu auf Seite 26.

Die Frage nach der möglichst effizienten Nutzung von Batterien treibt Rutronik seit Jahren um. Nicht erst im Zuge der Verkehrswende und der Hinwendung zur Elektromobilität machen wir uns Gedanken darüber, wie sich Batterien optimal ausnutzen lassen und wie sich die Sicherheit erhöhen lässt. Dazu gehört die Frage, wie sich das Hochvolt-Bordnetz schnell und zuverlässig von dessen Nebenaggregaten trennen lässt, um die Sicherheit auch im Falle eines Kurzschlusses zu gewährleisten, ebenso wie die nach der Erhöhung der Lebensdauer einer Batterie.

Deshalb haben wir gemeinsam mit einem Technologiepartner nicht nur ein Referenzdesign für einen intelligenten, zurücksetzbaren und verlustarmen, auf SiC basierenden Hochvolt-Trennschalter mit einer Abschaltleistung von bis zu 40 kW entwickelt (mehr dazu auf Seite 63), sondern auch in Zusammenarbeit mit Forscherinnen und Forschern der Westsächsischen Hochschule Zwickau das hybride Energiespeicher-System HESS. Lesen Sie dazu unseren Artikel auf Seite 56!

Diese Beispiele sind nur ein Ausschnitt dessen, was Rutronik tut, um aktuellen und zukünftigen Themen mit Innovation und Faszination für Neues zu begegnen. Mehr dazu finden Sie in dieser Ausgabe des Rutronikers. Wir wünschen viel Spaß beim Lesen.

Ihr
Stephan Menze

Lextar

Meet the power of invisible light

VCSEL Series



- Applicable in automotive, industry, IoT..
- Eye safety protection
- Optical power: 850nm and 940nm and up to 8W CW
- High quality diffuser for high uniformity

UVC Series



- Applicable in ALL kinds of disinfection
- 99,99% disinfection rate
- Wavelengths 255nm-280nm
- Radiant power 2mW-100+mW



Lextar.com
SALES@Lextar.com

Editorial	3
<hr/>	
● APPLIKATION	
Smart Lighting: Basis für das zentrale Nervensystem von Gebäuden	6
Cloud-Plattformen: Raus aus der Cloud-Falle, rein in ein neues Geschäftsmodell	10
Sprachsteuerung: Wie smarte Geräte besser klingen und hören	14
UV-C-LED-Module: Luft und Wasser mit Licht reinigen	16
ToF-Lidar: 3D-Erfassung wie im Flug	19
<hr/>	
● EXKLUSIV	
Interview mit CEO Thomas Rudel: »Selbstverständlich sind Präsenztermine nach wie vor wichtig«	22
<hr/>	
● KNOW-HOW	
Elektrolyt- und Polymer-Hybridkondensatoren: Warum eine Lebensdauerkalkulation sinnvoll ist	24
Abseits vom Halbleiter-Mainstream: Diversity – Vielfalt statt Eintönigkeit	26
Schmitt-Trigger: Ein Halleluja für zwei Schaltschwellen	28
Alternistoren: Induktive Lasten in Haushaltgeräten schalten	32
eFuse – die elektronische Sicherung: Halbleiter-Technologie für schnellen Schutz	36
RISC-V-Prozessoren: Open Source Hardware bietet Freiheit und Flexibilität	38
<hr/>	
● PASSIVE BAUELEMENTE	
E-Mobility: Renaissance der Folienkondensatoren	40
Keramische Safety-Kondensatoren: Sicher zum optimalen Entstör-Kondensator	44
Induktivitäten: Von Ringkernen, Kool Mu und Luftspulen	48
Supercaps: Grundlagen und Einsatz von EDLCs	51

● RUTRONIK INNOVATIV

Digital geregeltes, hybrides Energiespeicher-System: »Energie, Scotty!«	56
RutDevKit PSoC62: Entwicklungshelfer für zahllose Anwendungen	58
AIoT – künstliche Intelligenz der Dinge: Die elektronische Nase	60
Referenzdesign für Hochvolt-Trennschalter: Hochvolt-Bordnetz schnell und sicher trennen	63

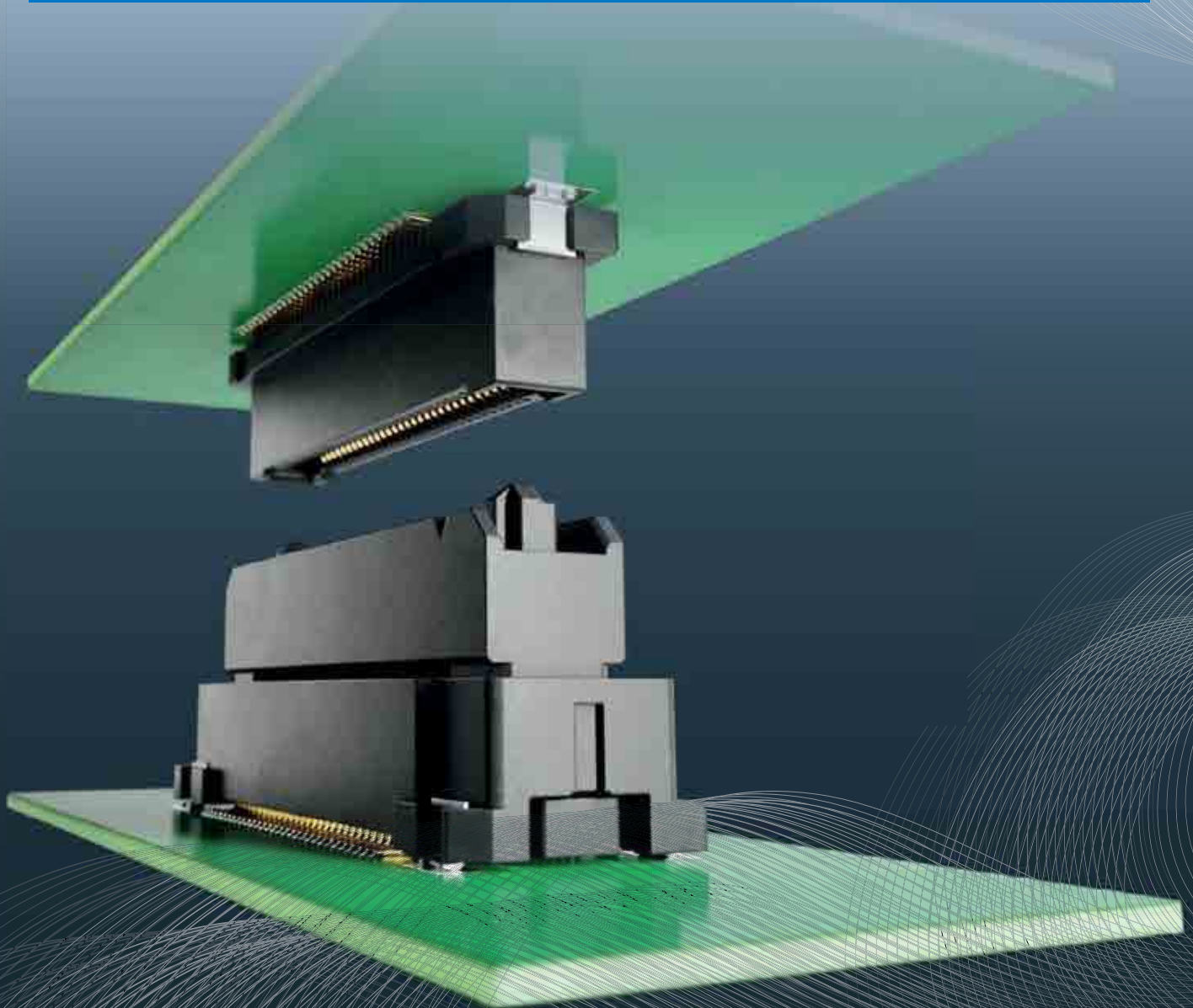
● AUTOMOTIVE

Batterien für die Elektromobilität: Schlüsselement für künftige Geschäftsmodelle	66
Strommessung in Elektrofahrzeugen: Sensor für hohe Ströme und Spannungen	69
Spannungsschutz im Fahrzeug: Damit die Spannung nicht zu groß wird	72
Mobilität der Zukunft: Die Bedürfnisse der zukünftigen Mobilität verstehen	74
E-Mobility Boom: Die dritte Revolution der Automobilindustrie	76
Hilfsstromversorgung für EV-Ladegeräte: Wandler für die Elektromobilität	78
Einfluss von Digitalisierung, KI und ML auf die Automobilindustrie: Die glorreichen Sieben	80

● SERVICE

Impressum	79
Inserentenverzeichnis	79

WE CONNECT



THE NEW MA01 SERIES BtB HIGH SPEED TRANSMISSION FLOATING CONNECTORS FOR AUTOMOTIVE

- Perfect alignment
- High speed data transmission
- High contact reliability
- Multiple mounting options
- Tailored to automotive market requirements (-40 °C to +125 °C)

Technology to Inspire Innovation

JAE

Smart Lighting

Basis für das zentrale Nervensystem von Gebäuden

Moderne Gebäudemanagementsysteme können einen entscheidenden Beitrag zu mehr Energieeffizienz und Komfort leisten. Smarte Beleuchtungssysteme fungieren dabei als Grundlage für eine Art zentrales Nervensystem. Die „Nervenbahnen“ bildet meist Bluetooth, doch auch andere Funkstandards bieten Vorteile.

VON KERSTIN NASER, PRODUCT SALES
MANAGER WIRELESS BEI RUTRONIK

Smart Lighting ist einer der größten Marktsektoren für Bluetooth: Laut „2021 Bluetooth Market Update“ der Bluetooth SIG (Special Interest Group) kommen bereits 27 Prozent der ausgelieferten Bluetooth-Geräte für die smarte Beleuchtung zum Einsatz. Damit stehen sie zwar an zweiter Stelle nach Smart-Appliance-Anwendungen (35 Prozent), verzeichnen jedoch ein schnelleres Wachstum als diese.

Hierfür gibt es gute Gründe: Eine vernetzte Beleuchtung (Connected Lighting) mit smarter Steuerung kann die Energiekosten um rund 70 bis 75 Prozent senken. Gleichzeitig erhöht sich der Komfort, etwa indem Nutzer die Farben des Lichts nach Wunsch verändern können oder sich das Licht automatisch dem natürlichen Tageslicht anpasst (Human Centric Lighting, HCL). Dieses Beleuchtungskonzept liefert ein Lichtspektrum mit hohen Blauanteilen in den Morgenstunden, die aktivierend wirken, und mehr Rotanteilen in den Abendstunden, was einen beruhigenden Effekt hat.

Zusätzlich können etwa Präsenzmelder eingesetzt werden. Je nachdem, ob sich jemand im Raum befindet oder nicht, lässt sich das Licht automatisiert an- oder ausschalten. Auch eine automatische Schaltung auf Basis der bereits vorhandenen Beleuchtungsstärke bzw. des bereits vorhandenen Umgebungslichts in einem Zimmer ist möglich.

Beleuchtung ist überall

Beleuchtung findet sich praktisch überall im Gebäude. Damit ist sie prädestiniert als Basis

für die Infrastruktur für neue Gebäude-management-Ansätze. Denn der in den Lichtsteuergeräten integrierte Funk lässt sich für zahlreiche weitere Anwendungen nutzen. Die Bluetooth SIG erwartet mit vernetzten Beleuchtungssystemen einen weltweiten Umsatz von 19,1 Milliarden US-Dollar bis zum Jahr 2029.

Gemeinsam mit der DALI (Digital Addressable Lighting Interface) Alliance hat die Bluetooth SIG ein Gateway definiert, das es erlaubt, D4i-zertifizierte Leuchten über Bluetooth Mesh zu regeln und zu steuern. Das gewährleistet die Interoperabilität zwischen Beleuchtungskomponenten verschiedener Hersteller.

Über die Beleuchtung hinaus lässt sich beispielsweise ein Indoor Location Asset Tracking oder eine Indoor-Navigation mithilfe von Smart Lighting umsetzen. Objekte, die verfolgt

werden sollen, müssen mit einem Beacon ausgestattet sein. Der Funk-Transceiver in den Leuchten empfängt dessen Datensignal, sobald sich das Objekt in Reichweite befindet. Über den Gebäudegrundriss lässt sich dann die Position des Objekts ableiten. Das ist besonders hilfreich in Lagerhallen oder großen Fabriken, wo es die Suchzeiten deutlich reduziert. Prozesse lassen sich damit optimieren und so Kosten senken. In Krankenhäusern kann das Tracking erheblich zu mehr Schnelligkeit und Qualität beitragen, indem mobile Gesundheitsgeräte oder Krankenhausbetten einfach geortet werden.

Vernetzt über Bluetooth

Für die Kommunikation nutzen die meisten Smart-Light-Systeme Bluetooth Mesh. Damit lässt sich der geringe Stromverbrauch und die

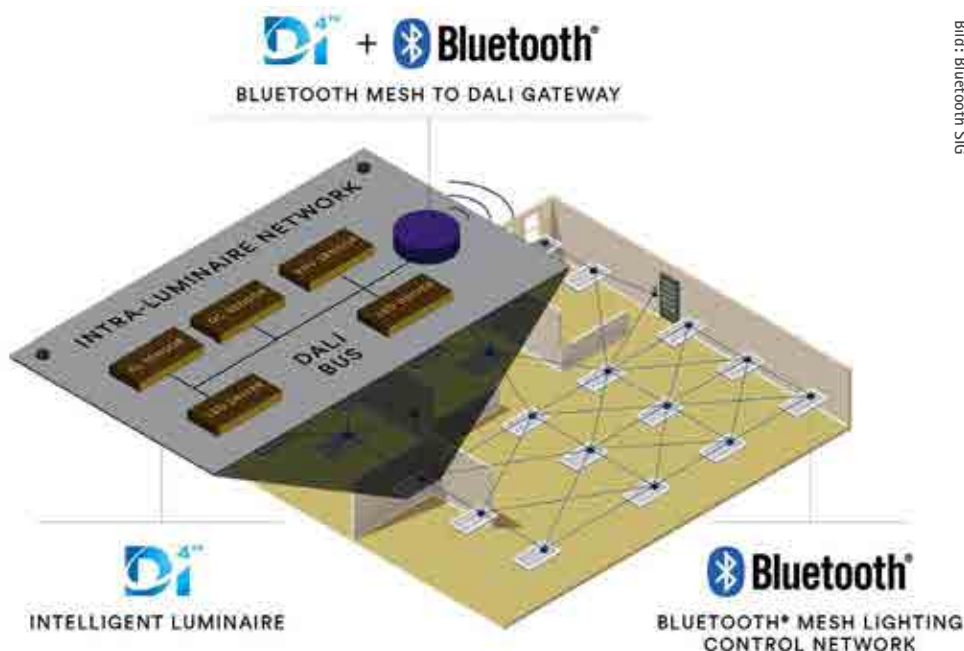


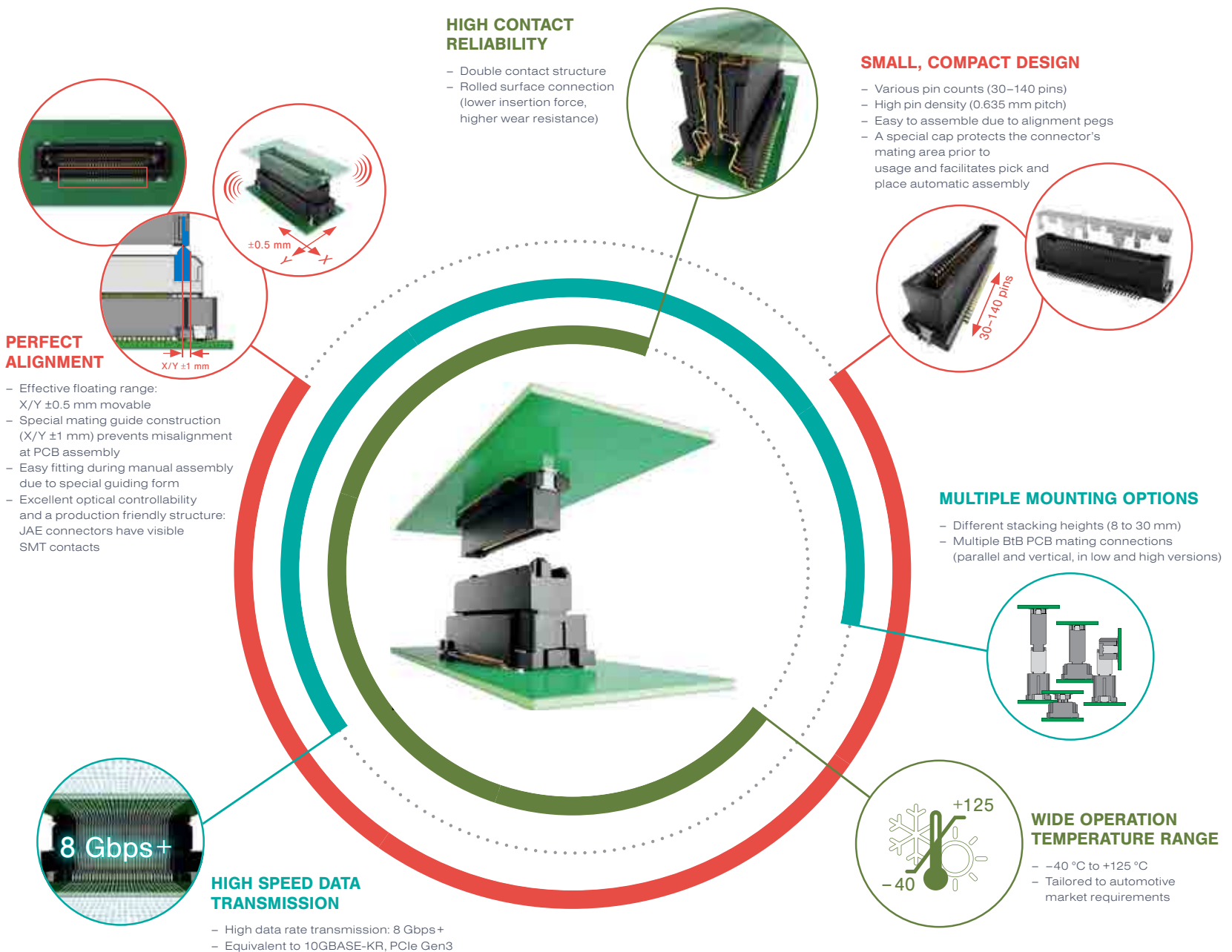
Bild: Bluetooth SIG

Bild 1: Die Bluetooth SIG und DALI haben ein standardisiertes Gateway zur Steuerung von D4i-Leuchten via Bluetooth Mesh definiert.

WE CONNECT

MA01 CONNECTORS AT A GLANCE: GREAT FEATURES AND STRONG BENEFITS

JAE's cutting-edge MA01 BtB floating connectors combine perfect alignment, compact design, high data rate and wide temperature range with high reliability, excellent durability and great variability.



niedrige Latenz von Bluetooth Low Energy (LE) für Systeme nutzen, in denen Hunderte oder Tausende von Geräten herstellerübergreifend miteinander kommunizieren. Bluetooth Mesh nutzt das sogenannte Flooding-Prinzip, das sicherstellt, dass die Nachrichten ihr Ziel erreichen. Das ist möglich, da alle Teilnehmer des Netzwerkes direkt miteinander kommunizieren können – fällt ein Teilnehmer aus, wird die Nachricht über einen anderen Weg weitergegeben. Zudem lassen sich auch Smartphones mit einer entsprechenden App in ein BLE- bzw. Mesh-Netzwerk einbinden und damit auch vor Ort ohne ein Gateway oder eine Internetverbindung Leuchten schalten.

Bluetooth Mesh wird etwa von leistungsstarken Multiprotokoll-SoCs der Serien nRF52 und nRF53 von Nordic Semiconductor unterstützt. In Kombination mit dem nRF21540 lässt sich ihre Reichweite noch einmal um bis zum 16-Fachen vergrößern. Der nRF5340 ist mit zwei Arm-Cortex-M33-Prozessoren ausgestattet. Sein Anwendungsprozessor ist auf Leistung optimiert, lässt sich mit 128 oder 64 MHz takten und verfügt über 1 MB Flash, 512 kB RAM, eine Gleitkommaeinheit (Floating Point Unit, FPU), einen Zwei-Wege-Cache mit 8 kB sowie DSP-Befehlsmöglichkeiten. Der Netzwerkprozessor wird mit 64 MHz getaktet und ist auf geringen Stromverbrauch und Effizienz (101 CoreMark/mA) optimiert. Er verfügt über 256 kB Flash und 64 kB RAM. Neben Bluetooth LE und Mesh unterstützt der nRF5340 auch NFC, Thread und ZigBee. Er bietet High-Speed-SPI, QSPI, USB und eine Betriebstemperatur von bis zu 105 °C.

Zahlreiche Hersteller bieten Module auf Basis dieser SoCs von Nordic Semiconductor. Viele haben bereits integrierte Antennen und sind für die wichtigsten Märkte vorzertifiziert (CE, FCC, IC). So tragen sie dazu bei, die Entwicklungszeit zu verkürzen und Kosten zu reduzieren. Das gilt z.B. für die ISP-Serie von Insight SiP, die Module PAN1780 und PAN1781 von Panasonic, das MBN52832 von Murata sowie verschiedene Module von iVativ und EnOcean.

Die ISP-Familie von Insight SiP zeichnet sich insbesondere durch ihren kleinen Formfaktor aus, weshalb sie für einen Einsatz in Lighting-Applikationen besonders gut geeignet ist. Die Module basieren auf unterschiedlichen Nordic-ICs, sind untereinander pin-kompatibel und lassen sich dadurch leichter austauschen.

Das Panasonic-PAN1780-Modul basiert auf dem Nordic-nRF52840-IC. Durch den integrierten Arm Cortex-M4F mit 1 MB Flash und

256 kB RAM kann das Modul im Standalone-Modus verwendet werden, was Kosten und Platz spart. Das PAN1781 setzt auf dem Nordic nRF52820 auf, der 256 kB Flash und 32 kB RAM mitbringt, und unterstützt Angle of Arrival (AoA) und Angle of Departure (AoD) der Bluetooth-5.1-Spezifikation, das sogenannte Direction Finding. Damit ermöglicht dieser Bluetooth-Standard eine noch präzisere Positionsbestimmung.

Auf dem Qualcomm QCA4020 System-on-Chip (SoC) basiert das Modul SX-ULP-GN-BTZ von Silex. Mit Dualband-802.11-a/b/g/n-WiFi, Bluetooth LE und 802.15.4-Konnektivität (ZigBee, Thread Pro R21) eignet es sich ebenfalls ideal für Beleuchtungen und viele weitere Anwendungen.

Auch der Hersteller Cypress/Infineon bietet Bluetooth-Mesh-Chips und -Module an, die sich für Lighting-Applikationen eignen, beispielsweise den CYW20706 IC oder das darauf basierende Modul CYBT-343026-01.

Andere Funkstandards

Neben Bluetooth LE und Bluetooth Mesh sind auch andere Funkstandards für Smart-Lighting-Anwendungen gebräuchlich, etwa der EnOcean-Standard, Thread, ZigBee oder WiFi.

Der Vorteil von WiFi im Vergleich zu Bluetooth liegt in der deutlich höheren Reichweite. Hinsichtlich des Energiebedarfs ist das jedoch gleichzeitig der vielleicht größte Nachteil dieser Technologie. Zudem ist das Einbinden der Leuchten in ein WiFi-Netzwerk etwas aufwändiger, da für jede Leuchte ein Passwort und SSID (Service Set Identifier) eingegeben werden muss. Und das WiFi-Netzwerk kann an seine Grenzen geraten, wenn sehr viele Leuchten damit verbunden sind.

Mit ZigBee lässt sich ein großes, robustes Mesh-Netzwerk aufbauen. Fällt ein Teilnehmer des Netzwerkes aus, können die Informationen über einen alternativen Weg weitergeleitet werden und gehen so nicht verloren. Für den Aufbau des Netzwerkes ist zusätzlich eine Bridge bzw. ein Hub nötig, der an den WLAN-Router angeschlossen wird. Die Bridge bzw. der Hub sendet über ZigBee den Befehl (an/aus) an die Leuchten. Anders als bei Bluetooth Mesh erfolgt die Datenübertragung geroutet, da den einzelnen Geräten unterschiedliche Aufgaben zugeordnet sind (Koordinator, Router und Endgeräte). Das heißt, es ist ein bestimmter Weg für die Daten durch das Netzwerk vorgegeben.

Bild 2: Der Multisensor STM 550 von EnOcean für Home-Automation- und IoT-Anwendungen arbeitet dank Energy Harvesting energieautark.



Thread funktioniert ähnlich wie ZigBee: Auch hier erfolgt die Datenverteilung geroutet, also über einen vorgegebenen Weg. Thread ist ein auf IPv6 basierendes Mesh-Protokoll. Damit lässt es sich relativ einfach in größere IP-Netzwerke integrieren. Das Thread-Protokoll wird auch von den Nordic-ICs unterstützt und bildet eine perfekte Basis für Thread-basierte Anwendungsschichten wie Matter, HomeKit, DALI+, KNX IoT, OCF und weitere.

Der Sub-GHz-Funkstandard EnOcean (868 MHz gemäß RED-Spezifikation, 902 MHz gemäß FCC/IC-Spezifikation, 928 MHz gemäß ARIB-Spezifikation) bietet eine hohe Zuverlässigkeit durch Senden von kurzen Telegrammen. Sie reduzieren die Kollisionswahrscheinlichkeit innerhalb eines Netzwerkes und ermöglichen so ein großes Netzwerk an Sensoren. Es entstehen keine Interferenzen mit DECT oder WLAN. Die Verwendung eines Rolling Codes und einer 128-AES-Verschlüsselung gewährleisten eine erweiterte Datensicherheit. In Gebäuden erzielt der EnOcean-Funkstandard eine Reichweite von bis zu 30 Metern.

Der Hersteller EnOcean ist insbesondere für seine Energy-Harvesting-Technologie bekannt. Er bietet wartungsfreie Funksensoren sowohl auf Basis des EnOcean-Funkstandards als auch mit Bluetooth und ZigBee. Der neue IoT-Multisensor STM 550 (Bild 2) liefert dank eines Magnetkontakts Statusinformationen (offen/geschlossen) und kann Temperatur, Feuchtigkeit, Beschleunigung/Orientierung und Beleuchtung messen. Die integrierte Solarzelle produziert genug Energie für die Messungen und um die Messdaten z.B. über Bluetooth, ZigBee oder den EnOcean-Standard zu übertragen.

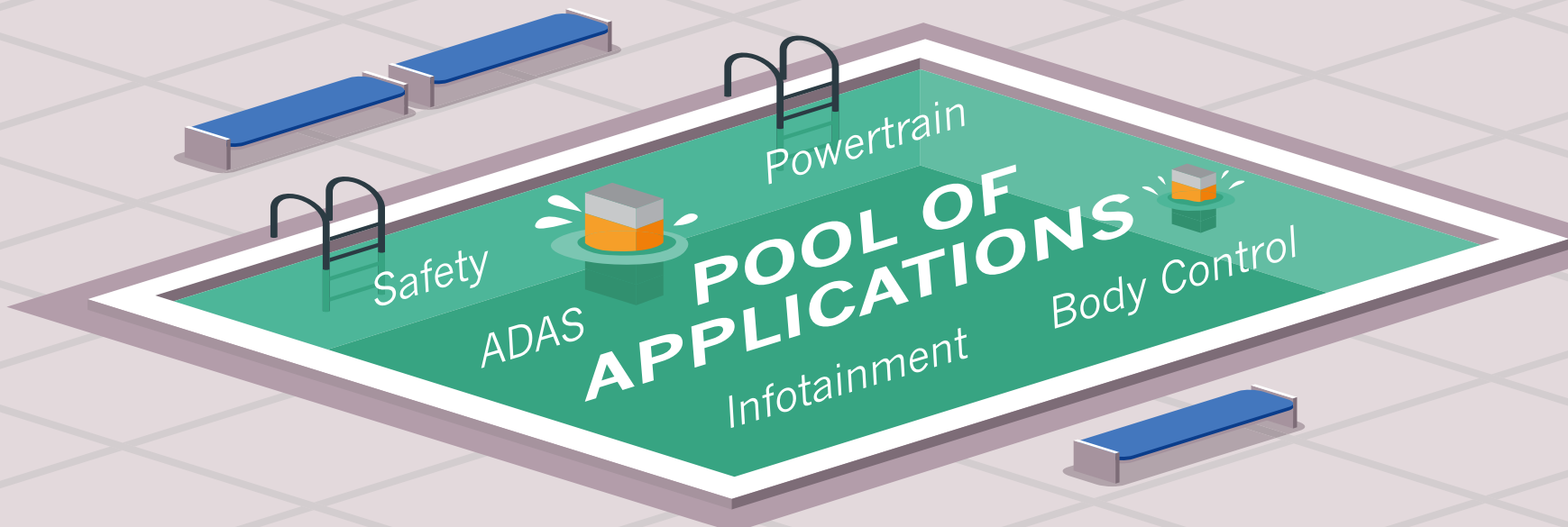
Fazit

Ob Bluetooth, Bluetooth Mesh, EnOcean, WLAN, Thread oder ZigBee – alle Funkstandards haben ihre spezifischen Vor- und Nachteile und es ist individuell zu entscheiden, welcher optimal für die jeweilige Anwendung geeignet ist. Für alle gilt: Sie bilden das zentrale Nervensystem für eine Smart-Home-Beleuchtung und damit für mehr Effizienz, Bequemlichkeit, Komfort und Erweiterungen, z.B. um ein Navigations- und Tracking-System. ■

AUTOMOTIVE HIGH CAP. MLCC

SAMSUNG

SAMSUNG
ELECTRO-MECHANICS



AEC-Q200

PREMIUM QUALITY

VW80808

Voltage	Application	Size	X7R/X7S - Bis zu 125°C Standard - PN Serie	X7R/X7S - Up to 125°C 5mm Bending - PJ Series
100V	xEV 48V Battery Line	1210" 1206" 0805"	4.7µF: CL32Y475KCIVPNE 2.2µF: CL31Y225KCHVPNE 1µF: CL21Y105KCYVPNE	4.7µF: CL32Y475KCIVPJE 2.2µF: CL31Y225KCHVPJE 1µF: CL21Y105KCFVPJE
50V	ICE 12V Battery Line	1206" 0805" 0603"	10µF: CL31Y106KKBKVPNE 4.7µF: CL21Y475KBBVPNE 220µF: CL10B224KB8VPNC	10µF: CL31Y106KKBKVPJE 4.7µF: CL21Y475KBBVPJE 220µF: CL10B224KB8VPJC
25V		1210" 0805"	22µF: CL32Y226KAVVPNE 10µF: CL21Y106KABVPNE	22µF: CL32Y226KAVVPJE 10µF: CL21Y106KABVPJE
16V	DC Block EMI Filter Power Supply	1210" 1206" 0805"	22µF: CL32B226K0JVPNE 10µF: CL31B106K0HVPNE 10µF: CL21Y106K0Q4PNE	22µF: CL32B226K0JVPJE 10µF: CL31B106K0HVPJE 4.7µF: CL21B475K0QVPJE
6.3V		1210"	47µF: CL32Y476MQVVPNE	47µF: CL32Y476MQVVPJE
Voltage	Application	Size	X8L - Up to 150°C High Temperature Standard - PN Series	
25V	ICE 12V Battery Line	1206" 0805" 0603"	2.2µF: CL31E225KAH4PNE 470nF: CL21E474KAF4PNE 220nF: CL10E224KA84PNC	

Q3 2021

Subject to change without notice

Have a look at our new Product Search Tool

<http://product.samsungsem.com/mlcc/basic-search.do>

Cloud-Plattformen

Raus aus der Cloud-Falle, rein in ein neues Geschäftsmodell

„America First“ war das Motto des letzten US-Präsidenten.

Was Cloud-Plattformen angeht, stimmt es: Die amerikanischen Anbieter sind hier klar an erster Position. Für viele Datenverarbeitungsaufgaben gibt es inzwischen aber europäische Alternativen. Sie bieten Datensouveränität und die Chance auf ein neues Geschäftsmodell.

VON BERND HANTSCHKE,
DIRECTOR PRODUCT MARKETING
EMBEDDED & WIRELESS BEI RUTRONIK

Windows und Office bilden seit Jahrzehnten auf fast allen Computern dieser Erde den Softwarestandard.

Doch in den letzten Jahren ist bei Microsoft eine andere Sparte viel stärker gewachsen und dürfte bald für die Hälfte des operativen Gewinns verantwortlich sein: die Cloud-Plattform Azure.

Wer nun schlussfolgert, dass Microsoft im Cloud-Geschäft eine ebenso führende Stellung einnimmt wie bei Betriebssystemen und Bürosoftware, liegt allerdings daneben. Ein 1994 als Buchhandel gegründetes Unternehmen hat sein Geschäftsfeld ebenso erweitert und bietet mit Amazon Web Services (AWS) eine noch größere Cloud-Plattform an. Sie beansprucht nach Angaben des Marktforschungs- und Datenanalyse-Unternehmens Statista rund ein Drittel vom Cloud-Kuchen, während auf Microsofts Azure etwa ein Fünftel entfällt. Auf Platz drei folgt der Suchspezialist Google mit GCP und einem Anteil von gut neun Prozent. Weiterer Player im Markt für B2B-Cloud-Lösungen ist IBM mit rund sechs Prozent Marktanteil.

Doch nicht nur aus den USA kommen Cloud-Angebote, auch der chinesische Konzern Alibaba hat eine solche Plattform aufgesetzt. Aufgrund des befürchteten Einflusses der chinesischen Machthaber kann das Unternehmen in der westlichen Welt jedoch kaum Vertrauen – und Marktanteile – gewinnen. Denn Daten sind das neue Gold, und sein Gold vertraut man ungerne jemandem an, der einer Regierung unterstellt ist, bei der Interessenkonflikte in Sachen Datenschutz, Wirtschaftswachstum, Wissensvorsprung und Führungsanspruch vorprogrammiert sind.

Zwei Ansätze
für mehr Datensouveränität

Doch auch bei den US-amerikanischen Anbietern gilt es, die Souveränität hinsichtlich Daten und Informationen zu behalten bzw. zurückzuerobern. Das ist nicht zu 100 Prozent machbar, denn Azure, AWS, GCP und die IBM Cloud bieten einmalige Services, zu denen es kaum eine Alternative gibt. Doch für den Großteil der Datenverarbeitungsaufgaben, etwa für die Datenarchivierung, die Nutzung von VM (virtuellen Maschinen), SaaS (Software as a Service), PaaS (Platform as a Service), IaaS (Infrastructure as a Service) oder die Nutzung von Containern (z.B. Docker), können Unternehmen in naher Zukunft auf Lösungen ausweichen, die technisch dasselbe Sicherheitsniveau bieten, auf Datenschutz- und politischer Ebene sogar ein höheres: Gaia-X und das Internet Computer Protocol (ICP).

Sie basieren auf ganz unterschiedlichen technischen Konzepten: Bei Gaia-X sind lediglich Policies und Standards sowie ein föderiertes Identity und Access Management festgelegt, Nutzer sind also nicht auf eine spezifische Software oder Hardware angewiesen. Dem gegenüber ist ICP ein geschlossenes Netzwerk, das nicht (!) auf den bisherigen Protokollen wie TCP/IP basiert. Es ist vielmehr ein von Grund auf eigenständiger Software-Ansatz, inklusive eigener Programmiersprache. Beide Initiativen verfolgen jedoch dasselbe Ziel: ein unabhängiges Rahmenwerk von Lösungen und Diensten bereitzustellen, das auf internationalen Standards und europäischen Werten basiert und allen Anbietern offensteht. Und für beide Ansätze ist eine immense Rechenleistung nötig.



D F I N I T Y

Die Dfinity Foundation treibt die Definition und Einführung des Internet Computer Protocol voran.

*Gaia-X vernetzt
über offene Schnittstellen und Standards*

Als personifizierte Erde ist Gaia eine der ersten griechischen Gottheiten. Sie ist zudem Namensgeberin für das Projekt einer leistungs- und wettbewerbsfähigen, sicheren und vertrauenswürdigen Dateninfrastruktur für Europa. Das europäische Projekt ist noch jung: Der breiten Öffentlichkeit wurde es beim Digital-Gipfel 2019 in Dortmund vorgestellt. Die Gaia-X European Association for Data and Cloud wurde erst im Februar 2021 mit offiziellem Sitz in Brüssel gegründet.

Durch Gaia-X sollen verschiedene Elemente über offene Schnittstellen und Standards miteinander vernetzt werden, um Daten zu verknüpfen und eine Innovationsplattform zu schaffen. Dabei werden beispielsweise die Data-Space-Regeln der IDSA (International Data Spaces Association) genutzt, sodass Kunden nicht sämtliche Sicherheitskonzepte bei jedem neuen Projekt neu aufsetzen müssen.

Ein Beispiel für eine Innovation auf Basis der Gaia-X-Infrastruktur ist Catena-X speziell für die Automobilbranche und deren Zulieferketten. Mit ihr sollen sich sowohl verkehrsrelevante Daten à la Car-to-Car und Car-to-Infrastructure als auch produktionsrelevante Daten durch die gesamte Lieferkette vom Halbleiterhersteller bis zum Fahrzeughersteller vollautomatisiert und sicher austauschen lassen. Die Catena-X Automotive Alliance wurde im Mai 2021 gegründet. Innerhalb von rund drei Jahren sollen die Datenkonzepte ausgearbeitet und für die Branche verbindlich werden, so Oliver Ganser, Vorstandsvorsitzender und Konsortialleiter Catena-X Automotive Network.

Neben Catena-X dürften sich bald weitere Arbeitsgemeinschaften aus anderen Branchen bilden, die auf der Gaia-X-Infrastruktur aufsetzen und ähnliche Blockchain-Lösungen für ihre Wertschöpfungsketten vorgeben. Treiber hierfür sind nicht nur das neue Lieferkettengesetz und ein detaillierter CO₂-Fußabdruck durch die gesamte Wertschöpfungskette, sondern auch eine bessere Nachverfolgbarkeit von rechtlichen und technischen Produktionsdaten der einzelnen Produktveredelungsschritte.

*Internet Computer Protocol
setzt auf verteilte Rechenleistung*

Der sogenannte Internet-Computer bzw. das Internet Computer Protocol (ICP) wird von der

Stiftung Dfinity Foundation mit Hauptsitz in der Schweiz vorangetrieben.

ICP ist eine auf der Blockchain-Technologie basierende Verteilung von Datenverarbeitungsaufgaben. Das heißt: Die Daten werden nicht einer Cloud-Firma anvertraut, sondern in kleinen Einheiten innerhalb eines Partnernetzwerkes je nach verfügbaren Rechenkapazitäten verteilt. Für das Abarbeiten dieser sogenannten Smart Contracts erhält der jeweilige Serverbetreiber entsprechende ICP Token. ICP Token sind die digitale Währung dieses Datenverarbeitungsnetzwerkes, sie werden wie Bitcoins an der Börse gehandelt. Die Datenverarbeitung der Smart Contracts erfolgt also dezentral, außerdem komplett verschlüsselt und anonym. Wer ICP Token verdienen möchte, um sie dann an der Börse gegen Euros oder Dollar zu tauschen, der benötigt zur Abarbeitung der Smart Contracts möglichst leistungsfähige Server.

Während an dem Internet-Computer-Projekt mit seinem hochinnovativen – möglicherweise disruptiven – Protokoll sowie der entsprechenden Programmiersprache für die Kundenanwendungen bereits seit vielen Jahren gearbeitet wurde, ist der ICP Token erst im Mai 2021 an die Börse gegangen. Goldman Sachs urteilt in „Insights – Digital Assets: Beauty Is Not in the Eye of the Beholder“: »Kürzlich schlägt eine noch ehrgeizigere Blockchain-basierte Plattform, der Dfinity Internet Computer, vor, das aktuelle Internet durch ein neues Paradigma zu ersetzen, in dem alle Daten und Anwendungen zusammenhängend gehostet werden. Es wer-

den bereits dezentrale Anwendungen gestartet, mit dem Ziel, zentralisierte Technologieplattformen wie Facebook, Google und LinkedIn zu ersetzen.« Bereits zwei Monate nach dem Launch haben über 500 Entwickler Anwendungen entwickelt, beispielsweise DSCVR, eine dezentrale Social-Content-Aggregation-Plattform ähnlich Reddit, bei der die Nutzer jedoch nicht nur die Inhalte, sondern auch die Plattform selbst kontrollieren. Fleek ist ein dezentrales Web Hosting mit zahlreichen bereitgestellten Websites, OpenChat bietet dezentrales Echtzeit-Messaging auf Blockchain-Basis.

Geschäftsmodell Cloud 3.0

Bei allen Unterschieden haben beide Projekte auch vieles gemeinsam: Sie wollen höchste Sicherheit, Datensouveränität und Geschwindigkeit bieten. Ihre Ökosysteme befinden sich noch in der Entstehung, sind aber aufgrund ihrer Daseinsberechtigung erfolversprechend im Kampf gegen eine zentralisierte Datenhoheit von nur wenigen US-Unternehmen. Und sie bieten Unternehmen, die noch Platz in ihrem Rechenzentrum haben, eine Chance für ein lukratives Geschäftsmodell. Denn Speicherplatz und Rechenkapazitäten bzw. Server sind bei beiden Cloudmodellen gefragt.

Bei der Auswahl und Beschaffung energieeffizienter Server bzw. Serverkomponenten lohnt sich ein Blick in das Portfolio eines Distributors. Hier lassen sich bei nur einer Anlaufstelle mehrere Produktanbieter vergleichen – und zwar nicht nur anhand von Datenblättern, sondern



Der nächste Crash wird kommen

Die Aktien der größten Cloud-Anbieter Microsoft, Amazon, IBM und Alphabet (Google) haben sich nach dem jüngsten Börsencrash schneller erholt, als die meisten Finanzexperten prophezeit hatten. Das Cloud-Wachstum dürfte seinen Anteil daran gehabt haben – und das ist durch die Corona-Shutdowns stärker ausgefallen als zuvor. Welchen Crash werden wir als Nächstes erleben? Wirtschaftskrieg samt Handelsembargo? Gerissene Unterseekabel nach Übersee? Abgestürzte Satelliten? Europa und die hiesigen Unternehmen sind in jedem Fall gut beraten, (auch) auf Alternativen zu setzen, um ihre Abhängigkeit von den US-Konzernen zu reduzieren. Doch nicht nur in Sachen Cloud, auch bei

den Halbleiterherstellern und Distributoren führen amerikanische Großunternehmen die Umsatz-Rankings an – und die europäische Industrie ist stark von ihnen abhängig. Um wieder mehr Souveränität zu gewinnen, investieren einige europäische Staaten in die Entwicklung moderner Mikroprozessoren und Halbleiter und haben Initiativen wie die „Electronic Components and Systems for European Leadership (ECSEL) Joint Technology Initiative (JTI)“ ins Leben gerufen. Rutronik begrüßt dies und setzt sich als international agierender Broadliner mit europäischen Wurzeln dafür ein, die hiesigen Unternehmen zu stärken und zugleich weltweit den globalen Austausch zu fördern.

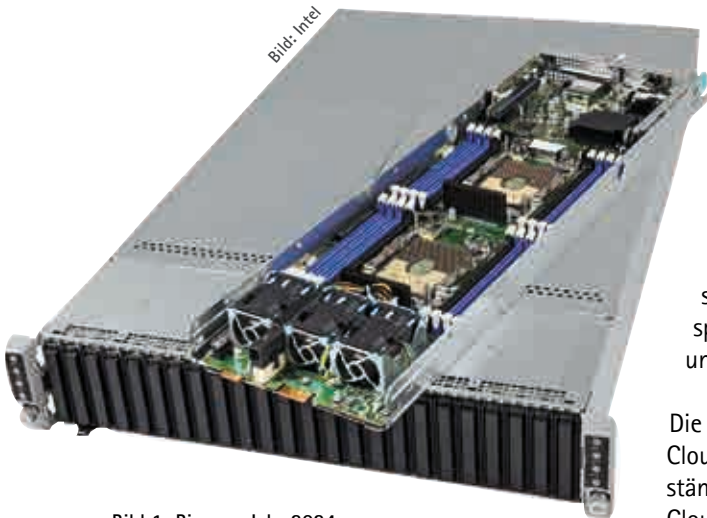


Bild 1: Bis zum Jahr 2024 werden 80 Prozent der Workloads auf einer Cloud-Architektur laufen, so Intel und Bain. Die Data Center Blocks für die Cloud von Intel machen den Umstieg auf die Cloud schneller und einfacher.

auch hinsichtlich weichen, aber wichtigen Eigenschaften wie Langzeitverfügbarkeit, Reklamationsquote, Kulanzverhalten oder Roadmap.

Hochperformante Server und Komponenten

Rutronik bietet fertig aufgebaute Server von Advantech, Asus, Calmo, Kontron und Intel ebenso an wie Einzelkomponenten zum Bau individueller Großrechner, um bei GAIA-X oder dem Internet-Computer eine hochperformante Rolle im Netzwerk spielen zu können. Geht es

beispielsweise um eine 3D-Crash-Simulation eines Autounfalls und dessen Auswirkungen auf die einzelnen Baugruppen, ist ein extrem grafikstarker Server gefragt. Hierfür hat Rutronik spezielle Barebone-Server und sehr leistungsfähige Grafikkarten im Portfolio. Außerdem gehören Gehäuse, Lüfter, CPU, Mainboard, Arbeitsspeicher und Datenspeicher bis zu AI- und Grafik-Beschleuniger dazu.

Die Intel Data Center Blocks (DCB) für die Cloud (Bild 1) sind vorzertifiziert und vollständig validiert, um den Umstieg auf die Cloud schneller und einfacher zu bewältigen. Kunden haben die Wahl aus vorkonfigurierten Servern oder einem individuell angepassten System. Das Intel-Server-System VRN2208WFAF84R wurde beispielsweise designed für VMware Virtual SAN (Storage Area Network) und basiert auf skalierbaren Intel-Xeon-Prozessoren und dem Intel Server System Mainboard R2208WF0ZSR. Standardmäßig kommt es mit 1 TB Raw Memory (384 GB DDR4-RAM, 1 TB DCPMM) und 24 TB Raw Storage (0,48 TB Boot Device, 1,5 TB Cache Tier, 24 TB Capacity Tier).

Als leistungsfähige Stromversorgung für Serverparks und Rechenzentren bietet Rutronik z.B. die Online-UPS- (Uninterruptible Power Supply) Serie Epos von FSP an (Bild 2). Sie umfasst Modelle zwischen 10 kVA und 200 kVA mit echter Double-Conversion-Technologie.

Für eine zuverlässige Ausgangsleistung sorgen die DSP-Technologie und eine aktive Leistungsfaktorkorrektur in allen Phasen des 50- bzw. 60-Hz-Modus des Frequenzumrichters. Die N+X-Batterie-Redundanzfunktion reduziert Stromausfälle und optimiert das Lade- und Nutzungsverhalten von Batterienetzwerken. Das einfach konfigurierbare Lieferprogramm der EPOS-Serie eröffnet Nutzern viel Flexibilität, um den ständig steigenden Energiebedarf von IT- und Netzwerk-Umgebungen zu decken.

Um auch kleinere Stromverbraucher sicher zu versorgen, hält FSP weitere Angebote bereit, darunter Netzteile, redundante Netzteile sowie UPS.

Im Gegensatz zu reinen IT-Distributoren verfügt Rutronik zudem über langjährige Erfahrung im Embedded-Segment, also bei anspruchsvollen und robusten Industriecomputern, sowie Fachwissen auf Ebene der elektronischen Bauteile. Dank enger Partnerschaften mit Herstellern, z.B. von Halbleitern, Steckverbindern oder LEDs, wissen die Rutronik-Fachleute, wie lange es den Spannungswandlerchip auf dem Mainboard noch geben wird, wie viele Steckzyklen das M.2-Interface übersteht oder warum bei SSDs mit gleichen Kapazitäten oft ein zehnfacher Preisunterschied vorliegt und wie die Controllerchips der SSD die perfekte Balance aus Datensicherheit, Langlebigkeit und Geschwindigkeit sicherstellen. So erhalten Unternehmen eine zuverlässige und zukunftsfähige Lösung. ■

Bild 2: Die Epos-Online-UPS-Serie von FSP schützt Serverparks und Rechenzentren vor allen erdenklichen Störungen, wie Rauschen, Blitzschlag und Leckstrom.





The DNA of tech.™

Discover How Vishay's IHLP Power Inductors Enhance Commercial and Industrial Applications

Find out more about what our power inductors can offer your designs



INDUSTRIAL APPLICATIONS

- Laser equipment
- Solar inverters
- High end embedded / industrial computing
- Industrial control units
- Construction vehicles
- E-bikes

ADDITIONAL BENEFITS

Vishay's invention of the composite inductor created a fundamental component that designers rely on to drive innovation in electronics. Continuous product advancements have brought the benefits of Vishay's shielded inductors to nearly every application for commercial and industrial electronics.

Sprachsteuerung

Wie smarte Geräte besser klingen und hören

Der weltweite Absatz smarterer Lautsprecher ist von 2018 auf 2019 bereits von 99,8 auf 134,8 Millionen Stück gestiegen; bis 2025 prognostiziert Statista einen Zuwachs auf 205,9 Millionen Geräte. Je mehr sie durch erstklassigen Klang und zuverlässige Sprachsteuerung überzeugen, desto stärker wird dieses Wachstum ausfallen. Einige Designrichtlinien helfen dabei.

VON ANNE SANTHAKUMAR, PRODUCT SALES MANAGER ACOUSTIC COMPONENTS & TIMING DEVICES BEI RUTRONIK, JEFF HSIEH, SENIOR MANAGER OF ACOUSTIC R&D DEPT. I, UND SAM CHENG, DIRECTOR OF ACOUSTIC R&D DEPT. II, BEIDE KINGSTATE ELECTRONICS

Musik abspielen, den Wetterbericht vorlesen und smarte Geräte steuern – das und mehr erledigen Smart Speaker. Sie bestehen üblicherweise aus einem zylindrischen Gehäuse mit einem nach unten gerichteten Lautsprecher. Dieser sollte die Klänge gleichmäßig in einem 360-Grad-Raumeffekt abstrahlen, sodass sie überall optimal zu hören sind. Um die Spracheingaben von Nutzern von überall her zu empfangen, sind in der Regel Array-Mikrofone mit einem entsprechenden Algorithmus integriert.

Ein Diffusor verteilt den Schall möglichst gleichmäßig in der Umgebung. Wie sich die Schallwellen ausbreiten, wird vor allem durch seine Geometrie und den Abstand zwischen Diffusor und Lautsprechermembran bestimmt. Kingstate, Anbieter von akustischen Komponenten und Sound-Lösungen, nutzt die Finite-Elemente-Analyse, um die Klangqualität und Leistung der Produkte zu optimieren. Damit erstellt Kingstate ein Simulationsmodell, das das Polardiagramm des sich ausbreitenden Schalls vorhersagt. (Bild 1).

Fortschrittliche Mikros für besseres Verstehen

Eine Hürde auf dem Weg zum Durchbruch sprachgesteuerter Geräte und Haussteuerungssysteme war lange die mangelhafte Spracherkennung – zu oft bekamen Nutzer die Antwort „Ich habe Sie nicht verstanden. Bitte

wiederholen Sie Ihre Eingabe.“ Einen Ansatz, um dieses Problem zu lösen, bieten aktuelle, fortschrittlichere Mikrofone: Sie optimieren die Aufnahme von Stimmen und reduzieren gleichzeitig unerwünschte Hintergrundgeräusche. So sorgen sie für eine verbesserte Spracherkennung und mehr Bedienkomfort.

Mikrofone sind hochempfindliche akustische Komponenten, die jedoch nicht nur minimale Schallsignale in der Luft empfangen, sondern auch die leitende Resonanz und die harmonischen Verzerrungen durch Schwingungen des Lautsprechers und der Mechanik des Produkts. Aufgrund dieser nichtlinearen Signale kann der DSP (digitaler Signalprozessor) das AEC (Acoustic Echo Cancellation) Signal nicht effektiv verarbeiten, der Nutzer hört ein Echo. Die Audioqualität verschlechtert sich und es entsteht ein Rauschen. Doch es gibt einige Möglichkeiten, die Mikrofone zusammen mit den Lautsprechern zu gestalten, um eine höhere Klangqualität zu erhalten:

1. Mikrofon-Array: Ein Mikrofon-Array aus zwei bis acht Mikrofonen lässt sich mit DSP- und Beamforming-Algorithmen kombinieren, um die Sprachqualität zu verbessern (Bild 2). Hierbei werden die einzelnen Mikrofone in unterschiedlichen Winkeln platziert (die Distanz zu den jeweiligen Mikrofonen ist wichtig, um Phasenprobleme zu vermeiden), um so die Signale aus diversen Quellen zu lokalisieren und zu bewerten.

2. Mikrofon-Empfindlichkeit und -Frequenz: Die Mikrofone des Arrays sollten möglichst identische Frequenzgänge haben, die idealerweise nicht mehr als 1 dB voneinander abweichen. Dadurch lässt sich die Abweichung der Berechnung durch den DSP reduzieren. Die Gesamtlänge des Schalltunnels, also der Strecke, die der Schall zwischen Mikrofon und oberem Rand der Blende zurücklegt (Bild 3), sollte nicht länger sein als 5 mm und eine Resonanzfrequenz des Mikrofonkanals von 12 kHz nicht unterschreiten.

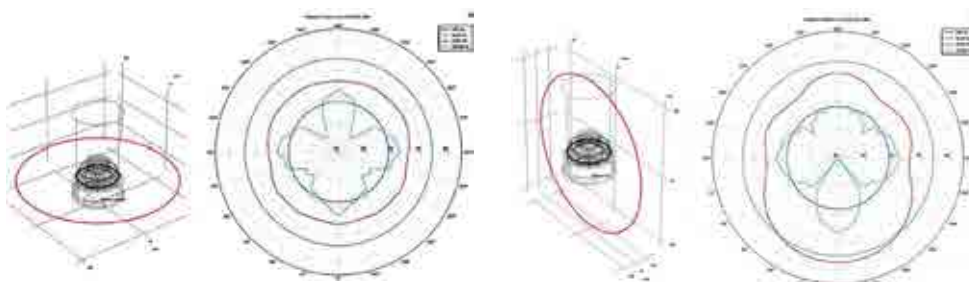


Bild 1: Das Polardiagramm zeigt, wie sich der Schall ausbreiten wird.

Bilder: Kingstate

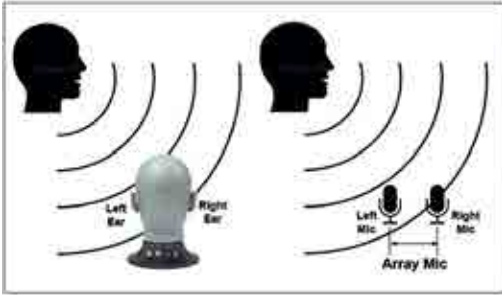


Bild 2: Durch die Kombination der Informationen vom linken und rechten Ohr kann der Mensch die Schallrichtung lokalisieren. Genau dasselbe Prinzip lässt sich mit zwei oder mehr Mikrofonen umsetzen.

3. Mikrofon-Phase: Die Phasen der Mikrofone sollten möglichst nah beieinander liegen, idealerweise bei $\pm 5^\circ$. Dadurch reduziert sich die Abweichungszeit während der DSP-Berechnung und gewährleistet eine hohe Genauigkeit des Schalls und der Richtcharakteristik.

4. Abdichtung des Mikrofon-Gummihalters: Ein weiterer Aspekt, der die Soundqualität verfälschen kann, ist die Abdichtung des Mikrofon-Gummihalters. Um zu verhindern, dass der Schall des internen Lautsprechers eines Geräts durch einen Spalt in den Schalltunnel des Mikrofons (Bild 3) gelangt, müssen Gummihalter und Blende des Mikrofons nahtlos abgedichtet sein. Zudem sollte die Schalldämmung mindestens 20 dB SPL (Decibel Sound Pressure Level) betragen.

5. Positionierung und Stoßfestigkeit: Aufgrund der Verstärkung des Lautsprechers und der AEC-Signalverarbeitung des Mikrofons wird der Lautsprecher in der Regel in der Mitte des Geräts platziert. Das Mikrofon sollte sich möglichst weit vom Lautsprecher entfernt befinden. Damit es stoßfest und luftdicht ist, muss das Mikrofon mit Gummi abgedeckt sein. Gehäuse und Schraubenlöcher des Lautsprechers sollten mit einem Schaumstoff oder einer Gummihalterung gesichert werden, um Vibrationen zu vermeiden. Denn sonst empfängt das Mikrofon ein Störsignal vom Lautsprecher, was die Qualität der AEC beeinträchtigt.

Mit diesen Richtlinien lassen sich zuverlässige akustische Designs realisieren – und dem Siegeszug der Smart Speaker steht nichts mehr im Wege. ■

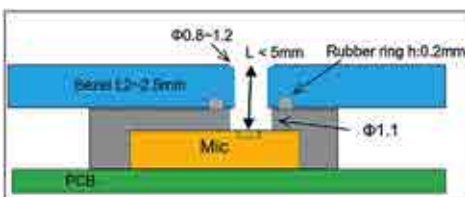


Bild 3: Design des Mikrofon-Gummihalters und der Blende

Ich bin ein Blindtext...

...von Geburt an. Es hat lange gedauert, bis ich begriffen habe, was es bedeutet, ein blinder Text zu sein: Man macht keinen Sinn.

FÜR TEXTE MIT SINN:



Christine Schulze
zielsicher kommunizieren

UV-C-LED-Module

Luft und Wasser mit Licht reinigen

Die Erfindung der Quecksilberlampe vor gut hundert Jahren hat die medizinische Sterilisation revolutioniert.

Bis heute spielen ultraviolette Strahlen eine wichtige Rolle bei der Desinfektion und Sterilisation von Innenräumen – erst recht seit Ausbruch der Corona-Pandemie.

UV-C-LEDs eröffnen zahlreiche neue Möglichkeiten.

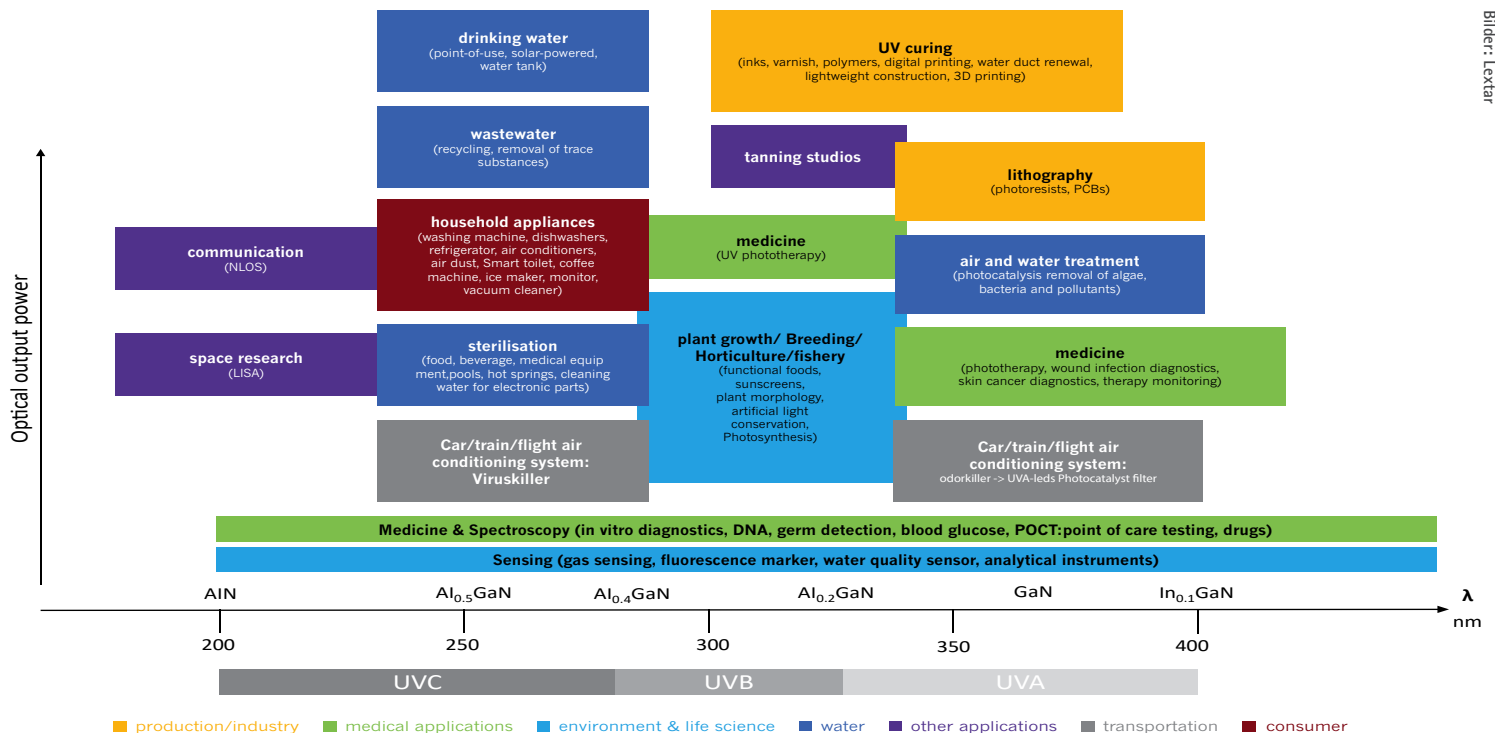


VON ALAIN BRUNO KAMWA,
PRODUCT SALES MANAGER OPTO
BEI RUTRONIK, UND
NANCY YANG, SALES MARKETING
BEI LEXTAR

Atemtropfen, Kontakt und Aerosole sind die Hauptübertragungswege von Covid-19. Die Sterilisation der Luft ist deshalb – neben Impfungen, Tests und den allgemeinen Corona-Regeln – ein wichtiges Mittel, um die Pandemie einzudämmen.

Hierfür stehen zahlreiche Methoden zur Verfügung. Eine der einfachsten ist die direkte Bestrahlung durch UV-Lampen, wie sie z.B. in Krankenhäusern genutzt wird. Sie hat eine gute Sterilisationseffizienz, aber auch einige Mankos: Erstens müssen alle Menschen den

Raum während der Sterilisation verlassen, da es zu gesundheitlichen Schäden führen kann, wenn die UV-Strahlen den Körper treffen. Zweitens ist für eine wirksame Sterilisation sehr viel ultraviolette Energie erforderlich. Denn die UV-C-Strahlen, die für die Sterilisation infrage kommen (Bild 1), werden bei der Übertragung stark abgeschwächt: Die Dosisleistung auf einer bestimmten Fläche nimmt mit zunehmendem Abstand von der Strahlungsquelle umgekehrt proportional zum Quadrat des Abstands ab (Bild 2). Damit ist diese Methode für öffentliche Orte kaum geeignet.



Bilder: Lextar

Bild 1: UV-A-, UV-B- und UV-C-Strahlen und ihre Technologien, Zielmärkte und Anwendungen

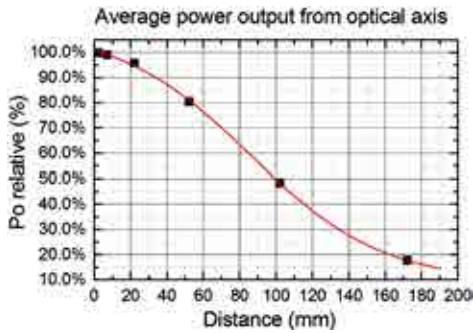


Bild 2: Mit zunehmender Distanz von der Lichtquelle schwächt sich die UV-C-Strahlung immer mehr ab.

*Versteckte
Luftreinigung*

Moderne UV-C-LED-Lichtquellen eröffnen jetzt neue Möglichkeiten. Denn gegenüber den Quecksilberlampen haben sie bei denselben Volumeneigenschaften eine höhere Energiedichte und einen geringeren Stromverbrauch. Und da sie sehr klein sind, lassen sie sich einfach integrieren und ermöglichen „versteckte“ UV-Sterilisationsprodukte. Diese nehmen keinen Platz weg und müssen nicht separat gereinigt werden. Auf der Minusseite stehen höhere Kosten und eine begrenzte Lichtausbeute. Derzeit liegt die Lichtleistung einer einzelnen LED in der Regel noch im Milliwatt-Bereich. Damit kann sie nicht wie eine Quecksilberlampenröhre die Luft durch die Bestrahlung einer großen Fläche reinigen. Deshalb werden UV-C-LEDs mit anderen Methoden kombiniert, um Bakterien in der Luft abzutöten.

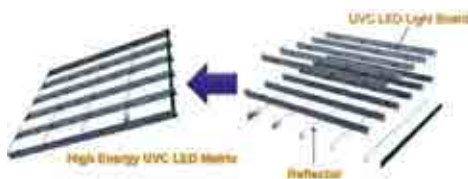


Bild 3: Mit drei Reflektoren pro UV-C-LED erzeugt die Matrix besonders energiereiche UV-C-Strahlung.



Bild 4: Das Automotive UV-C-LED-Desinfectionsmodul lässt sich in die Klimaanlage eines Fahrzeugs integrieren.

Aktuelle Ansätze beinhalten eine Luftumwälzung, einen Photokatalysator, UV-A-LEDs, einen hocheffizienten HEPA-Filter und ein UV-C-LED-Sterilisationssystem. Zur Luftumwälzung dient meist ein Lüfter, der die Raumluft zirkulieren lässt und die darin schwebenden Bakterien und Viren zum Filterelement im Entkeimungsraum treibt. Sie reichern sich an der Oberfläche des Filterelements an. Im Gegensatz zu klassischen Luftreinigern sammeln sie sich hier nicht nur, sondern werden durch die UV-C-LED unschädlich gemacht. Bei dieser Methode bleibt die Strahlung innerhalb des Geräts; deshalb ist es nicht nötig, dass Menschen den Raum während der Sterilisation verlassen.

Das UV-C-LED-Entkeimungsmodul LBM2101 von Lextar lässt sich durch seine kompakte Größe mit einem Durchmesser von 27 mm und einer Höhe von 12,7 mm in Luftreinigungsgeräte, Klimaanlage und andere kompakte Endgeräte integrieren (Bild 3). Sein spezielles Design konzentriert die von der LED abgegebenen UV-Strahlen im Inneren des Geräts. Das erhöht die Wirksamkeit der UV-C-Strahlung und sorgt dafür, dass die Strahlung nicht austritt. Bereits nach einer Stunde erreicht die Sterilisationsleistung mehr als 99 Prozent, d.h. es werden über 99 Prozent der in der Luft befindlichen Viren und Bakterien unschädlich gemacht. Das Aluminiumgehäuse sorgt für eine hervorragende Wärmeableitung und erhöht so die Lebensdauer der LED.

*Autofahren
ohne Ansteckungsrisiko*

Das Coronavirus überlebt in der Luft bis zu drei Stunden, am längsten in Innenräumen. Um die Ansteckungsgefahr in Fahrzeugen zu reduzieren, etwa in Taxis, Carsharing-Fahrzeugen oder Bussen und Bahnen, hat Lextar ein Automotive-UV-C-LED-Desinfektionsmodul entwickelt. Es lässt sich mit der Klimaanlage des Fahrzeugs kombinieren, ohne deren Funktion zu beeinflussen, und zerstört 99 Prozent der Sars-CoV-2-Erreger.

Das Modul besteht aus einer UV-C-LED-Matrix, in der jede der 20 LEDs mit drei Reflektoren ausgestattet ist und so besonders energiereiche UV-C-Strahlen erzeugt (Bild 4). Dazu kommt ein Nano-Scale-Filter, der 99,53 Prozent (Toleranz: ±10 Prozent) der PM2,5-Partikel aus der Luft entfernt und so die Qualität der Innenraumluft verbessert. Das Modul ist mit aktuellen Auto-Filterssystemen kompatibel, sodass es ohne Modifikation

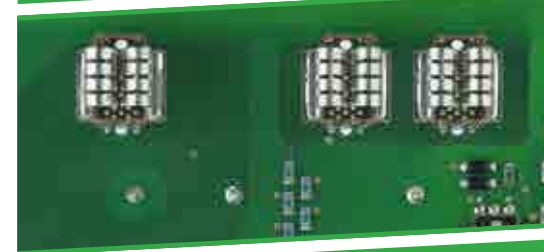


**Hochstrom-
Kontaktelemente**

vielfältige Einsatzmöglichkeiten
in kompakten Steuergeräten
und On-Board-Lademodulen

Kontaktierung mit Flachmesser,
steckbar von oben
oder von unten

für SMT-Löten
oder Schweißen



von 65 A
bis 80 A

tion ausgetauscht und entsprechend den Kundenwünschen angepasst werden kann.

*Wasser mit Licht
entkeimen*

Doch UV-C-LED-Sterilisations- und Desinfektionsmodule können nicht nur zur Entkeimung von Luft eingesetzt werden, sondern auch von Oberflächen und Wasser. Bei Letzterem ist zu unterscheiden, ob es um fließendes oder um stehendes Wasser geht. In Tanks für Wasseraufbereiter oder in Wasserspeichern für Luftbefeuchter steht das gereinigte Wasser normalerweise für eine lange Zeit, sodass sich Bakterien von Lebewesen in der Luft oder auf Oberflächen stark vermehren können. Die statischen Wasserentkeimungsmodule von Lextar (Bild 5) bestrahlen das Wasser im Speicher regelmäßig mit einer ausreichenden Strahlungsleistung, um die Bakterien abzutöten.

Die beste Sterilisationsrate lässt sich erzielen, wenn das Modul am Boden des Wasserspeichers installiert wird und die UV-C-Strahlen durch ein Fenster in dem wasserdichten Modulgehäuse direkt auf das Wasser treffen. Das Sterilisationsmodul kann jedoch auch an der Seite oder oben auf dem Wasserspeicher angebracht werden.

Ganz anders die Entkeimung von fließendem Wasser: Es strömt relativ schnell durch die Rohrleitung – und dabei auch durch das Entkeimungsmodul. Dieses muss die Bakterien also innerhalb kürzester Zeit vollständig vernichten. Hierfür ist eine sehr hohe Strahlungsleistung nötig, was auch zu höheren Kosten führt als bei Sterilisationsmodulen für stehendes Wasser. Deshalb finden sich solche Module derzeit vor allem in hochwertigen Wasserspendern für den Haushalt und in gewerblichen Maschinen.

Der Installationsort des Moduls ist hier nicht so kritisch wie bei stehendem Wasser. Was jedoch berücksichtigt werden sollte, ist die Län-



Bild 5: Das Wasseraufbereitungsmodul ist für fließendes Wasser mit einer Durchflussmenge zwischen 0,6 und 12 l/min einsetzbar.



Warum LEDs kein Ozon erzeugen

Im Zusammenhang mit Raumlufthereinigungsgeräten wird immer wieder vor der Bildung von gesundheitsschädlichem Ozon gewarnt. Ionisatoren erzeugen Ozon, um Moleküle in der Luft, die als unangenehme Gerüche wahrgenommen werden, zu spalten und so die Gerüche zu beseitigen. Auch Geräte, die auf Basis von Elektrofiltern oder mit nichtthermischem Plasma arbeiten, können Ozon bilden. Das gilt jedoch nicht für Geräte, die auf der Wirkung von UV-C-LEDs basieren. Ozon besteht aus

drei Sauerstoffatomen. Um das Gas zu erzeugen, muss die chemische Bindung des Sauerstoffs gebrochen werden. Hierfür muss die durch die Lichtquelle erzeugte Bindungsenergie größer sein als die von Sauerstoff, die bei 5,1 eV (Elektronenvolt) liegt. Eine Quecksilberlampe kommt auf eine Bindungsenergie von 6,7 eV. Damit kann sie Ozon erzeugen. Die Bindungsenergie einer UV-C-LED beträgt jedoch nur 4,5 eV, d.h. sie ist nicht in der Lage, Ozon zu bilden.

ge der Wasserauslassleitung. Da es in der Wasserleitung zu Sekundärverschmutzungen kommen kann, ist es umso besser, je kürzer die Strecke vom Wasserauslass des Moduls zum Wasserauslass des Geräts ist.

Multitalent UV-Licht

Dank ihrer sterilisierenden Wirkung haben UV-C-LEDs durch die Corona-Pandemie einen enormen Nachfrageschub erfahren. Doch UV-Licht kann noch mehr, z.B. unangenehme Gerüche neutralisieren, den Obst- und Gemüseanbau ohne natürliche Sonne ermöglichen und die Erzeugnisse nach der Ernte länger frisch halten. Es kann die Trocknung und Aushärtung z.B. von

Kunststoffbeschichtungen oder Lacken beschleunigen und durch Spektroskopie die Zusammensetzung von Medikamenten erkennen.

Für Anwendungen wie diese führt Rutronik alle notwendigen Komponenten – von den UV-Lampen, -Modulen, -Linsen und LED-Treibern über Lüfter für das Thermomanagement bis zu Kontrollsensoren z.B. für UV, VOC (Volatile Organic Compounds) und PIR (Passive Infrared Sensor). Zudem hat Rutronik zwei Boards entwickelt: Das erste ist ein Evaluation Board, das mittels eines VOC-Sensors Gerüche detektiert und mit UV-A-LEDs plus Photokatalysefilter neutralisiert. Das zweite Board ermöglicht mithilfe von UV-C-LEDs die Desinfektion von Luft, Wasser und Oberflächen. ■

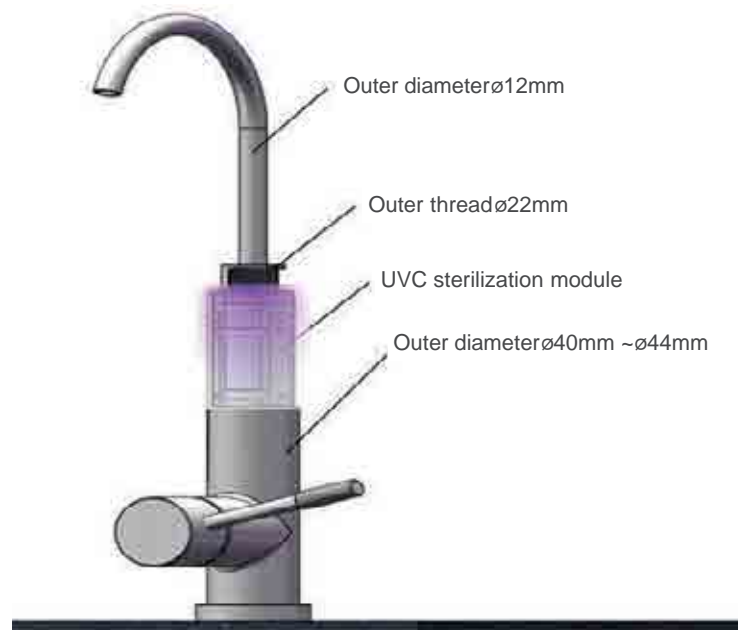


Bild 6: Keimfreies Wasser direkt aus dem Hahn: Das Wasserhahn-UV-C-Sterilisationsmodul von Lextar mit einer Leistungsaufnahme von 10 bis 30 W reinigt eine Durchflussmenge von 2 l/min bis 12 l/min.

ToF-Lidar

3D-Erfassung wie im Flug

Die dreidimensionale Erfassung der Umwelt gewinnt in immer mehr Einsatzszenarien an Bedeutung, vom Smartphone über das Auto bis in die Industrie. Eine Methode hierfür ist das Time-of-Flight-Verfahren mit Lidar-Systemen.

VON ALAIN BRUNO KAMWA, PRODUCT SALES MANAGER OPTO BEI RUTRONIK

Mithilfe des Time-of-Flight- (ToF) Verfahrens lassen sich Position, Form und Bewegung von Personen und Objekten erkennen. Das grundlegende Prinzip ist einfach: Eine Lichtquelle sendet Lichtstrahlen aus, die von der Umgebung reflektiert werden. Eine entsprechende ToF-Kamera fängt das reflektierte Licht auf, die Entfernung wird anhand der bekannten Lichtgeschwindigkeit und der gemessenen Laufzeit des Lichts errechnet.

Dabei werden zwei Hauptansätze unterschieden: Bei indirektem ToF (iToF) wird die Lichtquelle moduliert und die Phasenverschiebung des reflektierten Lichts erfasst. Da diese Methode relativ unempfindlich gegenüber einer Drift der internen Zeitmessung ist, eignet sie sich vor allem für kürzere Entfernungen.

Bei direktem ToF (dToF) misst der Sensor die Zeit direkt wie oben beschrieben. Eine Methode für dToF ist Lidar. Wie Radar ist das ein Verfahren zur Erfassung und Entfernungsmessung (Detection And Ranging, DAR); Lidar nutzt

hierfür Lichtwellen, Radar Funkwellen. Eine gepulste Laserdiode in Lidar-Sensoren sendet einen Lichtpuls, mit dem die Entfernung zwischen dem Sensor und dem Hindernis bestimmt wird. Grundlage hierfür ist eine sehr präzise Zeitbasis. Minimale Änderungen würden sich bei geringen Entfernungen stark auswirken; deshalb eignet sich Lidar vor allem für mittlere oder große Reichweiten von über 100 m.

Größeres Sichtfeld, höhere Auflösung

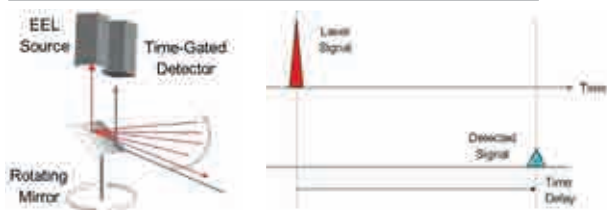
Als Lichtquelle kommt in einem Lidar-Sensor eine Laserdiode zum Einsatz. Da sie einen sehr kleinen, extrem fokussierten Lichtstrahl erzeugt, lässt sich nur die Entfernung eines genau kleinen Punktes messen. Für die 3D-Erfassung, wie sie z.B. für die Gesichtserkennung, Fahrerassistenzsysteme oder gar das autonome Fahren nötig ist, genügt das nicht. Um den erfassten Bereich, das sogenannte Sichtfeld

(Field of View, FoV), zu vergrößern, gibt es verschiedene Ansätze.

Beim Flash-Lidar wird der Lichtstrahl durch Optiken gestreut und so der Abstrahlwinkel vergrößert. Das sorgt jedoch für diffuses und deutlich schwächeres Licht. Dieses Manko beseitigt die Scanning-Lidar-Technologie. Sie lenkt den Lichtstrahl mithilfe bewegter Mikrospiegel über das zu erfassende FoV, das quasi abgescannt wird. Für den Einsatz in Fahrzeugen sind Scanning-Lidar-Sensoren aber ungeeignet: Mit Abmessungen von ca. 10,5 cm x 6 cm x 10 cm sind sie sehr groß, zudem sind die beweglichen Spiegel anfällig gegenüber Vibrationen, Stößen, Staub und extremen Temperaturen, wie sie sich bei Fahrzeugen nicht vermeiden lassen.

Kleiner und robuster sind Solid-State-Lidar-Sensoren. Sie nutzen Halbleiter anstelle mechanischer Komponenten, um den Lichtstrahl zu lenken. In Lidar mit MEMS-basierten Spiegeln ist das eine Matrix aus Mikrosiegeln, die

Direct Time of Flight (dToF)



Indirect Time of Flight (iToF)

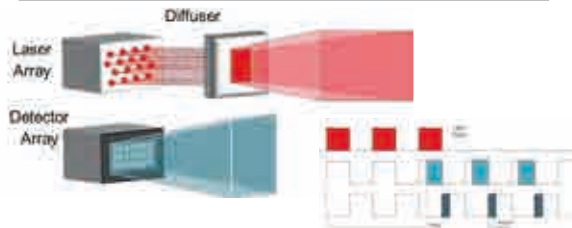
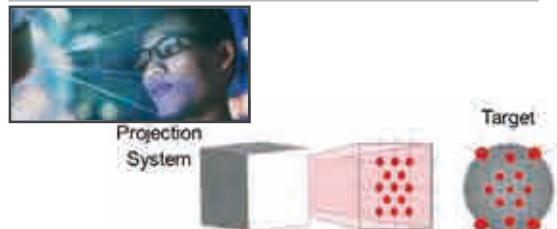


Bild: ams Oram

Structured Light

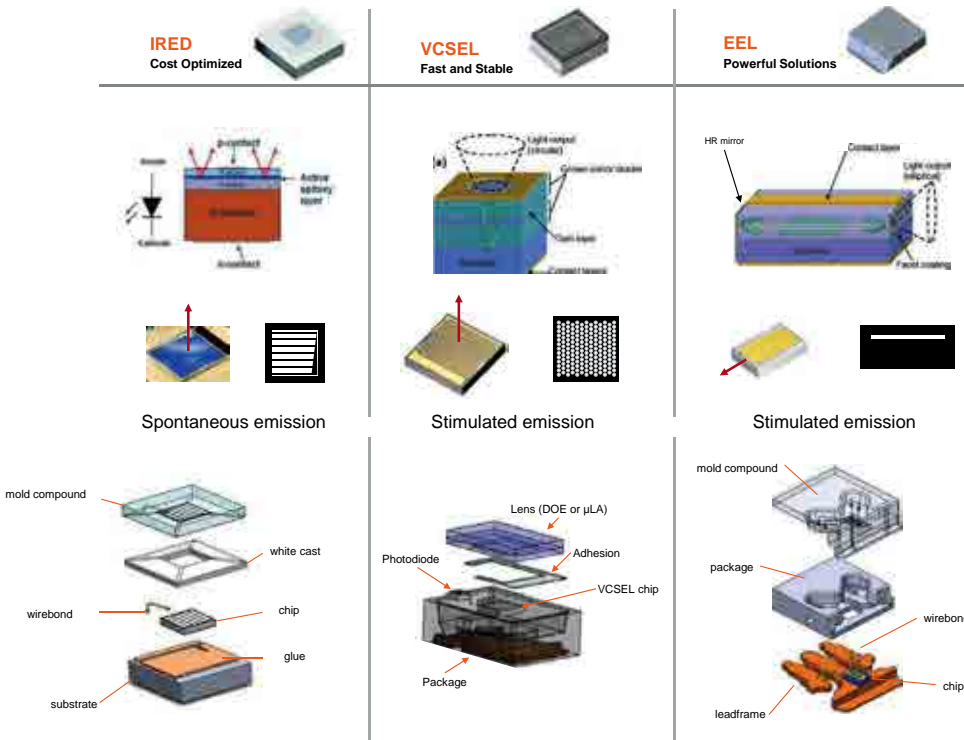


Camera Illumination / Stereo Vision



Verschiedene Messtechniken für die Lichtdetektion und Entfernungsmessung

Bild: ams Osram



Chip-Technologie und -Gehäuse für Hochleistungs-Infrarot-LED, VCSEL und Kanten-emittierende Laser (Edge Emitting Laser, EELs) im Vergleich

durch elektrostatische Felder mehrere tausend Mal pro Sekunde zwischen zwei Positionen hin und her wechseln.

Lichtquelle IRED, EEL oder VCSEL

Die Lichtquelle selbst bilden entweder Infrarot-LEDs (IRED), Kanten-emittierende Laser (Edge-Emitting Lasers, EEL) oder Oberflächen-emittierende Laser (Vertical Cavity Surface Emitting Lasers, VCSEL).

In vielen Anwendungen haben sich IRED und EEL etabliert. Die Vorzüge von IRED bestehen

vor allem in ihrem homogenen Licht und ihrer hohen Leistungsdichte. Zudem sind sie relativ kostengünstig und bieten ein einfaches Packaging. EEL punkten dagegen mit höherer Leuchtstärke, hoher Leistung und Effizienz – und damit größeren Reichweiten.

Eine Kombination aus dem einfachen Packaging von IRED und der spektralen Breite und Geschwindigkeit eines EEL bieten VCSEL. Ihre Leistungsdichte bewegt sich derzeit zwischen der einer IRED und der eines EEL. VCSEL benötigen zwar etwas mehr Bauraum als EEL, bringen dafür aber Vorteile für bestimmte Anwendungen mit. Für Flash-Lidar-Systeme qua-

lizieren sie sich durch ihre Abstrahlcharakteristik; außerdem weisen sie eine gute Wellenlängen-Stabilität bei steigenden Temperaturen auf.

Der Resonator von VCSEL, in dem der Laserstrahl erzeugt wird, besteht aus zwei Bragg-Spiegeln, die parallel zur Ebene des Wafers angeordnet sind. Die Spiegel selbst setzen sich aus mehreren Schichten zusammen, sie erzielen einen Reflexionsgrad von über 99 Prozent und – zusammen mit der Planartechnik der Spiegel – die hervorragende kreisförmige Strahlqualität, eine geringe Divergenz und einen niedrigen Schellwertstrom. Dadurch ist weder eine sekundäre noch eine externe Optik nötig, wie sie bei herkömmlichen Kanten-Emittern gebraucht werden. Zudem macht diese Bauweise VCSEL unempfindlich gegenüber mechanischen Erschütterungen. Trotzdem erzielen sie eine gute Fokussierbarkeit und bieten eine einfache Faser-Einkopplung und einen geringen Leistungsverbrauch.

Für dToF-Anwendungen, die eine hohe Leistungsdichte für Entfernungsmessungen über 200 m benötigen, sind meist EEL die Laser der Wahl. Eine breite Palette mit unterschiedlichen Gehäusedesigns (TO, Kunststoff, SMT) und Leistungsklassen bietet ams Osram. Diese EEL liefern die höchsten Durchschnittsleistungen auf dem Markt und sind in der Pick&Place- und Reflow-Lötverarbeitung (SMT) einfach zu verwenden.

Für 3D-Sensoranwendungen, die geringere Entfernungen abdecken, hat ams Osram die Infrarot-Lasermodule der Bidos-Serie entwickelt. Die Serie umfasst VCSEL-Bauteile bis 100 W und einer Wellenlänge von 850 nm bzw. 940 nm.

Das 940-nm-VCSEL-Power-Array liefert eine optische Ausgangsleistung von 3 W bei typischen Anstiegs- und Abfallzeiten von 0,5 ns. Die integrierte Monitorphotodiode ermöglicht sowohl die Kalibrierung der optischen Ausgangsleistung als auch die automatische Leistungsregelung und die Erkennung von Laser-Sicherheitsproblemen wie Linsenfall oder Hautkontakt, der bei Laseranwendungen stets zu vermeiden ist.

Leistungsstarke Laser für das autonome Fahren

Bei autonomen Fahrzeugen hat Sicherheit oberste Priorität. Hierfür sind Lidar-Systeme mit hoher Reichweite und Schnelligkeit erforderlich – und damit sehr leistungsstarke Laser.

Bild: ams Osram

	Short Range 0 m – 40 m City Traffic, Freeway lane change	Mid Range 1 m – 90 m City Traffic, Interurban road crossing Freeway rear view	Long Range 1 m – 250 m Freeway, long distance view
Flash LiDAR	● EEL ● VCSEL	● EEL ● VCSEL	
TSS LiDAR	● VCSEL	● VCSEL	● VCSEL
MEMS ToF LiDAR	● EEL	● EEL	● EEL
Mechanical Scanning LiDAR	● EEL ● VCSEL	● EEL ● VCSEL	● EEL ● VCSEL

Je nach Lidar-Architektur eignet sich ein Kanten- (EEL) oder Oberflächen-emittierender (VCSEL) Laser (je voller der Kreis, desto passender ist der Laser für die jeweilige Anwendung). Die spezifische Anwendbarkeit hängt jedoch stark vom Systemdesign ab.

Mit zwei neuartigen EEL ermöglicht ams Osram jetzt eine höhere Auflösung für 3D-Systeme und damit bessere Messsignale, wie sie für autonome Fahrzeuge entscheidend sind.

Die beiden neuen Laser SPL S4L90A_3 A01 und SPL S1L90A_3 A01 verfügen über eine Leistung von 125 W bei 40 A pro Kanal. Dank ihres geringen thermischen Widerstands von lediglich 30 K/W bei der Ein-Kanal-Variante (SPL S1L90A_3) bzw. 17 K/W bei der Vier-Kanal-Variante (SPL S4L90A_3) lassen sie sich auch bei hohen Strömen einfach entwärmen. Die Vier-Kanal-Version (SPL S4L90A_3) besteht aus einem Chip mit vier Emissionsbereichen, der mit 480 W eine ausgezeichnete optische Leistung liefert. Mit einer Größe von nur 3,35 mm x 2,45 mm x 0,65 mm ist das Bauteil kaum größer als die Ein-Kanal-Variante (2,0 mm x 2,3 mm x 0,65 mm) und deckt dennoch einen breiten Erfassungsbereich ab. In Zusammenarbeit mit Efficient Power Conversion (EPC) bzw. GaN Systems entwickelt ams Osram ein Evaluierungs-Kit für jede Laser-Variante.

ToF-Anwendungen

Auf Basis der Infrarot-VCSEL-Technologien von ams Osram und den patentierten Tiefenverarbeitungs-Algorithmen von Chronoptics haben beide Unternehmen ein 3D-ToF-Kamerasystem entwickelt, das eine bessere Leistung bietet als hochmoderne iToF-Kameras. Das 3D-ToF-Kamerasystem Chronoptics KEA eignet sich hervorragend für Applikationen wie das autonome

ams Osram and Chronoptics haben ein 3D-ToF-Kamerasystem entwickelt, das die Leistung moderner iToF-Kameras übertrifft.



Bild: Chronoptics Limited

Fahren, biometrische Identifikationssysteme und zum Entsperren mobiler Geräte. Mit ihren geringen Abmessungen von nur 100 mm x 40 mm x 35 mm ist die Kamera für einen Arbeitsabstand von 0,2 bis 15 Metern ausgelegt und besitzt eine Fremdlicht-Unempfindlichkeit von bis zu 120.000 Lux. Sie ist mit dem Bidos P2433Q VCSEL von ams Osram ausgestattet. Er hat einen kompakten Formfaktor, eine marktführende Ausgangsleistung und Moduleffizienzen von 38 Prozent; bei zukünftigen Modulen sind sogar bis zu 50 Prozent zu erwarten. Sein Gehäusekonzept eignet sich für die Großserienfertigung.

Einen Näherungssensor mit Hochleistungs-VCSEL bietet Vishay: Der VCNL36687S mit einem Erfassungsbereich von bis zu 20 cm integriert zudem eine Photodiode, einen

Signalverarbeitungs-IC und einen 12-bit-A/D-Wandler im 3,05 mm x 2 mm x 1 mm kleinen LLP- (Leadless Package) SMD-Gehäuse. Durch seinen relativ geringen Erfassungsbereich ist keine mechanische Barriere nötig, um Detektor und Sender optisch zu isolieren. Damit lässt sich eine Näherungserkennungsfunktion einfacher implementieren und nutzen. Durch die extrem schmale Richtkeule des VCSEL von $\pm 3^\circ$ eignet sich der Sensor für einen schmalen Detektionsbereich und benötigt keine Linsen. Der VCNL36687S ist für Industrie- und Consumer-Anwendungen in Smartphones, Tablets, Virtual-Reality-/Augmented-Reality- (VR/AR) Headsets und anderen batteriebetriebenen Geräten konzipiert, z.B. um das Risiko ungewollter Touch-Eingaben zu minimieren oder für die Erkennung, ob der Benutzer das VR/AR-Headset trägt oder nicht. ■

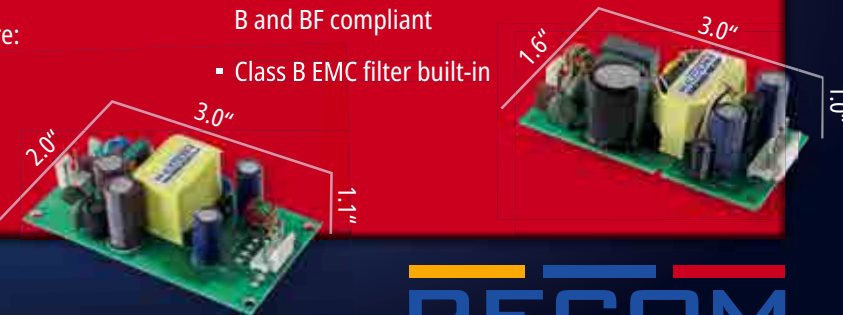
Anzeige



CHASSIS MOUNT AC/DC POWER SUPPLIES

RACM40-K & RACM60-K FOR INDUSTRIAL, HOUSEHOLD & MEDICAL APPLICATIONS

- **RACM60-K:** low profile design
- **RACM40-K:** open frame or encapsulated module
- Operating temperature: -40° to +85°C
- OVCI, 4 kVAC/1min reinforced isolation
- 4000m/5000m (medical/ITE) operating altitude
- 2MOPP medical certified, B and BF compliant
- Class B EMC filter built-in



WE POWER YOUR PRODUCTS
recom-power.com/racm



Interview CEO Thomas Rudel

»Selbstverständlich sind Präsenztermine nach wie vor wichtig«

Die Corona-Pandemie hat die Welt seit mittlerweile eineinhalb Jahren im Griff.

Das bleibt auch für die Elektronikbranche nicht ohne Auswirkungen.

Dennoch gibt es auch genug Gründe, positiv in die Zukunft zu blicken, wie Rutronik-CEO Thomas Rudel im Interview erklärt.



THOMAS RUDEL,
RUTRONIK-CEO

“Ich gehe nicht davon aus, dass es eine Rückkehr zum klassischen Messebetrieb wie vor der Pandemie geben wird. Es wird vielmehr eine Mischung aus Präsenz- und Digitalmessen geben.”

Eineinhalb Jahre begleitet uns Corona nun schon durch den Alltag. Wie sieht Ihre Bilanz gegenüber dem vergangenen Jahr aus? Wie hat sich Rutronik auf die veränderte Situation eingestellt?

Thomas Rudel: Wir haben die Auswirkungen gut bewältigt, sowohl von der Auftragslage her als auch personell: Wir konnten die Arbeitsplätze erhalten und haben auch keine Kurzarbeit angemeldet. So waren wir nicht auf staatliche Unterstützung angewiesen, die andere – und deutlich größere Unternehmen – teilweise dreist ausgenutzt haben. Darauf sind wir stolz.

Stichwort Arbeitsplätze: Wie schützt Rutronik seine Mitarbeiter?

Wir sind von Anfang an offensiv mit der Situation umgegangen und haben alles getan, um unsere Mitarbeiter bestmöglich zu schützen. Sie werden hier vor Ort zweimal in der Woche auf das Virus getestet, und wir bieten Impfungen durch unseren Betriebsarzt an. Darüber hinaus arbeiten 25 Prozent der Belegschaft auch weiterhin im Homeoffice. Natürlich gibt es auch Mitarbeiter, die der Impfung weiterhin skeptisch gegenüberstehen – was meines Erachtens unter anderem an einer ungenügenden Aufklärungskampagne der Politik liegt. Hier müsste man nachlegen, denn nicht alle, die noch nicht geimpft sind, sind Impfgegner und Querdenker – sie müssen überzeugt statt stigmatisiert werden.

A propos Impfungen: Ermöglichen die Impfungen die Rückkehr zum „normalen“ Betrieb mit Präsenz-Meetings und Terminen bei Kunden?

Selbstverständlich sind Präsenztermine nach wie vor wichtig – insbesondere für unseren Vertrieb – und wir fahren den normalen Be-

trieb in dieser Hinsicht wieder hoch. Ganz ohne Vor-Ort-Besuche geht es eben nicht, auch wenn wir sehr positive Erfahrungen mit virtueller Beratung gemacht haben. Die Hersteller und Kunden, die uns im Headquarter oder einer Niederlassung besuchen, werden gebeten, sich testen zu lassen, bevor sie zu uns kommen, oder tun das direkt bei uns.

Schon lange haben keine Messen mehr stattgefunden, stattdessen setzt auch Rutronik auf Online-Formate, v.a. die Tech Talks. Wie sind die Erfahrungen mit diesen Veranstaltungen und wie sieht das Konzept für die Zukunft aus?

Wir haben vor, unser TV-Studio, das wir für die Tech Talks eingesetzt haben, weiter auszubauen, denn wir haben gesehen, dass das ein hervorragender Kommunikationsweg ist. Ich gehe nicht davon aus, dass es eine Rückkehr zum klassischen Messebetrieb wie vor der Pandemie geben wird. Es wird vielmehr eine Mischung aus Präsenz- und Digitalmessen geben. Insbesondere die Messen, die bisher einen siebenstelligen Betrag verschlugen haben, stehen auf dem Prüfstand. Ein positiver Nebeneffekt ist, dass damit die Anzahl der Dienstreisen verringert wird. Das ist zwar nur ein kleiner, aber dennoch erfreulicher Betrag zum Klimaschutz.

Mit der Lisa-Test-App hat Rutronik ein Projekt aus der Taufe gehoben. Welche Funktionen bietet die App?

Die Lisa-App ist eine vollständige Eigenentwicklung unserer IT. Sie ermöglicht Unternehmen und Testzentren die komplette Abwicklung des Prozesses von der Terminbuchung über die DSGVO-konforme Verwaltung der Testergebnisse bis hin zur Abrechnung und dem Nachweis gegenüber offiziellen Stellen

wie Gesundheits- und Finanzamt. Den Nutzern erlaubt sie über die Komfort-QR-Code-Funktion, sowohl die eigenen als auch die Ergebnisse weiterer Familienmitglieder zu verwalten. Sie ist an das Deutsche Elektronische Melde- und Informationssystem für den Infektionsschutz (DEMIS) angebunden und lässt sich auch mit der Corona-Warn-App des Bundes verknüpfen. Wir sehen uns als Top-3-Anbieter für solche Apps.

Was war der Anlass, die App zu entwickeln?

Mit Schnelltests wurde – wie hinlänglich in der Presse vermeldet – viel Schindluder getrieben. Es gab kein vernünftiges Kontrollsystem, sodass nicht nur Testzentren wie Pilze aus dem Boden geschossen sind, sondern bei der Abrechnung der Tests gegenüber den Krankenversicherungen auch nach Strich und Faden betrogen wurde. Oft wurden außerdem abgelaufene oder beschädigte Tests eingesetzt. Damit konnte man gut verdienen, denn für das Handling konnte man 14 Euro, für den Test selbst 6 Euro gegenüber der Krankenversicherung abrechnen. Inzwischen sind es noch 8 beziehungsweise 3,50 Euro. Damit kann man einen guten Schnitt machen. Dem wollen wir mit der App einen Riegel vorschieben, indem wir alle relevanten Player miteinander vernetzen.

Die zunehmend beschleunigte Digitalisierung führt zu Umwälzungen, auch in der Elektronikbranche. Inwieweit kann Rutronik davon profitieren und neue Geschäftsfelder erschließen?

Gänzlich neue Geschäftsfelder sehe ich noch nicht, auch wenn die Digitalisierung natürlich – obwohl sie in Deutschland noch immer nicht so schnell geschieht, wie sie es sollte – einiges vorantreibt. Segensreich war sie in jedem Fall für Beschäftigte, die durch die Möglichkeit zum Homeoffice deutlich mehr Flexibilität gewinnen, die auch den Unternehmen guttut. Früher meldete man sich krank, wenn das Kind krank war, oder man nahm sich frei, wenn man zum Arzt musste oder ewig im Stau hätte stehen müssen. Speziell für Alleinerziehende war das schwierig. Durch Homeoffice kann man sich stattdessen für zwei Stunden abmelden und danach weiterarbeiten. Wir begrüßen das sehr. Allerdings setzt es voraus, dass die Bandbreiten für Homeoffice ausreichen. Mit einem 1-Mbit-Bambus-Internet, wie es oft in ländlichen Regionen noch vorhanden ist, helfen alle guten Absichten nichts. Hier muss die Politik dringend handeln.

Die Allokation bei Mikrochips bleibt weiter dramatisch. Die großen Autobauer, darunter der weltgrößte Autobauer To-

yota, aber auch deutsche Unternehmen, fahren die Produktion zurück, melden Kurzarbeit an oder stellen Fahrzeuge mit Dummy-Elektronik auf Lagerflächen. Inwieweit spürt Rutronik, dessen Hauptgeschäftsfeld der Automotive-Bereich ist, diese Verknappung?

Wir spüren das selbstverständlich auch stark, weil wir mit unseren Auslieferungen nicht mehr hinterherkommen, weil die Bauteile nicht rechtzeitig geliefert werden – und wenn, dann nur 30 Prozent der avisierten Menge. Das erfordert von uns enorme Flexibilität, wir sind hauptsächlich mit Troubleshooting beschäftigt. Deshalb können wir unseren Kunden nur raten, sehr langfristig zu bestellen. Wir rechnen damit, dass die Verknappung mindestens noch ein, zwei Jahre anhalten wird. Zwar sind viele Halbleiterfabriken geplant, auch in Europa – aber bis die fertig sind, wird es noch Jahre dauern.

Die EU will 30 Millionen E-Autos bis 2030, Norwegen ab 2025 keine Verbrenner-Autos mehr zulassen. Wie kann Rutronik an der Verkehrswende partizipieren?

Ich sehe die reine Fixierung auf Elektromobilität ausgesprochen kritisch, auch wenn wir natürlich als Bauelemente-Distributor damit gut verdienen. Die Problematik fängt allerdings bei der Entsorgung der Batterien an, geht über die Frage, ob unser Energienetz es aushält, wenn Millionen Deutsche abends ihre Elektroautos laden, weiter und hört bei der Frage nach dem Preis auch noch lange nicht auf!

Wie meinen Sie das?

Batterien sind hochgiftig, in Sachen Recycling und Endlagerung gibt es dafür noch immer keine Lösung – da steht uns im Zweifelsfall ein zweites Gorleben bevor. Unsere Energienetze sind darüber hinaus nicht für so enorme Verbrauchsspitzen ausgelegt, wie sie das gleichzeitige Laden von Millionen Elektroautos am Abend verursachen würde. Da das Stromnetz europaweit verknüpft ist, kann das dazu führen, dass auf einem ganzen Kontinent plötzlich die Lichter ausgehen. Und nicht zuletzt sind da die Preise: VW hat zwar jüngst ein günstiges Elektroauto als Designstudie vorgestellt, aber dennoch – wie sollen sich Menschen in ärmeren Ländern in Europa das leisten können? Elektromobilität ist in der aktuellen Form und trotz der Subventionen ein Verkehrskonzept für Wohlhabende. Und es geht noch weiter!

Inwiefern?

Die Energiebilanz eines Elektroautos ist nur dann sauber, wenn man die Aspekte drumhe-

rum nicht einbezieht: Die Materialien für Batterien, wie Lithium, kommen aus der ganzen Welt – das heißt, der Transport verursacht CO₂. Dann werden sie teilweise in Regionen abgebaut, in denen es kaum Wasser gibt. Das wird aber für den Abbau benötigt, was die Situation verschärft. Und außerdem: Wie sinnvoll ist es, wenn ich mein E-Auto mit Kohle- oder Atomstrom lade, weil die erneuerbaren Energien dafür nicht ausreichen?

Was ist die Alternative?

Betrachtet man rein die Effizienz, erhalten Sie für 100 Prozent Input bei einem Elektroauto elf Prozent Leistung, beim Diesel zwischen 22 und 24 Prozent und bei einem Formel-1-Motor rund 50 Prozent. Ich finde es falsch, Verbrennungsmotoren in Bausch und Bogen zu verdammen – ein Ein-Liter-Auto ist heute kein Traum mehr, sondern tatsächlich möglich. Und das mit einer vernünftigen Leistung. In jedem Fall aber ist die eindimensionale Fixierung auf Elektromobilität in meinen Augen grundfalsch und nicht im Sinne der Umwelt.

Wie beurteilen Sie die wirtschaftliche Situation und die Aussichten für die Elektronikindustrie und speziell für Rutronik in den USA und in Asien?

Wir wollen den amerikanischen Markt weiter nach vorne bringen. Das war wegen Corona sehr schwer, weil wir die Kollegen dort weit weniger intensiv unterstützen konnten; inzwischen ist das wieder etwas einfacher möglich. Wir schauen natürlich sehr aufmerksam auf die neuen Corona-Mutationen und wie sie sich auswirken werden. Bei einer normalen Entwicklung hoffen wir, dass wir unsere Ziele erreichen können – und das auf allen Märkten.

Zum Schluss der ungeliebte Blick in die Kristallkugel: Was erwarten Sie für 2022?

Ich möchte dieses Mal nicht so sehr auf die wirtschaftliche Entwicklung eingehen, sondern sagen, was ich mir wünsche: Ich wünsche mir, dass unsere Mitarbeiter – speziell im Lager in Eisingen – die seit zwei Jahren Unglaubliches leisten, wieder zu normalen Arbeitszeiten zurückkehren und auch privat wieder mehr Freiheiten genießen können. Zudem, dass wir unsere Mitarbeiter in den internationalen Niederlassungen wieder besuchen können. Denn bei allem Wunsch nach Erfolg, den wir natürlich auch haben: Die Rückkehr zur Normalität, dass es wieder möglich ist, ohne Angst Freunde und Verwandte zu besuchen und in den Arm nehmen zu können – das ist das Wichtigste! Und natürlich, gesund zu bleiben. ■

Elektrolyt- und Polymer-Hybridkondensatoren

Warum eine Lebensdauerkalkulation sinnvoll ist

Elektrolyt- und Polymer-Hybridkondensatoren haben viele Vorteile, aber auch einen Nachteil: ihre begrenzte Lebensdauer. Deshalb ist es entscheidend, diese mithilfe einer Lebensdauerkalkulation zu ermitteln.

VON SVEN JIMENEZ RODRIGUEZ, PRODUCT SALES MANAGER CAPACITORS, UND CHRISTIAN KASPER, TECHNICAL SUPPORT, BEIDE BEI RUTRONIK

Elektrolyt- und Polymer-Hybridkondensatoren haben einen grundsätzlich fast identischen Aufbau: Sie bestehen aus einer Kathoden- und einer Anodenseite, die wiederum beide aus Aluminiumfolie bestehen. Die Folie für die Anode wird einem Oxidationsprozess unterzogen, wodurch eine Aluminiumoxidschicht entsteht, die das Dielektrikum bildet. Beide Folien werden mit einem Trennpapier zu einem Wickelement aufgerollt (Bild 1, Bild 2).

Den Unterschied zwischen beiden Kondensatortypen macht das verwendete Material beim Einfüllprozess; diesem verdanken sie auch ihre Benennung: Elektrolytkondensatoren sind mit Elektrolyten gefüllt, Polymer-Hybridkondensatoren sind entweder mit polymerisiertem Elektrolyt oder mit einer Kombination aus festem und flüssigem Polymer versetzt.

Beide Typen haben einige Vorzüge vorzuweisen, v.a. hohe Kapazitäten bei relativ kleiner Baugröße, geringe Kosten und die Verfügbarkeit in verschiedenen Bauformen, z.B. SMD, THT oder Snap-in.

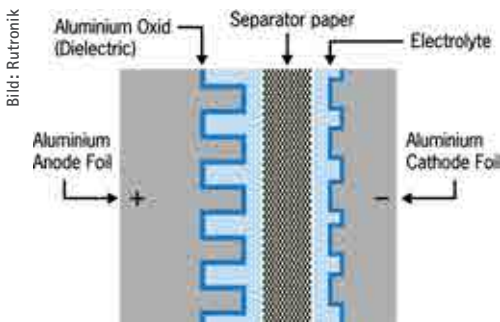


Bild 1: Ein Elektrolytkondensator besteht im Wesentlichen aus einer Anoden- und Kathodenfolie, einem Trennpapier und Elektrolyten.

Polymer-Hybridkondensatoren punkten gegenüber Elektrolytkondensatoren zusätzlich mit einer höheren Ripple-Strom-Belastbarkeit sowie geringerem Innenwiderstand bei niedrigen Temperaturen oder stabileren Kapazität bei hohen Frequenzen.

Das Manko beider Technologien ist die begrenzte Lebensdauer. Während der Betriebszeit schwindet der Elektrolyt bzw. das flüssige Polymer (Bild 3).

Was die Lebensdauer begrenzt

Größter Einflussfaktor auf die Lebensdauer von Elektrolyt- und Polymer-Hybridkondensatoren ist die Kerntemperatur des Kondensators. Sie steigt mit zunehmender Umgebungstemperatur und mit der Höhe des angelegten Ripple-Stroms. Auch mechanische Belastung infolge von zu hohem Ripple-Strom kann die Oxidschicht beschädigen und einen zusätzlichen Verbrauch von Elektrolyt durch die Selbstheilung bewirken. Unter Selbstheilung versteht man die Fähigkeit der Elektrolyt- und Polymer-Hybridkondensatoren, mittels chemischer Reaktion zwischen Elektrolyt und Aluminium die Oxidschicht zu erneuern. Durch das Schwinden des Elektrolyts verschlechtern sich die elektrischen Parameter, zum Beispiel die Kapazität sowie der ESR (Equivalent Series Resistance, äquivalenter Serienwiderstand) und Verlustfaktor.

Vom Ende der Lebensdauer spricht man, wenn die im Datenblatt angegebenen Parameter – meist ein Kapazitätsverlust und Anstieg des Verlustfaktors in Prozent – unterschritten werden.



Bild 2: Grundaufbau von Elektrolyt- und Polymerkondensatoren

Bild: Panasonic Industry

Um einen Kondensator auszuwählen, der die elektrischen Parameter während der angestrebten Betriebszeit des Endproduktes nicht unterschreitet, lässt sich die Arrhenius-Formel als erste Abschätzung nutzen. Wie in Bild 4 zu erkennen ist, ähnelt die Lebensdauer in Abhängigkeit vom Diffusionskoeffizienten der Arrhenius-Formel in weiten Teilen. Deshalb lässt sich als Faustformel auch die Aussage treffen: Wird die Temperatur um 10 °C reduziert, verdoppelt sich die Lebensdauer.

Die Arrhenius-Formel liefert nur einen groben Richtwert, denn sie lässt den nicht unbedeu-

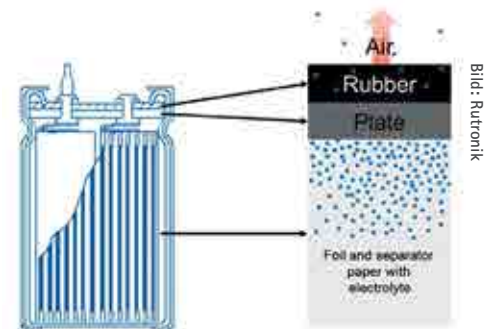


Bild 3: Der Elektrolyt bzw. das flüssige Polymer diffundieren im Laufe des Betriebs und sorgen dadurch für eine begrenzte Lebensdauer der Kondensatoren.

Bild: Rutronik

tenden Einfluss des Ripple-Stroms auf die Eigenerwärmung außer Acht. Sie lautet:

$$L_x = L_0 \cdot 2^{(T_0 - T_x)/10}$$

wobei

L_x: Lifetime in a certain application (h),

L₀: Guaranteed lifetime at max. operating temperature (h),

T₀: Maximum operating temperature (°C),

T_x: Actual operating temperature in application (°C)

Unterstützung durch Kondensator-Hersteller

Um eine genaue Lebensdauerberechnung zu erhalten, empfiehlt sich die Zusammenarbeit mit dem jeweiligen Kondensator-Hersteller. Dieser benötigt zur Kalkulation vom Kunden ein Mission Profile. Das gibt eine detaillierte Nutzung in Betriebsstunden über den Temperaturbereich an.

Jeder Hersteller nutzt für seine Produkte eigene Berechnungen, die das Temperaturprofil und die Ripple-Strom-Belastung einbeziehen. Damit kann er mit dem vom Kunden zur Verfügung gestellten Mission Profile eine detaillierte Lebensdauerberechnung durchführen.

Mithilfe des Mission Profiles kann der Hersteller den Kondensator für die entsprechende Anwendung evaluieren und empfehlen. Dadurch lässt sich außerdem verhindern, dass ein überspezifizierter – und damit kostspieligerer – Kondensator zum Einsatz kommt.

Abkühlung sorgt für längere Lebensdauer

Um die Wärmeabfuhr zu verbessern und so die Lebensdauer des Kondensators zu erhöhen, bieten sich Kühlkörper an, die die Oberfläche vergrößern. Eine aktive Kühlung, etwa mit Lüftern oder Wasser, kann für eine noch bessere Entwärmung sorgen. Solche Kühlkonzepte können bei der Validierung des Bausteines ebenfalls berücksichtigt und in die Lebensdauerberechnung einkalkuliert werden.

Auch die Anbindung der Kühlelemente an den Kondensator spielt eine wesentliche Rolle.

Wird das Kühlelement direkt am Bauteil angebracht, ist das oft effektiver als die Platzierung unmittelbar auf der gegenüberliegenden Seite der Platine. Zudem gilt es, auch die Peripherie des Kondensators zu betrachten. Denn über dessen Beinchen gibt er nicht nur Wärme ab,

sondern nimmt diese auch auf. Das gilt insbesondere, wenn sich Power-Halbleiter oder andere Wärme entwickelnde Bauteile in der Nähe befinden. Diese Wärmezufuhr lässt sich ebenfalls in die Lebensdauerberechnung einbeziehen, wenn empirische Daten, z.B. zu Temperatur, Strom, Spannung oder Frequenz, vorliegen.

Nutzt man eine Wärmeleitpaste oder Wärmeleitpads, ist deren thermischer Widerstand entscheidend. Je niedriger dieser ist, desto effizienter die Wärmeabfuhr. Ist eine elektrische Isolation zum Kühlelement notwendig, sollten eine isolierende Wärmeleitpaste bzw. geeignete -pads gewählt werden.

Das thermische Widerstandsmodell, ausgehend vom Kern (Wickелеlement) zu den Beinchen und dem Gehäuse des Kondensators, können Kunden vom Hersteller erhalten, wenn sie eine Berechnung oder Simulation selbst durchführen möchten.

Sind sowohl die Wärmesituation als auch die thermischen Widerstände vom Becher bzw. der Leiterplatte zum Kühlelement vollständig bekannt, lässt sich auf die zusätzliche Wärmeabfuhr bzw. -zufuhr schließen. Ist eine mögliche Wärmeabfuhr verifiziert, kann der Hersteller einen höheren Ripple-Strom für das Layout zulassen – jedoch nur, wenn der vom Hersteller angegebene maximale Ripple-Strom nicht überschritten wird. Denn das würde zu einer mechanischen Belastung des Kondensators führen.

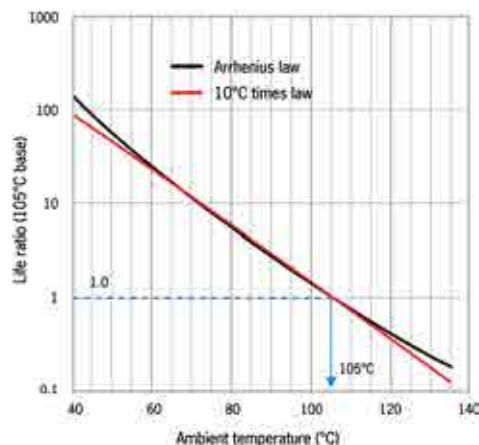


Bild 4: Die Arrhenius-Formel und die Faustregel, wonach sich die Lebensdauer des Kondensators mit jeder Reduzierung der Temperatur um 10 °C verdoppelt, liefern nahezu dieselben Ergebnisse.

Fazit

Zur ersten Orientierung bei der Auswahl eines Kondensators empfiehlt sich die Arrhenius-Formel. Mithilfe eines Mission Profiles lässt sich die Lebensdauer des gewählten Kondensators in der Applikation exakt berechnen. Denn dabei wird auch die Eigenerwärmung berücksichtigt, die der Ripple-Strom verursacht. Um die Lebensdauer des Kondensators maximal auszuschöpfen, lohnt sich ein Blick auf mögliche Kühlkonzepte und die Einbeziehung des Herstellers oder des Distributors in den Entwicklungsprozess.

Mission Profile Active (operating)			
Ambient temp. [°C]	Time [Hrs]	Ripple current [Arms]	Frequency [kHz]
Operating Time Total			

Bild 5: Das Beispiel eines Mission Profiles zeigt, welche Parameter der Hersteller zur genauen Lebensdauer-Kalkulation benötigt.

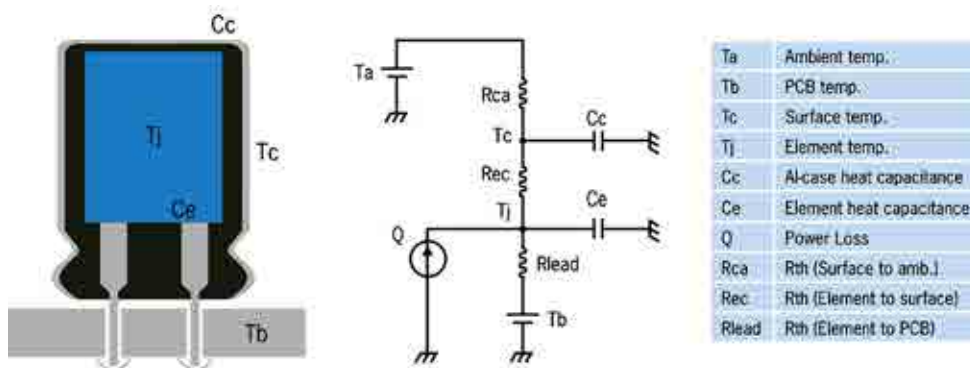


Bild 6: Thermisches Ersatzschaltbild des Kondensators

Abseits vom Halbleiter-Mainstream

Diversity – Vielfalt statt Eintönigkeit

Halbleiter sind ebenso gefragt wie knapp; immer wieder gibt es Versorgungsengpässe. Der Trend zu mehr Diversität zeigt auch hier einen Lösungsweg auf: Wer nicht nur die Mainstream-Hersteller und -Produkte im Blick hat, sondern beim Design auf Diversifikation setzt, kann die Beschaffungsrisiken erheblich verringern.

VON REZA ARMIN MAGHDOUNIEH,
SENIOR MANAGER PRODUCT MARKETING
STANDARD PRODUCTS AND PURCHASING,
UND
EMILIA MANCE, PRODUCT SALES
MANAGER STANDARD PRODUCTS,
BEIDE BEI RUTRONIK

Ein Auto, das automatisch einparkt. Ein LKW, der sowohl ein gleichmäßiges Tempo als auch den Abstand zum Vorfahrenden auf der Autobahn einhält. Beiden ist gemeinsam: Sie beinhalten mehr Halbleiter als ein Notebook. Und Experten gehen davon aus, dass sich die Zahl der Halbleiterkomponenten durch das autonome Fahren noch einmal ganz erheblich erhöht, manche sprechen sogar von bis zu 50 Prozent innerhalb der nächsten drei bis fünf Jahre.

Doch nicht nur im Automotive-Sektor steigt die Nachfrage nach Halbleitern. Im (industri-

ellen) Internet der Dinge werden praktisch alle Gegenstände verknüpft, um sie orten, kontrollieren, koordinieren oder ihren Status und Zustand abzufragen zu können. Gefragt sind physikalische Größen wie Temperatur, Druck oder Beschleunigung, die auf Halbleitern basierende Bauelemente in elektrische Signale umsetzen.

Auch die Covid-19-Pandemie konnte das Wachstum der Mikroelektronikindustrie nicht bremsen – im Gegenteil. Neue Applikationen in der Medizintechnik und Homeoffice-Anwendungen haben die Nachfrage innerhalb kürzester Zeit in die Höhe schnellen lassen. Während der Bedarf an Halbleitern seit vielen Jahren jährlich um vier bis acht Prozent wächst, wurden seit 2009 mehr als 100 Wafer Fabs, also Produktionsstätten für Wafer, geschlossen und damit Produktionskapazitäten abgebaut bzw. konsolidiert.

Wie die Tabelle zeigt, bedienen die Top Ten der Halbleiter-Hersteller heute weltweit rund 66 Prozent des gesamten Marktes. Gerät nur bei einem – oder gar bei mehreren – dieser Hersteller die Produktion ins Stocken, etwa durch eine Naturkatastrophe oder Ereignisse wie einen Brand, drohen Kunden rund um den Globus gravierende Engpässe in der Versorgung. Ein solcher Ausfall lässt sich nicht kompensieren, weil die Auslastung der Wafer Fabs zu jedem Zeitpunkt über 90 Prozent liegen muss, damit diese kostendeckend arbeiten können.

*Mit Hidden Champions
Risiken reduzieren*

Doch es gibt nicht nur die bekannten Top-Ten-Hersteller. Zahlreiche „Hidden Champions“

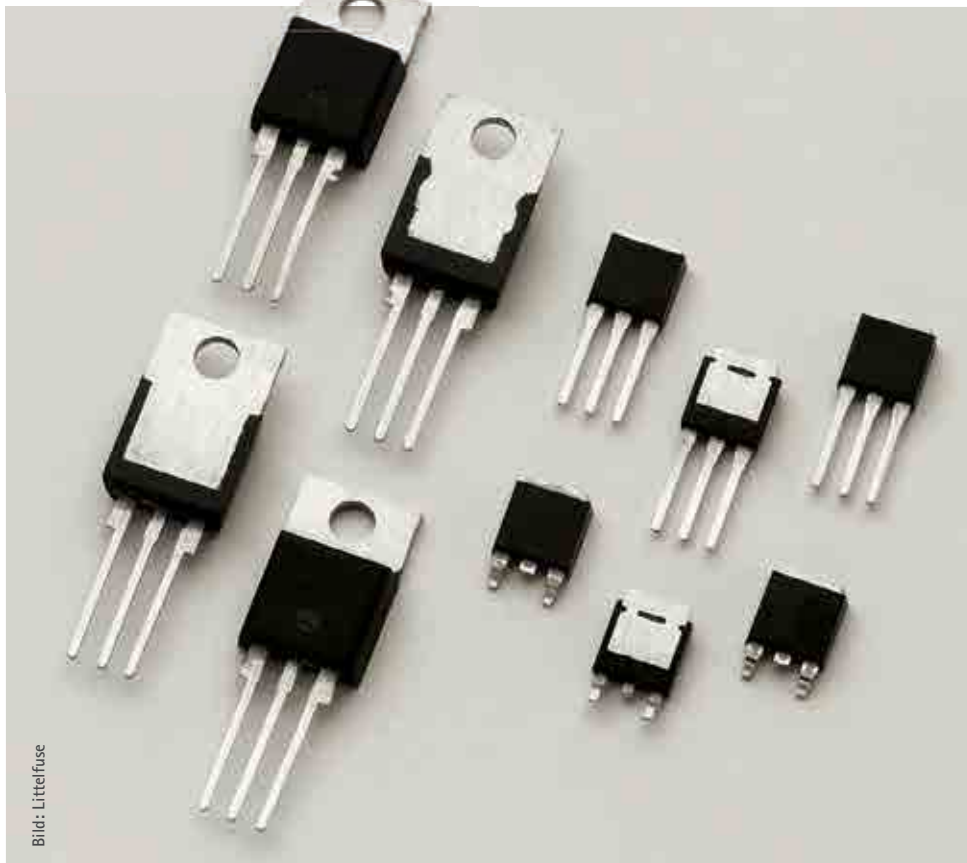


Bild: Littelfuse

entwickeln und produzieren Halbleiter, die vollständig kompatibel zu den gängigen Bauteilen der großen Lieferanten sind. Zudem bieten sie häufig Vorteile, was Verfügbarkeit, Preis und technische Unterstützung angeht. Bei Versorgungsengpässen, wie sie das Jahr 2021 dominieren, sind diese Hersteller oftmals eher in der Lage, zu liefern und Produktionsausfälle zu vermeiden. Und das gilt nicht nur für die großen Abnehmer, sondern auch für kleine und mittelgroße Unternehmen. Einzige Voraussetzung ist es, dass die Bauteile bereits bei der Entwicklung berücksichtigt wurden.

Diese Hidden Champions sind jedoch meist nur in Europa hidden, also unbekannt. Von den 123,1 Billionen US-Dollar, die der weltweite Halbleitermarkt im 1. Quartal 2021 umfasste, entfielen 63 Prozent auf Asien, 18,5 Prozent auf Nordamerika und gerade einmal 9,8 Prozent auf Europa. So vertrauen zahlreiche, auch namhafte Unternehmen in anderen Teilen der Welt bereits auf die Technologien von Unternehmen, deren Name hierzulande kaum jemand kennt.

Zum Beispiel bei Dioden: Hier finden sich in nahezu jedem Design Produkte von Herstellern aus dem Top Ten Ranking. Darüber hinaus gibt es Global Player wie Panjit Semiconductor oder Littelfuse, die in Europa (noch) kaum eine Rolle spielen.

Panjit Semiconductor mit Sitz in Taiwan und einem Jahresumsatz von ca. 500 Millionen US-Dollar ist ein renommierter Hersteller von Gleichrichtern und Schutzdioden und einem

kompletten Portfolio an diskreten Halbleitern. Die SiC-Schottky-Dioden von Panjit decken VRRM- (Maximum Repetitive Reverse Voltage) Werte zwischen 650 und 1200 V und Stromstärken zwischen 2 und 20 A ab. Die Gleichrichter-Palette umfasst Modelle für General Purpose sowie Fast, Ultra Fast und Super Fast Recovery. Bei den Schutzdioden sorgen selbst entworfene Wafer und eine eigen entwickelte Verpackungstechnologie für hervorragende transiente Eigenschaften. Große Unternehmen aus der Industrie und dem Automotive-Sektor haben Panjit bereits in zahlreichen Applikationen freigegeben und erfolgreich im Einsatz.

Auch Littelfuse verfügt über ein breitgefächertes Produktportfolio, zu dem auch diskrete Halbleiter gehören. Die TVS- und ESD-Schutzdioden sowie Triacs können sich mit den Produkten der bekannteren Hersteller jederzeit messen. Unter anderem dank ihrer geringen Triggerströme lassen sie sich mit minimalem Aufwand von einem Mikrocontroller ansteuern. Mit Hauptsitz in den USA erzielt Littelfuse einen Jahresumsatz von ca. 1,2 Milliarden US-Dollar und beschäftigt derzeit rund 12.000 Mitarbeiter weltweit.

Doch nicht nur bei Dioden, auch bei Operationsverstärkern tauchen in Gedanken meist nur wenige Herstellernamen auf. Oft ist nicht einmal der des Top-2-Herstellers in diesem Produktbereich dabei: New Japan Radio (NJR).



Unerwartete Ereignisse sorgen immer wieder dafür, dass die Halbleiter-Produktion ins Stocken gerät.

Das 1959 gegründete Unternehmen gehört zur Nisshinbo-Gruppe, zu der u.a. auch Ricoh Electronic Devices gehört, und erwirtschaftet mit rund 1500 Mitarbeitern einen Umsatz von ca. 327 Millionen US-Dollar. Die NJR-Operationsverstärker sind aufgrund ihrer sehr hohen EMV-Immunität vor allem für den Einsatz in industriellen Umgebungen mit starken Frequenzstörungen ideal.

Unterschätzt, da in Europa ebenfalls weitgehend unbekannt, ist Giantec Semiconductors. Dabei hat der Hersteller von EEPROMs eine wahrhafte Erfolgsgeschichte geschrieben: Innerhalb von nur einer Dekade ist er im weltweiten Ranking zu den Top 3 aufgestiegen und dominiert in Asien den Markt. Die Produkte von Giantec sind vollständig kompatibel zu denen anderer Top-Hersteller – jedoch mit meist attraktiveren kommerziellen Bedingungen bei gleichen oder sogar überlegenen technischen Parametern. Das gilt vor allem für den Automotive-Bereich. Ein Highlight im Portfolio ist etwa die SPD- (Serial Presence Detect) Serie zur automatischen Konfiguration von Speichermodulen in Computersystemen.

Fazit

Wer bei der Entwicklung seiner Produkte auf Vielfalt statt Eintönigkeit setzt und nicht nur die Top-Ten-Hersteller berücksichtigt, verringert seine Risiken und kann gleichzeitig die Stärken der technischen Parameter innerhalb einer Schaltung gezielter ausnutzen. Denn gerade kleinere Anbieter haben sich meist auf spezifische Anforderungen fokussiert. Vor allem in der gegenwärtigen Versorgungskrise bei Halbleitern hilft dieser Blick über den Tellerrand Automobilherstellern ebenso wie Unternehmen, die hochspezialisierte Anwendung in kleinen Stückzahlen produzieren. ■

Rank	Company	\$Billion 1Q21	Reported 1Q21	Guidance 2Q21	Comments on 2Q21 revenue
1	Intel	19.7	-1.5%	-3.9%	supply constrained
2	Samsung SC	16.8	+4.6%	n/a	strong demand for server/PC
3	SK Hynix	7.5	+6.6%	n/a	growing DRAM demand
4	Broadcom	n/a	n/a	n/a	\$6.7B in 4Q20
5	Qualcomm (IC)	6.3	-3.9%	-3.7%	supply constrained
6	Micron Technology	6.2	+8.0%	+13.9%	driven by DRAM
7	Nvidia	5.3	+5.9%	n/a	1Q21 is guidance from 4Q20
8	Texas Instruments	4.3	+5.2%	+0.3%	industrial & automotive strong
9	MediaTek	3.8	+12.1%	+14.0%	growth driven by 5G
10	AMD	3.4	+6.3%	+4.5%	driven by data center & gaming
11	Infineon Technologies	3.2	+2.6%	+1.9%	supply constrained
12	STMicroelectronics	3.0	-6.8%	-3.8%	seasonality in personal elec.
13	Kioxia	2.7	+2.6%	n/a	strong SSD demand
14	NXP Semiconductors	2.6	+2.4%	+0.1%	supply constrained
Total of above companies			+1.5%		
Memory companies			+3.8%		Samsung, SK Hynix, Micron, Kioxia
Non-Memory Companies			+0.1%	-1%	companies providing guidance

Die Halbleiter-Produktion konzentriert sich vorwiegend auf die Top Ten der Halbleiter-Hersteller. (Quelle: Semiconductor Intelligence/semiwiki.com)

Schmitt-Trigger

Ein Halleluja für zwei Schaltschwellen

Scharfe Kanten und reduziertes Rauschen: Wie sich mit Schmitt-Trigger saubere Rechtecksignale erzeugen lassen und so die Signalübertragung und Störsicherheit digitaler Systeme besser wird.

VON THOMAS BOLZ,
PRODUCT MANAGER STANDARD PRODUCTS
BEI RUTRONIK

Wenn höhere Datenraten kabelgebunden über längere Strecken übertragen werden, entsteht Rauschen, das das Nutzsignal überlagert und eine eindeutige Bestimmung des digitalen Signals erschwert. Das kann dazu führen, dass digitale Verknüpfungsglieder die Nutzsignale nicht mehr verarbeiten können. Mit einer Abschirmung der Leitung lässt sich das Rauschen reduzieren, jedoch nicht komplett unterdrücken. Auch der Einsatz von Eingangsfiltern, z.B. RC-Netzwerken, reduziert das Rauschen – aber auch die maximale Datenrate.

Ein besserer Weg, um Signale zu regenerieren, ist die Verwendung von Schmitt-Trigger. Sie werden insbesondere in Geräten eingesetzt, die eine Verbindung zwischen einer analogen und einer digitalen Umgebung herstellen – also überall dort, wo eine Rauschunterdrückung zwingend notwendig ist (Bild 1).

Wie funktioniert ein Schmitt-Trigger?

Ein Schmitt-Trigger ist ein Komparator mit Hysterese (Bild 2). Er analysiert das analoge Eingangssignal und wandelt es in einen Schaltimpuls um, wenn eine von zwei definierten Schwellenspannungen unter- bzw. überschritten wird. Die Differenz zwischen den beiden Schaltschwellen, der Einschalt- (V_{on}) und Ausschaltspannung (V_{off}), bezeichnet man als Hysterese.

Bild 3 zeigt, wie mithilfe eines Schmitt-Trigger Rauschen aus einem digitalen Signal entfernt wird: Überschreitet die Eingangs-

Bild: Diodes

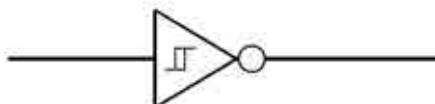


Bild 1: Ein Schmitt-Trigger reduziert das Rauschen auf binären Signalen.

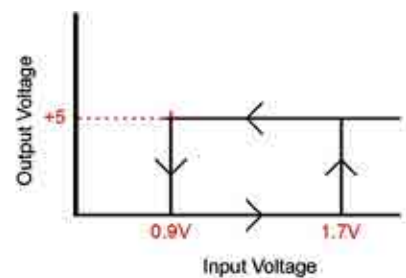


Bild 2: Zwischen zwei Schaltschwellen gibt der Schmitt-Trigger ein konstantes Signal aus.

spannung den Wert V_{on} , schaltet der Schmitt-Trigger ein und gibt ein Signal aus. Das bleibt trotz Rauschen so lange stabil, bis die Eingangsspannung den Wert V_{off} unterschreitet. Je weiter die beiden Schwellenspannungen auseinander liegen, desto größer ist die Störsicherheit des Systems.

Digitale Eingänge mögen keine analogen Signale

Schmitt-Trigger kommen also bei der digitalen Signalübertragung zum Einsatz, denn digitale Schaltungen benötigen diskrete Spannungssignale am Eingang. Wird ein kontinuierliches Signal mit einem Spannungspegel außerhalb der definierten Pegel z.B. in ein Logikgatter

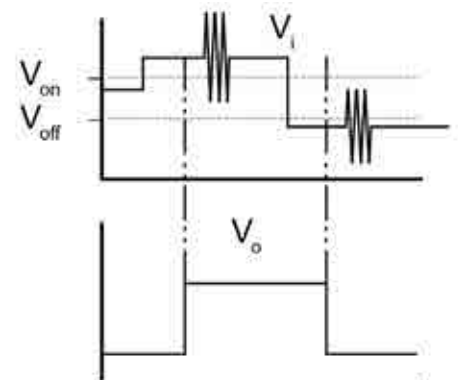


Bild 3: Rauschentfernung eines digitalen Signals mithilfe eines Schmitt-Trigger.

Bild: Diodes

Bild: Wilfrid Laurier University Physics Labs

Enabling your innovation

Every day, in every part of the world, millions of people benefit from technologies which are enabled by Murata innovation.

Since 1944 Murata has been committed to developing components that help to advance the the benefit of electronics to society. In smartphones, smart homes, cars, computers, healthcare devices, wearables... in fact, wherever you find electronics, you'll find Murata innovation.

Feature product

MEMS Resonators

Suitable for a variety of applications such as miniature low-profile devices, industrial equipment, lighting, and incorporation into ICs.

Features:

- ▀ A world's smallest 32.768kHz MEMS resonator
- ▀ Offers less frequency drift at high temperature
- ▀ High reliability
- ▀ Available for using common oscillation circuit for crystal resonator
- ▀ 75k ohm max. ESR with 0.9x0.6mm package



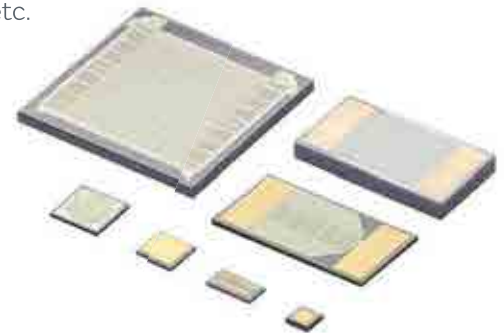
Feature product

Silicon capacitors (SiCaps)

Ideal for automotive sensors and Lidar, servers, optical transceivers up to 100GHz, and medical implant applications. Offering variable connection methods including SMD, wire bonding, embedding etc.

Features:

- ▀ Low insertion loss
- ▀ Less cross talk
- ▀ Miniaturization
- ▀ High S/N ratio
- ▀ Low profile
- ▀ High reliability (250°C)



muRata

INNOVATOR IN ELECTRONICS

eingespeist, werden am Ausgang keine eindeutigen Signale ausgegeben. Eine Folge davon können Oszillationen mit unbestimmten Signalen sein, die zu Instabilität und erhöhten Stromverbräuchen führen.

Als Faustregel für digitale Eingänge gilt:

- Die Eingangsspannung muss immer über den Grenzwerten für untere bzw. obere Schwellenspannung liegen.
- Das Umschalten zwischen dem High- und dem Low-Pegel muss schnell erfolgen.
- Es sind keine analogen Eingangsspannungen erlaubt.

Lassen sich diese Vorgaben nicht einhalten, empfiehlt sich der Einsatz eines Schmitt-Triggers.

Rechtecksignal als Basis der digitalen Signalübertragung

Der bekannteste Spezialfall digitaler Systeme ist das binäre Signal. Hier gibt es nur die Zustände „0“ und „1“, beispielsweise 0 V und 5 V. Ein solches Signal, das zwischen zwei Werten hin und her schaltet und in einem Diagramm über der Zeit einen rechteckigen Verlauf aufweist, wird Rechtecksignal genannt. Rechtecksignale setzen sich aus einer sinusförmigen Grundschwingung mit verschiedenen Oberschwingungen zusammen. Um sie möglichst verlustfrei zu übertragen, genügt es nicht, nur die Grundfrequenzen zu kennen, die aus dem Amplituden-Zeit-Diagramm ablesbar sind. Vielmehr ist das Signal auch hinsichtlich der darin vorkommenden Frequenzen zu analysieren. Das zugehörige Amplituden-Frequenz-Diagramm zeigt die anderen im Signal vorhandenen Frequenzen mit ihren Anteilen.

Viele Faktoren verzerren das Nutzsignal

Bei der Übermittlung digitaler Signale über lange Strecken mit hohen Datenraten wirken zahlreiche Störeffekte auf das Nutzsignal:

Der **Tiefpasscharakter der Leitung** verzerrt das Signal linear, d.h. niedrige Frequenzen werden übertragen, hohe herausgefiltert. Diese Begrenzung erschwert oder verhindert die eindeutige Signalerkennung am Ausgang. Das Rechtecksignal wird verschliffen.

Elektromagnetische Störungen kommen von Leuchtstofflampen, Netzschaltteilen oder In-

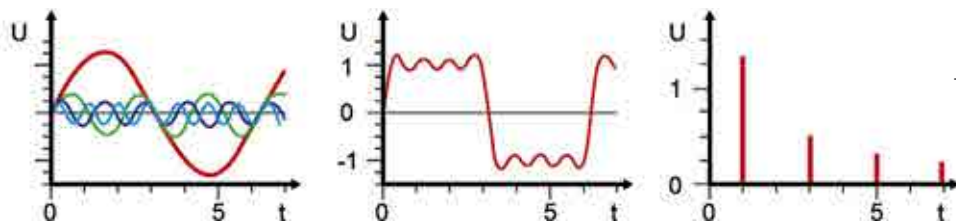


Bild 4: Eine Rechteckschwingung setzt sich aus einer sinusförmigen Grundschwingung und Oberschwingungen zusammen (Fourieranalyse).

duktivitäten (Spulen oder Motorantriebe). Sie besitzen zufällig verteilte Frequenzspektren, die die Nutzfrequenzen stören bzw. überlagern und so das Signal verzerren. Damit die Qualität des Nutzsignals dennoch ausreicht, muss das Signal-Rausch-Verhältnis (Signal-to-Noise Ratio, SNR) ausreichend groß sein. Ein einfacher Verstärker unterscheidet jedoch nicht zwischen Nutz- und Störsignal, sondern erhöht beide gleichermaßen.

Andere Leitungen oder benachbarte Datenkanäle erzeugen ein **Übersprechen** oder **Nebensprechen** durch kapazitive oder induktive Kopplung. Das zeigt sich in schnell ansteigenden oder abfallenden Signalen. Durchläuft ein solches Signal eine Übertragungsleitung, induziert es ein Übersprechrauschen in einer benachbarten Leitung, das sich als impulsartiges Rauschen ausbreitet.

Auch die **Bandbreite der Übertragungsstrecke** wirkt sich auf das Nutzsignal aus, da der Frequenzraum realer Signalübertragungssysteme begrenzt ist. Je geringer die Bandbreite, desto stärker wird das Rechtecksignal verschliffen. Denn umso höher die Sinusfrequenz ist, desto niedriger ist der Amplitudenanteil. Und von diesen Frequenzen passieren nur diejenigen die Leitung, die innerhalb der Bandbreite der Übertragungsstrecke liegen. Mit zunehmender Verstärkung verringert sich die nutzbare Bandbreite, da für jeden Verstärker das **Bandbreite-Verstärkungs-Produkt** (Gain Bandwidth Product, GBP), das konstant ist. Die hohen Frequenzanteile des Eingangssignals gelangen mit kleinerer Amplitude in den Ausgangsbereich.

Die Zusammensetzung des Signals aus mehreren Sinusschwingungen mit verschiedenen Frequenzen macht sich umso mehr bemerkbar, je mehr Komponenten in der Übertragungsstrecke sind. Denn durch die **Laufzeitunterschiede** der unterschiedlichen Frequenzen durch diese Komponenten erreichen diese den Empfänger nicht zur gleichen Zeit.

Impedanzfehlanspassungen bewirken, dass ein Teil des übertragenen Signals sowohl am sendenden als auch am empfangenden Ende

einer Leitung reflektiert wird. Diese Reflexionen verursachen zusätzliche Fehler. Beispielsweise bei CMOS-Logik-ICs führen sie zu einer stärkeren Signalverzögerung, Ringing sowie Über- und Unterschwingen.

Bei mechanischen Schaltern und Relais tritt häufig das sogenannte **Rattern** (Kontaktsprung) auf: Anstelle eines sauberen Übergangs von Null zu vollem Strom entsteht ein schnell gepulster elektrischer Strom. Gerade bei Logik-ICs verursacht das Probleme, da diese schnell genug reagieren und die Ein-Aus-Impulse fälschlicherweise als Datensignale interpretieren. Schmitt-Trigger filtern diese „Bounces“ dank der zwei Schaltschwellen heraus. Dieser Prozess wird auch „Entprellen“ genannt.

Um Instabilitäten bei der Signalausgabe zu vermeiden, müssen Logikbauteile mit Impulsen mit steilen Flanken angesteuert werden. Externe Signale besitzen jedoch häufig eine endliche Anstiegs- oder Abfallzeit (Slew Rate). Beispielsweise können Taktsignale von Quarzoszillatoren zur Ansteuerung von Geräten auf der Leiterplatte eine niedrige Anstiegsrate aufweisen. Eine Verringerung des Leiterbahnwiderstands und/oder der Kapazität auf der Platine oder eine Erhöhung der Treiberfähigkeit des Eingangssignals können eine Verzerrung der Ausgangswellenform vermeiden. Sie sind in der Regel jedoch zeit- und kostenaufwendig. Eine einfache Möglichkeit zur Beseitigung dieser Probleme ist die Verwendung eines Schmitt-Triggers. Er wandelt ein langsames oder verrauschtes Signal in ein sauberes Signal mit scharfen Kanten um (Bild 5), bevor es an das Logik-Gatter weitergeleitet wird.

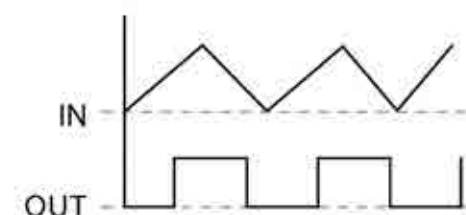


Bild 5: Ein Schmitt-Trigger wandelt langsame Flanken in steile Flanken mit scharfen Kanten um.

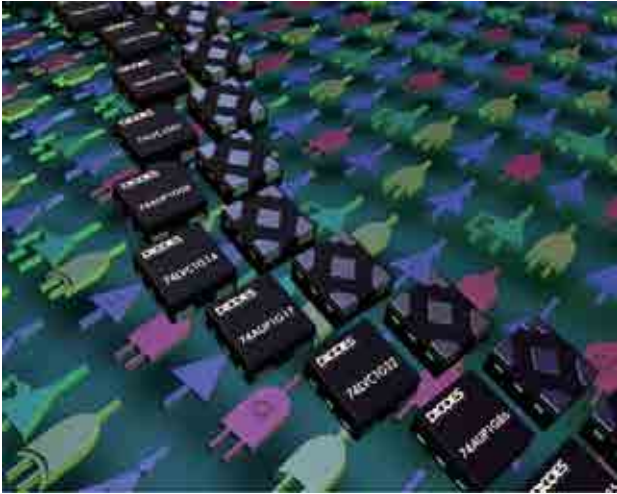


Bild 6: Mit sechs unabhängigen Schmitt-Trigger-Inverterpuffern und geringem Stromverbrauch eignet sich der 74LVC14A von Diodes für zahlreiche Anwendungen.

Weit gefächertes Anwendungsfeld

Die Beispiele zeigen: Der Schmitt-Trigger ist ein vielseitiges Bauteil, das in Servern, Netzwerk-Schaltern, Telekommunikations-Infrastrukturen, Test- und Messgeräten, Robotik-Steuerungen, industriellen Schrittmotoren, Leistungsmessgeräten, Power Analyzern sowie in digitalen Eingangsmodulen für die Fabrikautomation zum Einsatz kommen kann. Einen Schmitt-Trigger aus diskreten Teilen aufzubauen erfordert eine sorgfältige und manchmal zeitintensive Konstruktion; die Berechnung der einzelnen Bauelemente ist sehr aufwändig.

Deutlich komfortabler ist ein Standalone-Produkt wie beispielsweise der 74LVC14A von Diodes. Er besitzt sechs unabhängige Schmitt-Trigger-Inverterpuffer und ist für den Betrieb in einem großen Versorgungsspannungsbereich von 1,65 V bis 5,5 V ausgelegt. Die Eingänge können mit 3,3 V oder 5,5 V betrieben werden, was Anwendungen mit Spannungsumsetzung ermöglicht. Dank CMOS-Technologie kommt er mit geringem Stromverbrauch aus. Der 74LVC14A ist voll spezifiziert für Anwendungen mit Teilabschaltung. Diese Schaltung deaktiviert den Ausgang, um einen schädlichen Stromrückfluss zu verhindern, wenn das Gerät ausgeschaltet wird. Die Gatter führen die positive Boolesche Funktion aus, das heißt, sie arbeiten als Inverter, negieren also das Ausgangssignal. Der 74LVC14A ist in den zwei Gehäusen SO-14 und TS-SOP-14 erhältlich und ESD-geschützt. Er eignet sich z.B. zur Spannungspegelverschiebung, Allzwecklogik oder Power-Down-Signalisolation in PCs, Netzwerken, Notebooks oder Festplatten. ■

World's smallest

Point-Of-Load DC-DC converter



μPOL™ and **nPOL™** are integrated DC-DC converters placed in the vicinity of complex ICs such as ASICs, FPGAs, and others.

Main applications

- Network Storage: Enterprise SSD / Storage Area Network
- Servers: Main Stream Server, Rack and Blade Server, Micro Server
- Netcoms and Telecoms: Ethernet Switch and Router and 5G Small Cells and 5G Base Stations
- Automotive (Future)

Main features and benefits

- Footprint of 3.3 x 3.3 x 1.5 mm
- Output of 1 watt per mm³, with 50% less required capacitance than existing products
- Suitable for a junction temperature range from -40°C to 125°C

Alternistoren

Induktive Lasten in Haushaltsgeräten schalten

Von der Kaffeemaschine bis zum Kühlschrank: Triacs werden als robuste, einfach anzusteuernde Schalter für Wechselstromanwendungen eingesetzt. High-Commutation-Triacs, auch Alternistoren genannt, besitzen verbesserte Kommutierungseigenschaften und schalten selbst induktive Lasten geräuschlos, kostengünstig und langlebig.

VON THOMAS BOLZ, PRODUCT MANAGER STANDARD PRODUCTS BEI RUTRONIK, UND TAWADE PRASAD, TECHNISCHES MARKETING BEI LITTELFUSE

Triodes for Alternating Current (Triacs) gehören zur Familie der Thyristoren und können sowohl durch eine positive als auch negative Spannung angesteuert werden. Einmal gezündet, bleiben sie auch ohne weiteres Ansteuersignal im leitenden Zustand, bis der Laststrom den Haltestrom unterschreitet. Bei Betrieb an Wechselspannung ist dies spätestens im Nulldurchgang des Stroms der Fall.

Ihren Aufbau kann man sich wie in Bild 1 dargestellt als zwei elektrisch getrennte, antiparallele Thyristoren vorstellen, die sich eine Gate-Elektrode teilen. Die Steuerflächen der Leistungsbereiche der beiden Thyristoren überlappen dabei. Zur Steuerung von Triacs gibt es zwei Möglichkeiten.

Bei der **Schwingungspaketsteuerung** lässt man den Schalter eine bestimmte Anzahl von Halbzyklen lang leiten und hält ihn dann für

Bild 1: Das Schaltungssymbol für einen Triac mit Main Terminal MT1 = Anode 1, MT2 = Anode 2 und Gate. MT2 hat in der Regel eine direkte Verbindung zum Gehäuse.

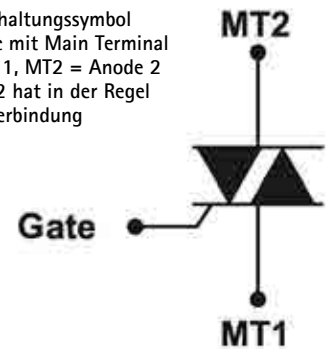


Bild: Rutronik

einige Halbzyklen ausgeschaltet. An der Last entsteht dabei eine mittlere Leistung abhängig vom Verhältnis von ein- und ausgeschalteten Halbwellen. Bild 2 stellt diesen Zusammenhang für das Verhältnis 2:1 dar.

Aus der vom Netz vorgegebenen Periodendauer lassen sich nur ganzzahlige Verhältnisse ein-



Bild: Maksym Yemelyanov/stock.adobe.com

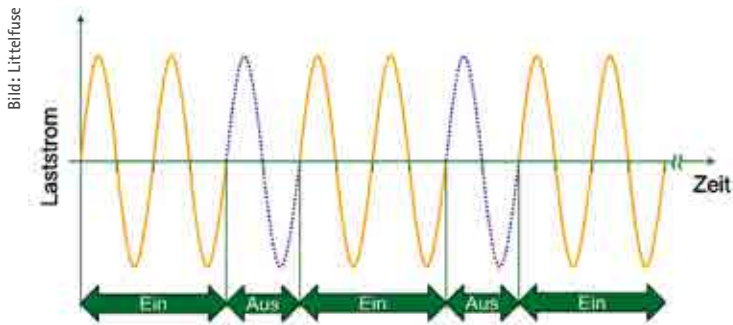


Bild 2: Schematische Darstellung der Paketwellensteuerung

stellen, was die Quantisierung der Ausgangsgröße einschränkt. Um einen sinnvollen zeitlichen Mittelwert zu erhalten, müssen Ein- und Ausschalt Dauern im Bereich einiger Halbwellen liegen.

Die Schwingungspaketsteuerung dient zur Leistungsregelung elektrischer Wechselspannungs-Verbraucher. Typische Anwendungen sind Durchlauferhitzer oder Elektroheizungen. Da hier nur in den Nulldurchgängen geschaltet wird, werden Oberschwingungen weitgehend vermieden.

Bei der **Phasenanschnittsteuerung** wird der Triac zu einem definierten Zeitpunkt nach Beginn jedes Halbzyklus angesteuert. Bild 3 stellt schematisch das Funktionsprinzip dar.

Die Steuerung des Mittelwertes erfolgt zyklusweise durch Variation des Zeitpunkts, auch Zündwinkel genannt, zu dem der Triac gezündet wird. Die freie Wahl des Zündwinkels gestattet eine analoge Einstellung des Mittelwertes von 0 bis 100 Prozent. Eine einfache Ansteuerung z.B. für einen Dimmer ist in Bild 4 dargestellt.

*Geräuschlos und langlebig:
Triac vs. Relais*

Triacs sind im Gegensatz zu elektromechanischen Relais Solid-State-Relais, was einige Vorteile mit sich bringt. Sie arbeiten geräuschlos. Da es keine mechanische Abnutzung gibt, haben sie eine wesentlich höhere Lebensdauer als Relais. Bei der Verwendung von Triacs kommt es nicht zum Kontaktprellen oder zu Lichtbogenbildung und Funkenschlag. Somit können sie auch in explosionsgefährdeten Umgebungen arbeiten, in denen funkenschlagende Relais absolut tabu sind.

Triacs lassen sich zudem zur Phasensteuerung einer Last nutzen. Daraus ergeben sich ihre vielfältigen Einsatzgebiete in Haushaltsklein- und -großgeräten. Von der Kaffeemaschine bis

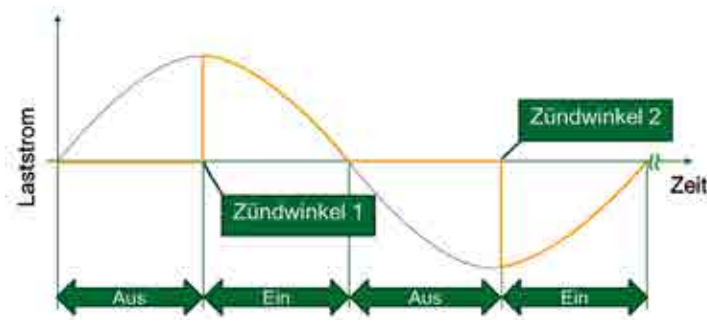


Bild 3: Prinzip der Phasenanschnittsteuerung

zum Kühlschrank regeln Triacs beispielsweise Temperaturen, die Beleuchtungsintensität oder die Motordrehzahl.

*Die Phasenverschiebung
macht den Unterschied*

Thyristoren bzw. Triacs schalten ab, wenn der Hauptstrom zwischen Anode und Kathode unter den Haltestrom fällt. Dieser Schaltvorgang erzeugt durch Rekombinieren von Ladungen nach dem Abschalten einen sogenannten Rückstrom. Verbleibt jedoch ein Überschuss an Ladung in den benachbarten Bereichen des Gates, kann das – wenn die Spannung nach dem Nulldurchgang wieder ansteigt – das Auslösen des zweiten Thyristors des Triacs bewirken.

Bei Netzfrequenzen bis zu ca. 400 Hz und einer sinusförmigen Wellenform ist die Kommutierung bei rein ohmscher Last unproblematisch, da Strom und Spannung in Phase sind. Die Kommutierung erfolgt wie erwartet beim Nulldurchgang des Stromes, der wegen der Phasenlage zeitgleich mit dem Nulldurchgang der Spannung erfolgt. Bild 5 zeigt die sich ergebenden Strom- und Spannungsverläufe.

Wird der Triac zum Ansteuern einer induktiven Last verwendet, bei der eine Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung auftritt, ergibt sich die in Bild 6 dargestellte Situation.

Hier tritt während des Nulldurchgangs des Stroms an den Hauptanschlüssen des Triacs eine Spannung auf. Die resultierende schnelle Spannungsänderung dv/dt könnte die empfindlichen Triacs fehlerhaft zünden. Daher erfordern Triac-gesteuerte Schaltungen eine sorgfältige Auslegung.

Ein wichtiger Parameter bei der Auswahl des passenden Triacs ist die zulässige Spannungsanstiegsgeschwindigkeit dV_{com}/dt . Wird diese überschritten, schaltet das Bauelement nicht aus. Um die Abschaltung zu gewährleisten,

müssen sowohl die Stromabfallrate dI_{com}/dt während des Kommutierungsintervalls als auch die Rate der wieder ansteigenden Spannung dV_{com}/dt nach dem Ausschaltvorgang begrenzt werden. In den Datenblättern für Triacs finden sich Kenndaten zur maximal zulässigen Anstiegsrate der Kommutierungsspannung in Abhängigkeit von der Bauteiltemperatur und der Abfallrate des Anodenstroms, bei der der Triac nicht gezündet wird.

*Snubber-Netzwerke
vermeiden unerwünschtes Zünden*

Muss ein Triac in einem induktiven Lastkreis betrieben werden, bei dem mit fehlerhafter Schalthandlung zu rechnen ist, wird üblicherweise ein Entlastungs- oder RC-Snubber-Netzwerk parallel zum Triac geschaltet (Bild 7). Die Snubber sorgen dafür, dass der Triac durch plötzlichen Spannungsanstieg, z.B. verursacht durch Spannungsspitzen in der Netzversorgung, nicht übermäßig stark belastet oder vorzeitig angesteuert wird. Zudem lässt sich die Stromanstiegsgeschwindigkeit dI/dt durch eine Serieninduktivität begrenzen, sodass der Triac trotz hoher Spannungsänderungen nicht zündet.

Bei der Wahl des passenden Snubber-Netzwerks sind die einzelnen Komponenten sorgfältig auszuwählen. Wichtige Faktoren hierbei sind die Lastinduktivität, die Frequenz der Wechselstromversorgung und der Effektivstrom der Last. Der Snubber-Widerstand muss groß genug sein, um Spannungsüber-

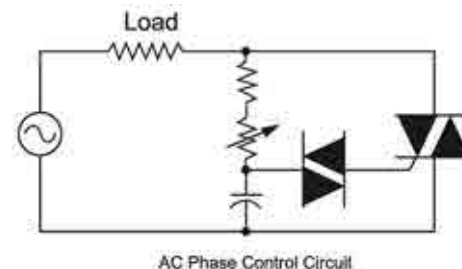


Bild 4: Einfache Triac-Schaltung zur Phasensteuerung einer ohmschen Last

Bild: Rutronik

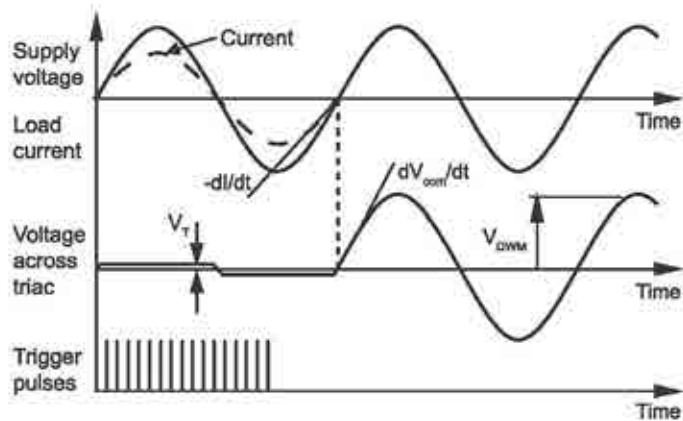


Bild 5: Kommutierung bei rein ohmscher Last

schwinger zu vermeiden und den Spitzenlaststrom des Kondensators durch den Triac auf den zulässigen Grenzwert di/dt des Schalters zu begrenzen. Der Snubber-Kondensator muss für die volle Wechselspannung des versorgenden Systems ausgelegt sein.

Ein Snubber-Netzwerk parallel zum Triac erhöht jedoch die Komplexität der Schaltung; zudem entsteht im Snubber zusätzliche Verlustleistung.

Eine elegantere Möglichkeit, um den Schaltkreisentwurf einfach zu halten, ist die Verwendung von Alternistoren. Diese High-Commutation-Triacs unterscheiden sich von Standard-Triacs durch die bessere Trennung der beiden „Thyristorhälften“, was ihnen eine höhere Kommutierungsrobustheit verleiht. Zudem ermöglicht ein höheres zulässiges dV_{com}/dt die Steuerung induktiver Lasten ohne Snubber. Ein höheres zulässiges di_{com}/dt verbessert die Kommutierung von Strömen mit höherer Frequenz oder nicht sinusförmigem Verlauf, ohne dass eine zusätzliche Induktivität zur di/dt -Begrenzung erforderlich ist.

Das heißt: Die Verwendung von Alternistoren ermöglicht Entwicklern ein einfacheres Design dank einer reduzierten Anzahl an Komponenten

Bild: Maksym Yemlyanov/stock.adobe.com



Bild: Rutronik

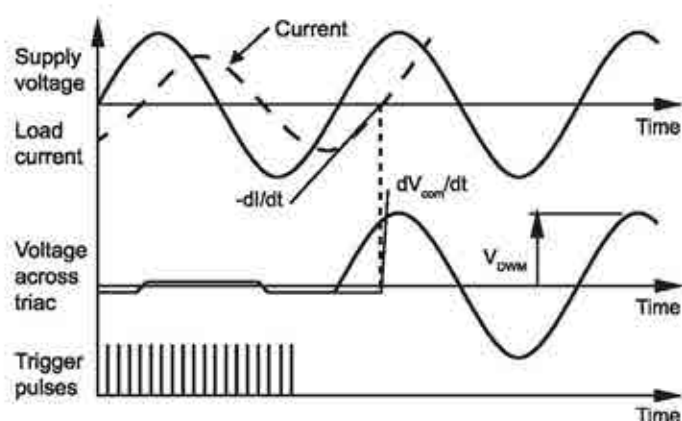


Bild 6: Kommutierung bei induktiver Last

ten sowie erhebliche Einsparungen beim Platzbedarf auf der Platine und bei den Systemkosten.

Optionen für hochinduktive Lasten

Die Alternistoren von Littelfuse zeichnen sich durch eine hohe Stoßstrombelastbarkeit aus, die mindestens das Zehnfache ihres Nennstromes beträgt. Das ist bei der Beschaltung mit einer induktiven Last wichtig, da der Einschaltstrom einer Induktivität ein Mehrfaches des Nennstroms beträgt. Der Stoßstrom-Grenzwert I_{TSM} ist der Scheitelwert eines Durchlassstromstoßes in Form einer Sinus-Halbschwingung von 10 ms oder 8,3 ms Dauer (50 oder 60 Hz), den der Triac im Kurzschlussfall ohne Schaden übersteht. Bei der Beanspruchung eines Triacs mit dem Stoßstrom-Grenzwert treten kurzzeitig erhöhte Sperrschichttemperaturen auf.

Littelfuse bietet Alternistoren in verschiedenen mechanisch und thermisch robusten Gehäusen in isolierten und nicht isolierten Versionen an. Die diskreten Gehäuse ermöglichen eine Montage mit Federclip für geringeren Montageaufwand. Die verwendete Clip-Bonding-Technologie ist bei der Herstellung von Hochleistungshalbleiter-Modulen und -Komponenten

weit verbreitet und gewährleistet eine hohe Zuverlässigkeit. Die Clip-Bonding-Technologie ersetzt die übliche Draht-Bond-Verbindung zwischen Die und Lead durch eine massive Kupferbrücke, was einen besseren Wärmewiderstand und eine ultraschnelle Schaltleistung bietet.

Die Kontaktflächen von Kupferclips sind viel größer als beim Drahtbonden. Das verbessert die thermische Leistung, da die Wärme effizienter von der Chip-Oberseite zum Leadframe abgeleitet wird. Dadurch wird die maximale Sperrschichttemperatur während des Betriebs gesenkt und so die Lebensdauer und Zuverlässigkeit des Triacs verlängert.

Alle Triac-Chips verfügen über glaspassivierte Sperrschichten und gewährleisten damit eine langfristige Zuverlässigkeit und Parameterstabilität der Komponenten. Die Kühlfahnen sind intern galvanisch isoliert bis zu einer Spannung von mindestens 2500 V RMS, alle Bauteile sind UL-zertifiziert (Ref. Datei E81734). Dadurch werden Einsatz und Montage separater Isolatoren unnötig, was Einsparungen gegenüber den Ausführungen mit spannungsführenden Kühlfahnen ermöglicht. Die Verwendung einer Keramikisolation ergibt eine bessere Wärmeableitung und Langlebigkeit als die übliche Epoxidisolation.

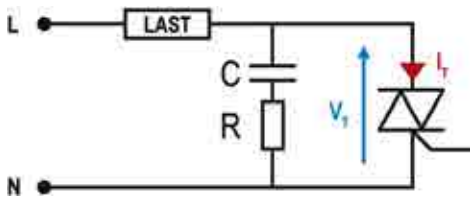


Bild 7: Triac mit RC-Snubber-Netzwerk

Besonders hervorzuheben sind vier Produktreihen von Alternistor-Triacs. Diese arbeiten lediglich in den Quadranten I, II und III (Bild 8). Da die typischen Anwendungen üblicherweise an Wechselstromkreise angeschlossen sind, arbeiten die Triacs in den Quadranten I und III. Der Verlust des vierten Trigger-Quadranten kann somit toleriert werden.

Qxx10Hx: Die 10-A-Version ist in den Gehäusen TO-220AB isoliert und nicht isoliert verfügbar sowie im SMD-Gehäuse TO-263 (D2Pak). Der ITSM beträgt 120 A (60 Hz). Die 25-A-Version (**Qxx25xHx**) ist in folgenden Gehäusen-Varianten erhältlich: TO-220 isoliert und nicht isoliert; robuste, isolierte TO-218- und TO218X-Gehäuse mit Lötösen; SMD-Gehäuse TO-263 (D2Pak). Der ITSM beträgt 250 A.

Ein besonderes Highlight sind die Hochtemperatur-Alternistoren der QJ-Serien: Der **QJxx16xHx** ist ein 16-A-Leistungs-Triac, der in TO-220AB- sowie isolierten TO-220- und TO-263-Gehäusen mit einer maximalen Sperrschichttemperatur von +150 °C und einem ITSM von 200 A (60 Hz) angeboten wird. Die 25-A-Version (**QJxx25xHx**) ist in denselben Gehäusen verfügbar, zusätzlich in robusten, isolierten TO-218- und TO218X-Gehäusen mit Lötösen. Dieser Triac besitzt eine maximale Sperrschichttemperatur von +150 °C und einen ITSM von 250 A (60 Hz).

Die QJ-Serien helfen, Überhitzungsprobleme bei Wechselstrom-Leistungssteuerungen zu lösen. Sie ermöglichen ein einfacheres Wärmemanagement und haben eine hohe Stoßstrombelastbarkeit. Dies erlaubt hohe Einschaltströme in Heizungs- und Motorsteueranwendungen.

Fazit

Triacs eignen sich perfekt für Wechselspannungsschalt- und Phasenanschnittsteue-

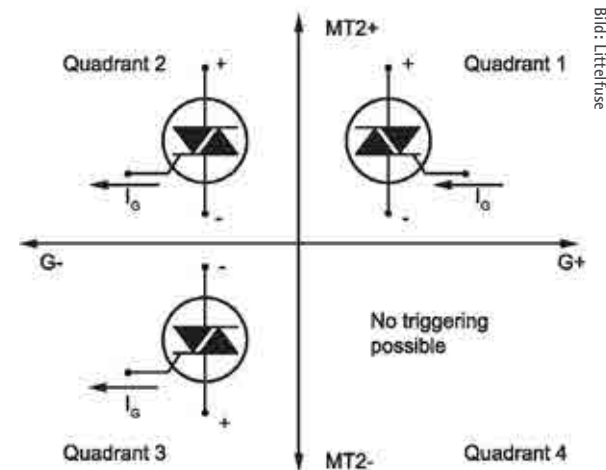


Bild 8: Trigger-Quadranten eines Alternistor-Triacs

rungs-Anwendungen wie Heizungs-, Licht- und Motordrehzahlsteuerungen. Überall, wo der Strom aus der Steckdose kommt, findet der Triac seine Anwendungen – in Kaffeemaschinen, Durchlauferhitzern, Infrarotheizungen, Küchengeräten, Elektrowerkzeugen, Heizungssteuerungen, Wechselstrom-Halbleiterrelais, Dimmern und Motordrehzahlregelungen. ■

DRIVE INTO THE FUTURE WITH AVX

AVX[®]
A KYOCERA GROUP COMPANY

TRJ SERIES

- DCL Reduced by 25% to 0.0075 CV
- CV Range: 0.10-680µF / 4-50V
- 6 Case Sizes Available
- Robust Against Higher Thermo-Mechanical Stresses During Assembly Process
- 131 Low ESR Parts Released
- Applications: Airbag Systems, Tire Pressure, Sensors, Body Electronics etc.

THJ SERIES

- High Temperature Rating – 175°C
- CV Range: 0.10-220µF / 6.3-50V
- 5 Case Sizes Available
- Extension to 200°C available in case sizes B and E
- Applications: Anti-Lock Brake System, Automotive ECU and ABS Control Electronics, Electronic Clutch etc.

eFuse – die elektronische Sicherung

Halbleiter-Technologie für schnellen Schutz

Heute dienen Sicherungen weniger zum Schutz vor einem Systemausfall, sondern eher vor Bedienfehlern. Doch nicht nur die Art der Fehler hat sich geändert, auch die Sicherungen wurden weiterentwickelt.

VON EMILIA MANCE, PRODUCT SALES MANAGER STANDARD PRODUCTS BEI RUTRONIK, UND TURADJ ALIABADI, SENIOR MARKETING MANAGER FOR DISCRETE SEMICONDUCTORS BEI TOSHIBA ELECTRONICS EUROPE

Schmelzsicherungen basieren auf einem dünnen Drahtabschnitt, der bei zu hohem Strom schmilzt. So stoppen sie den Stromfluss und schützen die Anwendung. Sie werden nach zwei Einheiten dimensioniert: Strom und Zeit. Die Stromgrenze definiert den maximal zulässigen Stromfluss, bevor die Sicherung schmilzt. Das Zeitelement ermöglicht, dass die Sicherung natürlich auftretenden Stromstößen, wie sie z.B. beim Einschalten eines Geräts häufig auftreten, auch über diese Stromgrenze hinaus standhält.

Das Hauptproblem bei derartigen Sicherungen ist das Opferteil: Brennt eine Sicherung durch, muss z.B. ein Wartungstechniker den Grund hierfür überprüfen und die Sicherung austauschen. Das ist zeitaufwändig und kann Verzö-

gerungen in einem Prozess verursachen. Je nachdem, wie die Sicherung integriert ist und wie zugänglich die Anlage selbst ist, kann es auch schwierig und kostspielig werden.

Heute ist eine solche Überstromsituation häufig die Folge eines Benutzerfehlers, z.B. durch das Einstecken eines fehlerhaften USB-Geräts in einen PC oder Laptop. In den Stromversorgungen derartiger Geräte kommen anstelle von Schmelzsicherungen oft PPTC-Bauteile (Polymeric Positive Temperature Coefficient) zum Einsatz. Sie sind eine Art niederohmiger Widerstand. Durch die Erwärmung während des übermäßigen Stromflusses aufgrund eines Fehlers steigt der Widerstand schnell an und begrenzt den Stromfluss. Ist der Fehler behoben, kühlt die Sicherung ab, ihr Widerstand kehrt zum ur-

sprünglichen niedrigen Wert zurück. So bieten PPTCs Schutz, ohne dass ein Servicetechniker benötigt wird, um sie nach einem Auslöseereignis wieder zum Laufen zu bringen.

Nicht die schnellste Schutzfunktion

Beide Arten von Sicherungen führen ihre Schutzfunktion nicht besonders schnell aus: Schmelzsicherungen benötigen in der Regel eine Sekunde, um auszulösen. PPTCs reagieren schneller, es kann aber Sekunden dauern, bis sie die volle Strombegrenzung erreichen. Und während Schmelzsicherungen die Geräte vom Strom trennen, lassen PPTCs auch nach dem Auslösen noch einen kleinen Strom fließen. Beide Sicherungstypen sind von der Betriebsumgebungstemperatur abhängig, sodass bei der Auslegung ein Derating bei höheren Betriebstemperaturen zu berücksichtigen ist.

Die Halbleitertechnologie hat in den letzten Jahrzehnten zahlreiche Komponenten verbessert oder ersetzt. Das gilt auch für Sicherungen. Elektronische Modelle, sogenannte eFuses, verdrängen Schmelzsicherungen und PPTCs zunehmend. Sie bieten besseren Schutz und die Möglichkeit, die eFuse nach Beseitigung des Fehlers über eine einfache Logikschnittstelle zurückzusetzen. Davon profitieren Computer-Mainboards, v.a. die Leiterbahnen, die die SATA-Festplatten oder USB-Ports versorgen.

eFuses basieren auf fortschrittlichen Siliziumprozessen. Niederohmige MOSFET-Schalter sorgen bei Stromfluss für einen geringen Stromverlust. Integrierte analoge Komparatoren überwachen den Stromfluss sehr exakt und können die Stromversorgung in weniger als einer Mikrosekunde vollständig unterbrechen.



Bilder: Toshiba

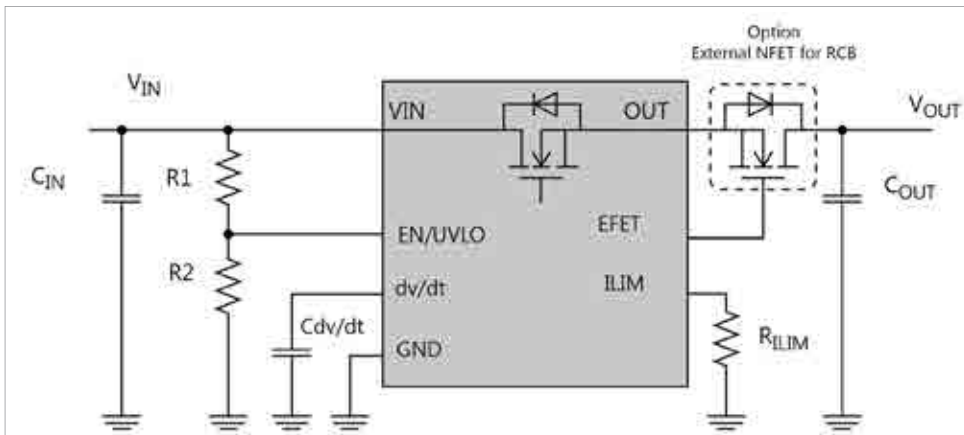


Bild 1: Beispielhafte Anwendungsschaltung für eine eFuse-Schutzlösung

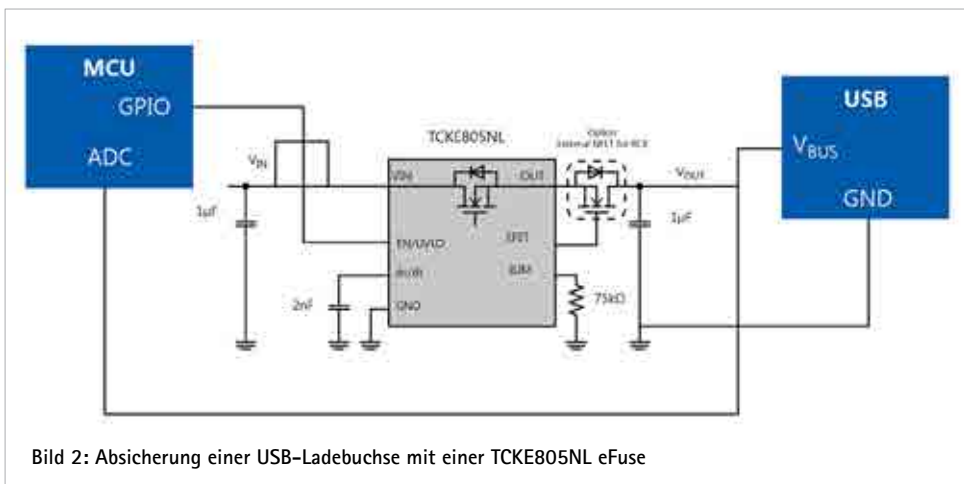


Bild 2: Absicherung einer USB-Ladebuchse mit einer TCKE805NL eFuse

Über die Schnittstelle der eFuse lässt sich mit einem Host-Prozessor die Fehlerursache bestimmen und der Zeitpunkt der elektrischen Wiederherstellung der Stromversorgung festlegen.

Als Siliziumprodukte bieten eFuses natürlich auch eine Reihe weiterer nützlicher Funktionen, darunter Übertemperaturüberwachung, Überspannungsklemmung, Unterspannungsabschaltung und Rückstromschutz.

Jede Anwendung, die zusätzliche Submodule mit Strom versorgt – etwa Oszilloskop-Tastköpfe oder speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) – können von der eFuse-Technologie profitieren. Ein kompaktes ($3 \times 3 \times 0,7 \text{ mm}^3$) und damit leicht integrierbares Produkt ist die TCKE8xxx-Serie im WSON10B-Gehäuse von Toshiba. Die Bausteine haben einen Kurzschluss-Auslösestrom von 5,0 A mit einer Genauigkeit von ± 11 Prozent. Dank des integrierten Fast-Trip-Komparators schalten die eFuses die Leistung bei einem Fehler innerhalb von 150 ns ab. In der Serie stehen Modelle mit Auto-Retry- oder Latched-Verhalten zur Auswahl. Erstere schalten automatisch wieder ein, sobald sie sich um etwa 20 °C abgekühlt haben, bei

letzteren ist der Schutz verriegelt, sodass ein Reset über den EN-Enable-Pin erforderlich ist. Die Zertifizierung nach IEC 62368 vereinfacht für den Kunden die Zertifizierung des Gesamtsystems. Der Einschaltwiderstand (R_{ON}) des

integrierten Schalters beträgt respektable 28 mΩ; die Anstiegsgeschwindigkeit zur Steuerung des Einschaltstroms sowie die Unterspannungssperre lassen sich mit externen Komponenten einstellen. Für zusätzlichen Schutz sorgt eine interne Temperaturüberwachung, die den Ausgang bei 160 °C abschaltet.

Bild 2 zeigt, wie sich mit einer solchen eFuse die Ladebuchse in USB-Ladegeräten und Akkupacks schützen lässt. Die TCKE805NL bietet hierfür die optimale Passform und einen verriegelten Schutz kombiniert mit einer auf 6,04 V fixierten Überspannungsklemme. Ein 75-kΩ-Widerstand, der am Pin ILIM angeschlossen ist, begrenzt den Strom auf 1,5 A, während ein 2-nF-Kondensator eine Einschaltzeit von 4 ms gewährleistet. Eingangs- und Ausgangskondensatoren von 1,0 µF in der Nähe der VIN- und OUT-Pins reduzieren das Über- und Unterschwingen der Spannung bei plötzlichen Änderungen der Stromaufnahme. Bei Bedarf lässt sich auch ein n-Kanal-FET zum Schutz vor Rückströmen integrieren.

Fazit

Sicherungen und PPTCs sind seit vielen Jahren ein wesentlicher Sicherheitsbaustein. Heute geht es jedoch häufig um Schutz vor Fehlern, die vom Menschen verursacht wurden, weniger um komplette Systemausfälle. Hierfür bieten konfigurierbare eFuses einen zuverlässigen und rücksetzbaren Schutz, der dazu beiträgt, die Lebensdauer von Anwendungen zu verlängern – und oft die Unterstützung durch einen Techniker überflüssig macht. ■



Die Geschichte der Sicherung

Erinnerungen an den deutschen Physiker Georg Ohm werden wach, wenn man mit Widerständen arbeitet. Geht es um Kondensatoren, denkt man an den englischen Wissenschaftler Michael Faraday – und an den Amerikaner Joseph Henry bei der Dimensionierung von Induktoren. Doch das Interesse an diesen drei Kernkomponenten schien nachzulassen, als man nach dem 19. Jahrhundert begann, die Eigenschaften der einfachen Schmelzsicherung zu quantifizieren.

Die Entwicklung der einfachen Sicherung, deren englische Bezeichnung vom lateinischen fusus (geschmolzen) stammt, geht

vor allem auf Arthur C. Cockburn zurück. Obwohl seine experimentelle Genauigkeit von der neu gegründeten Londoner Society of Telegraph Engineers im Jahr 1888 verspottet wurde, lag ihm sehr daran, die Faktoren für eine zuverlässige Sicherung wissenschaftlich zu bestimmen. Ein Ergebnis seiner Arbeit: Eine Sicherung sollte bei etwa 150 bis 200 Prozent des Nennstroms des zu schützenden Stromkreises auslösen. Zu dieser Zeit steckte die elektrische Beleuchtung noch in den Kinderschuhen, zudem galt es, die Telegrafnarbeiter vor Blitzeinschlägen zu schützen. So wurde die Sicherung zu einer kritischen Sicherheitskomponente für die junge Industrie.

RISC-V-Prozessoren

Open Source Hardware bietet Freiheit und Flexibilität

Um der immer komplexeren Struktur von Standard-Prozessoren entgegenzutreten, wurde an der University of California in Berkeley, USA, vor zehn Jahren eine offene, stark reduzierte Befehlssatzarchitektur geschaffen. Sie ist inzwischen in der fünften Generation angekommen – und die bietet viele Vorteile.

VON WALTER HAGNER UND
HAO WANG, BEIDE PRODUCT SALES
MANAGER DIGITAL BEI RUTRONIK

Ein Anlass für die Entwicklung eines vergleichsweise einfachen Befehlssatzes waren sicher auch Untersuchungen, wonach die meisten Compiler viele der von gängigen Prozessoren zur Verfügung gestellten Adressierungsarten gar nicht verwenden. Der neue Befehlssatz (ISA, Instruction Set Architecture) erhielt entsprechend seiner geringeren Komplexität die Bezeichnung RISC, für Reduced Instruction Set Computer.

Die fünfte Version, RISC-V, basiert auf dem Open-Source-Ansatz und scheint RISC den Durchbruch zu bringen. Einer der Hauptgründe hierfür besteht darin, dass die RISC-V Foundation, die mit inzwischen über 1000 Mitgliedern die Entwicklung der RISC-V ISA vorantreibt, auf jegliche Lizenzierung verzichtet. Selbst für die kommerzielle Nutzung von RISC-V sind keine Lizenzvereinbarungen und -zahlungen erforderlich. Das macht RISC-V gegenüber den x86- und ARM-Prozessortechniken sehr attraktiv. Neben den erheblich geringeren Kosten gehört dazu auch, dass Nutzer sich in keinerlei Abhängigkeit von anderen Unternehmen begeben. Jeder kann eigene RISC-V Cores und -Prozessoren entwickeln, ohne dies offenlegen zu müssen. Vor dem Hintergrund, dass Prozessoren auch als Softcores in program-

mierbare Logik geladen werden können, ist das ein Vorteil, der gar nicht hoch genug einzuschätzen ist.

RISC-V definiert die ISA, nicht jedoch die Prozessor-Architektur. Damit sind Entwickler sehr flexibel, sie können RISC-V mit jeder Architektur verbinden. Dank des festgeschriebenen Befehlssatzes sind heute entwickelte Programme auch in zukünftigen Implementierungen lauffähig. Das macht RISC-V vor allem auch für Industrieranwendungen mit langen Lebenszyklen interessant.

Der gesamte RISC-V Befehlssatz fußt auf den Formaten Register-to-Register, unbedingte und bedingte Sprünge, Data Store sowie Short und Long Immediates. Charakteristisch für die Architektur ist die Vielzahl der Register. Denn RISC-V ist eine Load-Store-Architektur, die auf komplexe Adressierungsarten verzichtet. Sie hat grundsätzlich auch keinen dedizierten I/O-Bereich, sondern ausschließlich Memory-Mapped I/O. Ein Plus des RISC-V-Konzepts besteht zudem darin, dass auf einen großen Microsequencer verzichtet werden kann. Dadurch werden die meisten Befehle direkt von einer Hardware ausgeführt und nicht von einem Mikroprogramm. Das hat den positiven Effekt, dass meist nur ein Taktzyklus erforderlich ist.

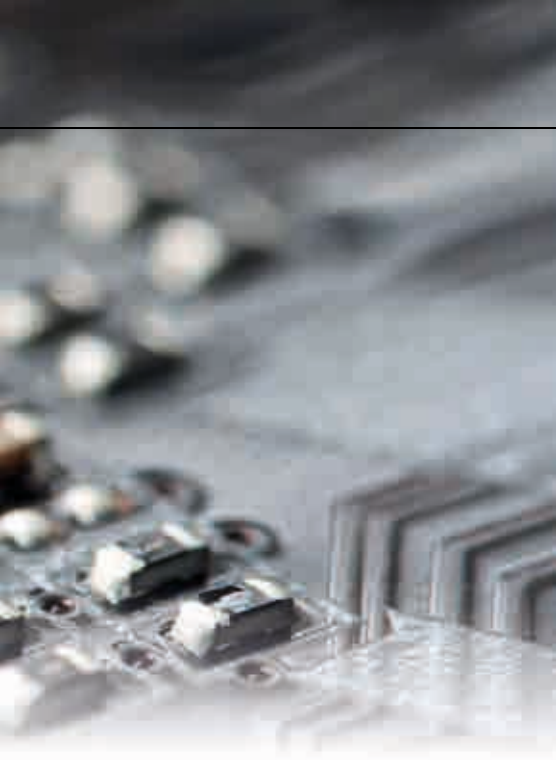


Bild: megaflop/stock.adobe.com

bei können Entwickler aus Funktionen wie beispielsweise Floating Point, Double und Quad-Floating Point, atomaren Operationen oder Vektorbefehlen wählen.

RISC-V-basierte Mikrocontroller

Verschiedene Hersteller bieten bereits Mikrocontroller und Prozessoren auf RISC-V-Basis an. Die RISC-V-Organisation umfasst zahlreiche Mitglieder, darunter strategische Mitglieder und bekannte Gründungsmitglieder, weltweit führende Universitäten sowie große Digitalkonzerne wie Google und Alibaba.

Rutronik schenkt der Marktentwicklung besondere Beachtung, denn zahlreiche seiner Franchise- und Technologiepartner sind aktive Mitglieder der RISC-V Community; viele haben schon hohe Summen in die Technologie investiert. Zu den strategischen RISC-V-Partnern von Rutronik zählen z.B. Infineon, Nordic, Gowin, Rockchip, Efinix, Segger und viele mehr. Hieraus lässt sich heute schon ableiten, dass die Konzerne neben Arm Cores und den eigenen proprietären Lösungen zukünftig intensiv auf die Karte RISC-V setzen werden.

Die ersten RISC-V-basierten 32-bit-Mikrocontroller hat ein technologisch führender asiatischer Hersteller auf den Markt gebracht, der neben Arm Cores auch RISC-V Cores nutzt. Das sind kosteneffiziente MCUs mit hoher Rechenleistung und geringer Leistungsaufnahme für den anspruchsvollen Embedded-Markt. Der

RISC-V Bumblebee Core arbeitet bei 108 MHz und unterstützt RV32IMAC, d.h. die ISA-Variante für 32 bit. Die Buchstaben hinter der 32 stehen für die Erweiterungen Ganzzahl-Operationen (I für Integer), Multiplikationen und Divisionen (M für Multiply), atomare Operationen (A für Atomic) und einen komprimierten 32-bit-Befehlssatz (C für Compressed), der die Mikrocontroller sehr leistungsfähig macht. Typischerweise bieten diese MCUs bis zu 128 kB On-Chip-Flash-Speicher und 32 kB SRAM-Speicher. Zahlreiche erweiterte I/Os und Peripheriegeräten sind an zwei APB-Bussen angeschlossen. Mit diesen Merkmalen eignen sich diese MCUs ideal für vernetzte Anwendungen, darunter vor allem für industrielle Steuerungen, Motorantriebe, Stromüberwachungs- und Alarmsysteme, Konsumgüter und Handheld-Geräte, POS, Fahrzeug-GPS und LED-Anzeigen.

Entwickler finden in der RISC-V-Welt bereits umfangreiche Development Boards, Starter Kits und eine umfangreiche Softwarebibliothek sowie IDE Support und Debugging Tools auch von Rutronik-Partnern wie Segger. So können Nutzer ihre Projekte schnell umsetzen.

Fazit

Im Vergleich zu x86 und Arm bietet RISC-V vor allem geringere Kosten sowie mehr Freiheit und Flexibilität und erfreut sich wachsender Popularität. Es lohnt sich also, einen genaueren Blick darauf zu werfen. ■

Drei Basis-Architekturen ...

Generell stehen drei Basis-Architekturen zur Verfügung, die sich in der Wortbreite unterscheiden. Bereits definiert sind RV32 mit 32 bit und RV64 mit 64 bit. Die 128-bit-Version RV128 befindet sich noch in der Konzeptionsphase.

... und Erweiterungen für spezifische Prozessoren

Die Basis-Architekturen lassen sich erweitern, sodass spezifische Prozessoren für dedizierte Anwendungen entwickelt werden können. Da-

Anzeige

We develop batteries for smart, industrial and medical needs.

We are a worldwide leading Swiss manufacturer and supplier of primary and secondary batteries. We draft, develop and produce standard and customized battery solutions for customer's needs. For more information contact us:

www.renata.com | sales@renata.com | +41 619 75 75 75



Lithium primary thin film cells for smart cards, smart patches and logistic tracking labels



Lithium-ion pouch and coin cells for energy harvesting and portable devices



High performance silver oxide coin cells for medical sensors and fitness devices



High performance primary coin cells for applications such as medical, automation, timekeeping and remote devices

renata
batteries

E-Mobility

Renaissance der Folienkondensatoren

Folienkondensatoren basieren auf einer der ältesten, bewährtesten Kondensator-Technologien. Da sie aber schwerer und größer sind als andere Kondensator-Typen, kamen sie für Automotive-Anwendungen lange Zeit nicht infrage. Mit den hohen Strömen bei hohen Spannungen in E- und Hybridfahrzeugen erleben sie aktuell jedoch eine Renaissance.

VON MARCEL FRITZ, PRODUCT SALES
MANAGER CAPACITORS, UND
CHRISTIAN KASPER, TECHNICAL SUPPORT,
BEIDE BEI RUTRONIK

Eine Vielzahl technischer Vorzüge zeichnet Folienkondensatoren aus: Neben geringen Verlustfaktoren und der Tatsache, dass sie sich sowohl für den Betrieb an Wechselspannung als auch an Gleichspannung eignen, erlauben Folienkondensatoren zudem bei einem hohen Spannungspegel höchste Ströme und bieten gleichzeitig eine frequenzstabile Kapazität. Für Spannungen zwischen 50 V und 2500 V, wie sie in aktuellen Automodellen vorkommen, reichen Standard-Folienkondensatoren aus. Die Erfüllung der Automotive-Norm AEC-Q200 zählt längst zum Repertoire der Hersteller.

Außerdem erfüllen Folienkondensatoren die im Automotive-Bereich extrem hohen Anforderungen an Lebensdauer und Performance: Ihre Lebensdauer wird bei bestimmungsgemäßer Nutzung lediglich durch die Materialalterung begrenzt. Darauf haben unter anderem die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit den größten Einfluss, aber auch der Strom und die dadurch bedingte Eigenerwärmung. Deshalb zielen neueste Weiterentwicklungen darauf, die Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsstabilität der Bauteile zu verbessern. Ein weiterer Fokus der Hersteller liegt darauf, das C-V- (Capacity/Voltage) Verhältnis der Kondensatoren zu optimieren.

Weiterentwicklungen trotzen Hitze und Feuchtigkeit

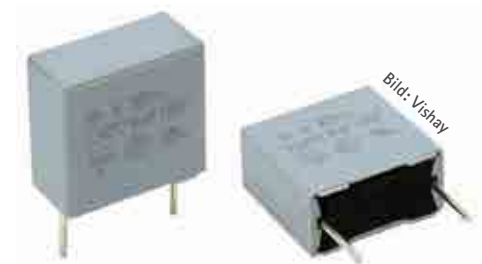
In Fahrzeugen entsteht Wärme vor allem in der Nähe des Antriebsmotors, aber auch überall dort, wo der Strom, der durch die Bauteile fließt, die Eigenerwärmung forciert. Für den Einsatz in Automotive-Applikationen sind erste Serien jetzt bis 135 °C spezifiziert. Wer sie

einsetzt, sollte jedoch unbedingt das Spannungs-Derating sowie eine mögliche Einschränkung der Lebensdauer bei diesen hohen Temperaturen beachten.

Hohe Luftfeuchtigkeit während des Betriebs kann die aufgedampfte Metallisierung der Folienkondensatoren angreifen. Wenn der Kunststoffbecher oder die Vergussmasse unzureichend dicht ist, kann unter Umständen Feuchtigkeit in den Kondensator eindringen. Auch während des Produktionsprozesses kann bereits unerwünschte Luftfeuchtigkeit eingeschlossen werden.

Zahlreiche Analysen und empirische Untersuchungen haben zu der Erkenntnis geführt, dass in der Praxis das Eindringen unerwünschter Luftfeuchtigkeit den größten Einfluss auf die Lebensdauer eines Folienkondensators ausübt. Diese Tatsache sowie die hohen Lebensdauernanforderungen u.a. im Automotive-Bereich erfordern einen beschleunigten Lebensdauertest.

Ein anerkannter Standard für beschleunigte Lebensdauertests ist der Temperatur-Feuchtigkeits-Bias-Test (THB: Temperature-Humidity-Biased). Es handelt sich um einen



Die Vishay-FRI-Caps (F340) halten als THB-Typ Grade III B für 1000 Stunden 85 °C und 85 Prozent relativer Luftfeuchtigkeit stand.



DC-Link-Kondensatoren bieten eine hohe Volumenkapazität und exzellente Ausheißfähigkeit. Die MKP-4-Modelle von Wima sind AEC-Q2000-qualifiziert.

Zuverlässigkeitstest, der darauf abzielt, den Alterungsprozess der Kondensatoren zu beschleunigen. Dabei wird gemessen, ob die Kondensatoren bei einer bestimmten Temperatur, relativen Luftfeuchtigkeit und Nennspannung über eine definierte Zeit hinweg ihre Kapazität, ihren Verlustfaktor und Isolationswiderstand beibehalten (s. Tabelle). Je nach Teststufe erfüllen sie unterschiedliche klimatische Anforderungen, z.B. in einem Elektroauto. Bei Grade IIIB, High Robustness under High Humidity, müssen die Kondensatoren den Test bei 85 °C, 85 Prozent relativer Luftfeuchtigkeit und 1000 Stunden Betriebsdauer bei angelegter Nennspannung unbeschadet überstehen.

Platzwunder durch kundenspezifische Lösungen

Eine größere Herausforderung an die Folienkondensatoren sind die Platz- und Gewichtsanforderungen der Automotive-Entwickler. Denn je mehr Kapazität der Kondensator haben muss, desto mehr Lagen umfasst der Wicket. Gleichzeitig wird der Kondensator mit jeder Lage größer und schwerer. Doch die Hersteller folgen dem Trend zur Miniaturisierung und verkleinern die Bauteile, soweit die Physik es zulässt. Sonderbauformen, meist kun-



DC-Link-Kondensatoren der C4AK-Serie von Kemet bieten eine hohe Kapazitätsdichte und DC-Ripple-Strom-Fähigkeiten und sind für einen Dauerbetrieb von bis zu 1000 Stunden bei 135 °C ausgelegt.

Grade (I) – Robustness under Humidity	
Test A: 40°C / 93% R.H., 21 Days Rated Voltage	Test B: 85°C / 85% R.H., 168 Hours Rated Voltage
Grade (II) – Robustness under High Humidity	
Test A: 40°C / 93% R.H., 56 Days Rated Voltage	Test B: 85°C / 85% R.H., 500 Hours Rated Voltage
Grade (III) – High Robustness under High Humidity	
Test A: 60°C / 93% R.H., 56 Days Rated Voltage	Test B: 85°C / 85% R.H., 1.000 Hours Rated Voltage

THB-Kondensatoren müssen fest definierte Testkriterien erfüllen.

denspezifisch, erlauben zudem die Nutzung selbst kleinster Räume im Fahrzeug.

Obwohl Folienkondensatoren auf einer alten und bewährten Technologie basieren, bedeutet dies nicht, dass hier Stillstand in der Entwicklung herrscht. Herstellern gelingt es immer wieder, die Bauteile noch weiter zu optimieren, neuen Anforderungen anzupassen und innovative Produkte auf dem Markt einzuführen.

Einsatzorte im Auto ...

Einer der Haupt-Einsatzorte der Folienkondensatoren im Bereich E-Mobility liegt im Zwischenkreis des Antriebsmotors. In der entsprechenden Leistungselektronik dienen sie dazu, den Energiefluss im Zwischenkreis auszugleichen. Hier sind die DC-Link-Kondensatoren mit ihrer geringen Eigeninduktivität und niedrigem Innenwiderstand (ESR, Equivalent Series Resistance) gefordert. Da die Leistung des Antriebs unter anderem mit der Spannung steigt, sind auch hohe Spannungswerte ein wichtiges Kriterium. Kundenspezifische Modelle erfüllen dazu Effizienz-Anforderungen bzw. liefern die nötigen Parameter, wie spezielle Anschlüsse (Anschlusslaschen und Busbars), spezifische elektrische Werte sowie Gehäuseformen und -größen.

Durch ihre bessere Platzeffizienz kommen im Antrieb meist Blöcke zum Einsatz, in denen mehrere Folienwickel, meist aus Polypropylen, vergossen sind. Zudem werden DC-Folienkondensatoren als Filter genutzt, um Störungen und Spannungsspitzen im BMS- (Batteriemanagementsystem) Zweig abzdämpfen. Dabei ist neben der Spannungslage darauf zu achten, dass die Kapazität den zu filternden Störungen angepasst ist. Interessanterweise kommen Folienkondensatoren auch in der Bremssteuerung (ABS, ESP) zum Einsatz. Dabei liegen die Vorteile auf der Hand: Sie liefern über ein ganzes Autoleben hinweg, also für deutlich mehr als zehn Jahre, eine konstante Kapazität und Spannungsfestigkeit. Vor allem SMD-Modelle bieten eine besonders konstante Kapazität und Spannung bei verschiedenen Spannungsniveaus.

Darüber hinaus eignen sich Folienkondensatoren auch für Anwendungen im Fahrzeug-Innenraum und der Peripherie. Im Sound-System dienen sie im NF-Filter oder in der Frequenzweiche im Lautsprecherzweig. Damit können sie auch im Auto die Vorteile ausspielen, wegen derer sie sich im hochwertigen Hi-Fi-Segment längst etabliert haben.

... und ums Auto herum

Doch nicht nur im E-Auto selbst, sondern auch in den Ladesäulen (E-Charger) gibt es zahlreiche Einsatzorte für Folienkondensatoren. Auf der Netzeingangsseite sorgen RFI-Typen wie X- bzw. Y-klassifizierte Bauteile dafür, dass die EMV-Bestimmungen eingehalten werden. Gleichzeitig schützen sie vor netzseitigen Störungen. Da sich die Ladesäulen typischerweise im Freien befinden, sind die THB-Typen der X- und Y-Kondensatoren zu empfehlen. In einigen Fällen ist das Ladegerät auch im Fahrzeug integriert (On Board Charger, OBC), um das Laden an der heimischen Steckdose zu ermöglichen. Hierfür kommen ebenfalls RFI-Typen zum Einsatz.

Im weitesten Sinne sind Ladesäulen eine Art Inverter, sodass sich auch hier im Netzeingang AC-Kondensatoren finden. Den Hautbestandteil machen jedoch DC-Link-Kondensatoren aus. Aber auch Snubber-Kondensatoren, die zum Abdämpfen unerwünschter Spannungsspitzen dienen, sind fester Bestandteil einer Ladesäule.

Fazit

Nachdem Folienkondensatoren bis vor Kurzem eher selten im Auto zu finden waren, ist es umso spannender zu beobachten, welche Vielzahl an Anwendungsgebieten diese Technologie nun bietet. Aufgrund der hohen Spannungsfestigkeit und ihrer stabilen elektrischen Eigenschaften bilden sie einen unverzichtbaren Baustein im aktuellen Wandel hin zur Elektromobilität. Daher lohnt es sich für jeden Entwickler, die Technologie näher anzuschauen und deren Vorteile für die eigenen Projekte zu nutzen. ■

Upgrade Your Boot with Intel® Optane™ SSD P1600X

Pay for Only What You Need



<50 GB
OS Capacity
Requirements

>240 GB
Typical NAND
SATA SSD



Do Everything Faster



Up to
4.4x
Better IOPS/\$¹

Get More a Boot

Up to
4.6x
Higher Endurance
than an Intel® SATA SSD D3-S4510¹

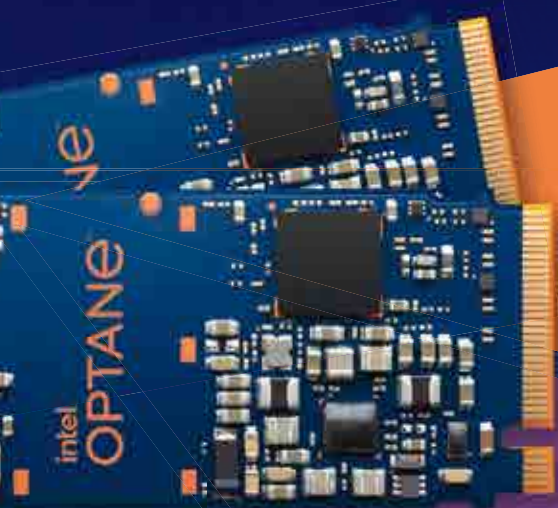


¹ For more information see "Introducing the Intel® Optane™ SSD P1600X Series for Boot Drives," intel.com/content/www/us/en/products/docs/memory-storage/
pricing; other component pricing are estimates based on common industry pricing.

² See specifications for the [Intel Optane SSD P1600X Series](#) and for the [Intel SSD D3-S4510 Series](#).

Performance varies by use, configuration and other factors. Learn more at <http://intel.com/PerformanceIndex>. Performance results are based on testing as of dates
Your costs and results may vary. Intel technologies may require enabled hardware, software or service activation. © Intel Corporation. Intel, the Intel logo, and other

Drives 600X Series



Easy to Deploy
Industry-standard deployment with
80mm **M.2**

Improve Drive Reliability

5 Year Warranty



Power Loss Protection

<1 SECTOR PER
10¹⁷ BITS
Read UBER¹

0.44%
Annual Failure Rate

2 MIL
Hour MTBF¹

More from
the Drive

15.1x

Faster Random Write IOPS

compared to the Intel® SATA SSD D3-S4510²

4.8x

Lower Read Latency

compared to the Intel® SATA SSD D3-S4510¹

7 μ s

3.6x

Lower Write Latency

10 μ s

<https://www.intel.com/content/www/us/en/solid-state-drives/data-center-ssds/optane-ssd-p1600x-white-paper.html>. Pricing data as of June 25, 2021. P1600X and S4510 price is Intel MSRP

shown in configurations and may not reflect all publicly available updates. See backup for configuration details. No product or component can be absolutely secure. Intel marks are trademarks of Intel Corporation or its subsidiaries. Other names and brands may be claimed as the property of others. 0821/CWAN/KC/PDF

Keramische Safety-Kondensatoren

Sicher zum optimalen Entstör-Kondensator

Schon mit der Namensgebung fängt das Dilemma der Zuordnung von keramischen Safety-Kondensatoren an. Materialklassen, Keramikarten, Funkentstör-, RFI-Kondensatoren – wer kennt sich da noch aus? Ein Überblick und ein Leitfaden helfen, die geeignetsten Typen zu finden.

VON JÜRGEN GEIER,
TECHNICAL SUPPORT BEI RUTRONIK

Safety-Kondensatoren werden nicht, wie bei anderen Keramik Kondensatoren üblich, in Material-Klassen 1 und 2 sowie Keramikarten wie NPO oder Y5U unterteilt. Vielmehr tragen sie Bezeichnungen wie Funkentstör- oder RFI- (Radio Frequency Interference) Kondensatoren und werden je nach Impulsspannung und Beschaltungsart in X- und Y-Klassen unterteilt.

Haupteinsatzgebiet von Safety-Kondensatoren ist die Entstörung von Netz-Wechselspannungen. Deshalb müssen sie die Sicherheitsanforderungen von IEC 60384-14 erfüllen und sind mit den entsprechenden Prüfzeichen versehen.

Unterscheidung nach Störungsarten

Prinzipiell lassen sich die Kondensatoren nach den Störungsarten Differential Mode und Common Mode unterteilen. Der Differential Mode (Gegentakt-Störung) liegt vor, wenn die Störimpulse entlang der Adern (L-N) in entgegengesetzte Richtungen laufen. Hierfür werden die Entstör-Kondensatoren zwischen die beiden Leitungen – „Across the Line“ – geschaltet, sodass sich die Störungen gegenseitig aufheben. Diese werden als Klasse X-Kondensatoren bezeichnet.

Beim Common Mode (Gleichtakt-Störung) laufen die Störpulse auf beiden Adern in die gleiche Richtung. Dann werden die Kondensatoren zwischen die jeweilige Ader und Masse – „Line bypass“ – geschaltet, um die Störungen zur Masse hin abzuleiten. Sie werden als Klasse-Y-Kondensatoren bezeichnet. Diese X- bzw. Y-Kondensatoren werden nun nach den Anforderungen von IEC 60384-14 weiter unterteilt in die verschiedenen Prüf-/Impulsspannungen und entsprechend in X2- und X1-respektive Y2- und Y1-Typen unterschieden. Die Tabelle zeigt die derzeit gängigen Unterteilungen.

Die häufigsten Typen sind X1Y2- und X1Y1-Kombinationen: Sie erfüllen sowohl X- als auch Y-Einsatzkriterien. Die hier behandelten Keramik Kondensatoren werden wegen der meist relativ kleinen erforderlichen Kapazitätswerte überwiegend als Y-Kondensatoren im Wertebereich 10 pF bis 4,7 nF, manchmal auch noch zwischen 10 nF und maximal 22 nF eingesetzt.

Weitere Unterscheidungen bzw. Zwangsvorgaben aus vorangehenden Festlegungen ergeben sich außerdem aus den verschiedenen Kondensator-Bauarten (bedrahtet oder SMD) und ob Commercial-, Industrial- oder Automotive-Anforderungen zu erfüllen sind.

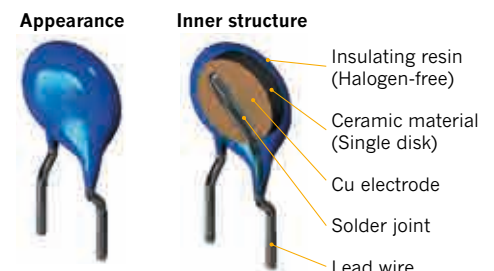
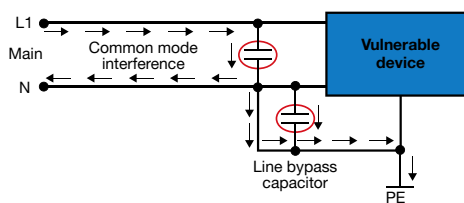
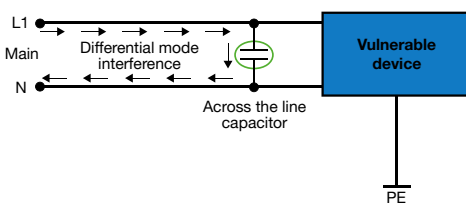


Bild 2: Das Schnittbild zeigt den Aufbau eines radialen Single-Layer-Kondensators.

Bild 1: Je nachdem, ob die Störimpulse in gleicher oder entgegengesetzter Richtung laufen, kommen die Entstör-Kondensatoren zwischen den Leitungen oder zwischen Ader und Masse zum Einsatz.

Fahrzeugtechnologie der nächsten Generation mit Molex

Die Automobilbranche wandelt sich in enormem Tempo. Während die Entwicklung hin zu revolutionären Technologien voranschreitet, verlangen Konsumenten von ihren Fahrzeugen stetig mehr Funktionalität, Konnektivität und Sicherheit.

TREIBENDE FAKTOREN DER MINIATURISIERUNG IN DER AUTOMOBILINDUSTRIE

Die Fahrzeugtechnologie wird heute von den Feldern Elektrifizierung, Konnektivität und hochentwickelte Fahrer-Assistenz-Systeme bestimmt. Dabei konkurrieren Steckverbinder in dicht gebauten Fahrzeugarchitekturen um wertvollen Platinen- und Kabelbaumplatz. Die miniaturisierten Automobil-Steckverbindersysteme von Molex helfen Kunden, den Anforderungen einer geringeren Package-Größe, eines geringeren Platzverbrauchs und Gewichts, einer geringeren Drahtstärke sowie höherer Datenraten gerecht zu werden.

Miniaturisierte Steckverbinderlösungen für die Automobilbranche:

- Steckverbindersystem „DuraClik“
- Board-to-Board-Steckverbinder
- FFC/FPC-Steckverbinder „Easy-On“
- „SlimStack“
- Steckverbindersystem „Mini50“
- USB-Typ-C-Steckverbinder
- Abgedichtete Steckverbinder „Mizu“

Möchten Sie weitere Informationen über Molex' Sortiment an Steckverbindern für den Automobilbereich erhalten, kontaktieren Sie bitte Rutronik oder besuchen Sie die Website www.rutronik.com/molex/.



molex

creating connections for life

Bild: Murata

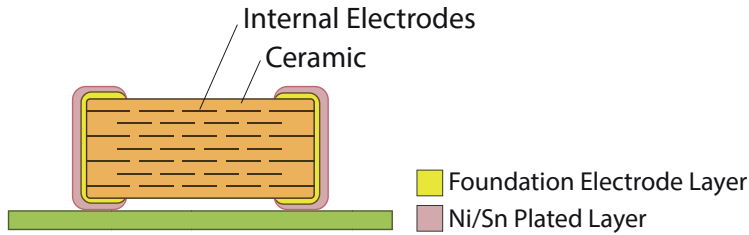


Bild 3: Schnittbild eines MLCC

Verschiedene Bauarten für unterschiedliche Anforderungen

Die gebräuchlichste und bekannteste Bauart sind radiale Typen als Single Layer, sprich: Keramik-Einfachscheiben mit Rastermaßen von 5 oder 7,5 mm bei X1Y2- und X2Y2- bzw. 10 oder 12,5 mm bei X1Y1- und X2Y1-Versionen (Bild 2).

Darüber hinaus gibt es mittlerweile auch viele SMD-Typen als X2- und Y2- oder X1Y2-Versionen als MLCC (Multi-Layer Ceramic Capacitor) sowie Y1- bzw. X1Y1-Versionen als Single Layer, kunststoffumpresst mit Leadframes zur SMD-Montage. Diese bringen gegenüber den bedrahteten radialen Ausführungen vor allem Vorteile hinsichtlich Volumen und Bauhöhe. Stehen die Kosten im Vordergrund, ist auf eine möglichst kleine Bauform zu setzen, für beste Entstörgrade empfehlen sich hingegen SMD-Varianten.

Hinzu kommen manchmal noch bestimmte Vorgaben zur Gleichspannung oder klimatischen Bedingungen, z.B. „Y1: 1500 V DC (Annex H)“ oder „Humidity robustness IIB (500 h bei 85 °C und 85 Prozent Feuchtigkeit bei angelegter Nennspannung)“.

Nicht zu früh, nicht zu sehr festlegen

In den Bauteilelisten ist darauf zu achten, dass ausschließlich der entsprechende Kondensator-Typ, z.B. X1Y2, mit Kapazitätswert und gegebenenfalls Nenn- und Prüfspannung gelistet ist. Denn nur dann besteht noch die Auswahl aus verschiedenen Versionen und mehreren Serien unterschiedlicher Hersteller. Wird in der Liste hingegen die komplette Bezeichnung eines spezifischen Kondensators benannt, erfor-

dert jede Erweiterung eine neue Abnahme bzw. Zulassung, z.B. durch den VDE.

Auch wenn eine solche Übersicht die Auswahl erleichtert, ist es durch die vielen zu beachtenden Parameter oft nicht einfach, die optimalen Kondensator-Typen zu bestimmen. Auch einige Hersteller bieten Hilfestellung an, z.B. Vishay mit einem Entscheidungsbaum (Bild 4). Neben den Modellen von Vishay finden sich im Rutronik-Portfolio außerdem Safety-Kondensatoren von Murata, Kemet, Samwha und TDK.

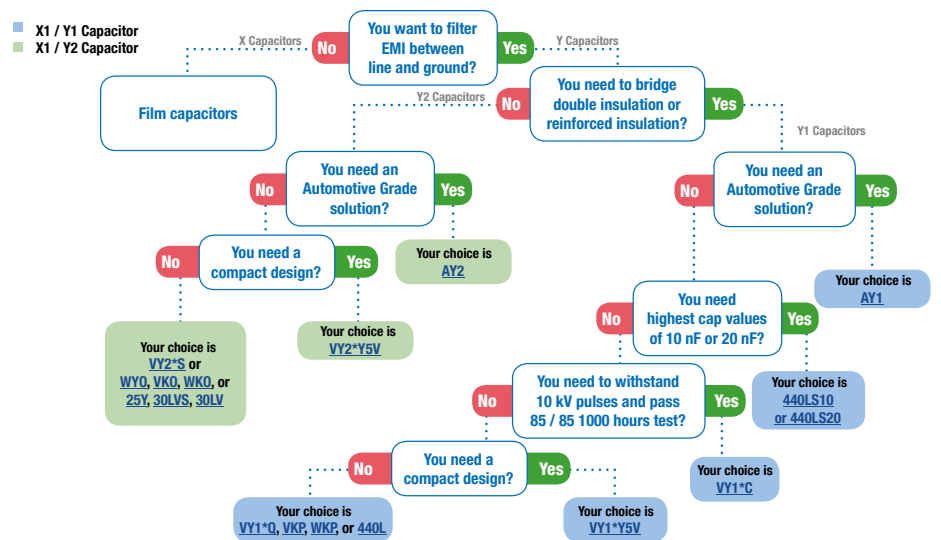


Bild: Vishay

Bild 4: Der Entscheidungsbaum von Vishay unterstützt die Auswahl des optimalen Safety-Kondensators.



Bild: ohms1999/stock.adobe.com

Unterklasse	Nennspannungsangabe (V AC)	Impulsfestigkeit (kV)	Testspannungen (kV)
X1	275, 400, 440, 760	4	2,5/2,6 (AC)
X2	250, 275, 400	2,5	1,075 (DC); 1,5 (DC)
Y1	250, 300, 400, 500	8	4 (AC)
Y2	250, 300, 400	4	2,5/2,6 (AC)

Übersicht der Klassifizierung von Safety-Kondensatoren



ROHM
SEMICONDUCTOR

ROHM SEMICONDUCTOR
50
YEARS
COMMITMENT TO EUROPE

ROHM IN EUROPE: WE SHAPE INNOVATIONS FOR THE FUTURE

Our past experience paves the way for your future innovations. Since 1971, we have been assisting our customers all over Europe with our strong competence in analog and power technologies. ROHM's experts enable you to realize your product ideas: based on market insights and our broad portfolio, we individually support you from start to finish, from choosing the best product to the final design-in phase. With decades of expertise, we are a valuable partner in the automotive and industrial sectors. Thank you for your trust during all those years!

www.rohm.com



Induktivitäten

Von Ringkernen, Kool Mu und Luftspulen

Induktivitäten kommen zur Blindleistungskompensation und zur Impedanzanpassung bei der Kopplung von zwei Schaltkreisen zum Einsatz.

Sie fungieren häufig als Speicherdrosseln, als Gleichtakt- bzw.

Gegentaktdrosseln zur Störunterdrückung und als Filterspulen.

Alles, was Entwickler über Induktivitäten wissen sollten, erfahren sie hier.

VON JOCHEN NELLER,
TECHNICAL SUPPORT BEI RUTRONIK

Die Fähigkeit, Energie zu speichern, zeichnet Induktivitäten aus. Die passive Komponente, die auch Spule oder Drossel genannt wird, tut das im magnetischen Feld – im Gegensatz zu einem Kondensator, der Energie im elektrischen Feld speichert. Und während ein Kondensator Spannungsänderungen aushält, widersteht eine Induktivität Stromänderungen. Die meisten nützlichen Eigenschaften von Induktivitäten gehen auf ihre Fähigkeit zurück, durch Stromänderungen Energie in ihrem Magnetfeld zu speichern. Spulen werden klassischerweise als drahtgewickelte Version gefertigt, außerdem gibt es Multilayer- und Filmtechnologie- (Thinfilm) Varianten (Bild 1).

Ringkerne (Toroid) sowie E-Kerne und deren Abwandlungen. Ringkern-Induktivitäten zeichnen sich dank geschlossenem Magnetpfad durch eine gute Eigenschirmung aus, zudem durch eine gute Energieübertragung und einen hohen Kopplungsgrad zwischen den Wicklungen. E-Kerne haben – wie die Varianten U-, RM- (Rectangular Module) und Schalen-Kerne – ebenfalls einen geschlossenen Magnetpfad wie ein Ringkern ohne Luftspalt. Die E-Kerne mit Luftspalt weisen jedoch ein reduziertes Sättigungsverhalten auf, d.h. es lässt sich in diesem Spalt elektrische Energie speichern und damit ein höherer Induktivitätswert (L) erreichen.

Kerntypen und Materialien

Basis für die Wicklungen von Induktivitäten bilden die Kerne. Die häufigsten Formen sind

Die Kerne bestehen meist aus Ferrit. Das magnetische Material setzt sich aus einem Oxid von Eisen und anderen Elementen zusammen. Bekannte Kombinationen sind Mangan und Zink (MnZn) für hohe Permeabilitäten sowie Nickel und Zink (NiZn) für hohe Fre-

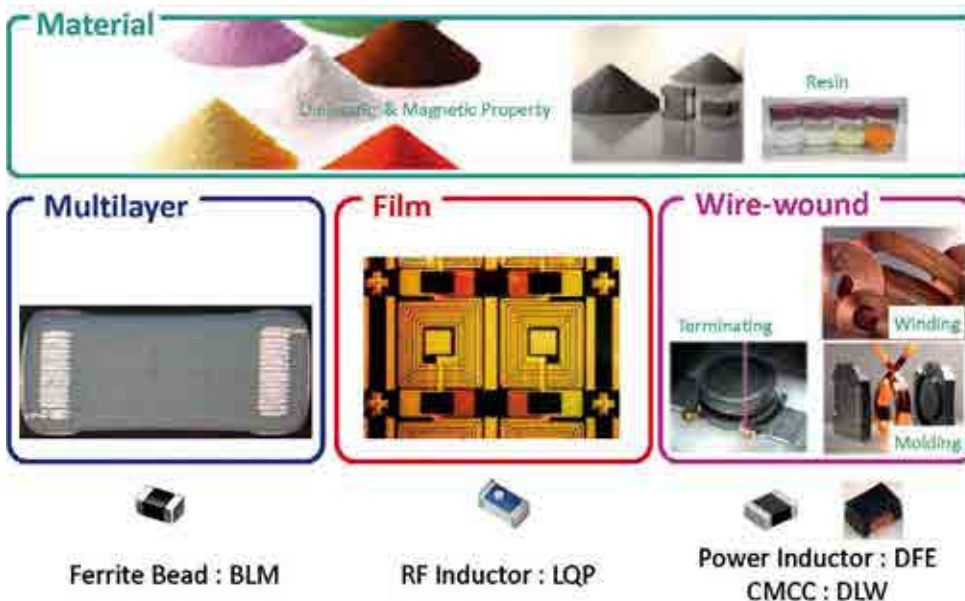


Bild: Murata

Bild 1: Es lassen sich drei Arten von Spulen unterscheiden: drahtgewickelte, Film- und Multilayer-Versionen.

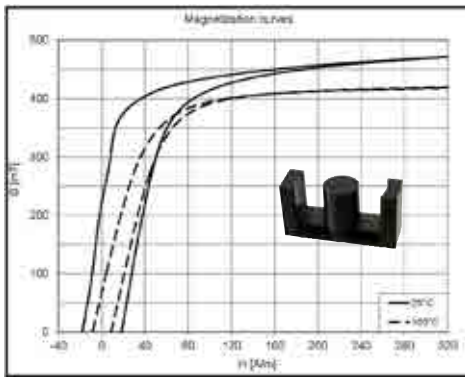


Bild 2: Fi329 heißt das Ferritmaterial von Sumida mit sehr hoher Sättigungsflussdichte und geringen Verlusten.

quenzen. Ein MnZn-Ferrit (Fi329) nutzt beispielsweise Sumida (Bild 2). Das Material verleiht den Induktivitäten eine sehr hohe Sättigungsflussdichte, geringe Verluste und damit eine hohe Effizienz. Sie eignen sich ideal für grüne Power-Applikationen bis 300 kHz wie Solar- und Windenergie, E- und Hybrid-Autos.

Durch Beimischen eines Bindemittels (z.B. Epoxid) erhält das magnetische Eisenpulver einen inneren, verteilten Luftspalt. Dadurch kann der Kern mehr Magnetfluss speichern, bei kleinerer Bauform entwickelt sich weniger Wärme. Auch Kool Mu, eine Legierung, die hauptsächlich aus Eisen, Silizium und Aluminiumlegierungspulver besteht, sowie MPP (Molypermalloy-Pulver) verfügen über einen inneren, verteilten Luftspalt. Die Kerne sind in verschiedenen Permeabilitäten erhältlich, jedoch teurer als reine Eisenpulverkerne.

Auch Keramik ist ein gängiges Material für Induktivitätenkerne, obwohl es keine magnetischen Eigenschaften hat. Der Keramikern dient als Träger für die Spulenwicklung; die daran befestigten Anschlüsse sorgen für ein definiertes Pinning, also einen exakten Abstand der Anschlüsse. Diese Induktivitäten bezeichnet man auch als Luftspulen. Sie werden im HF-Bereich eingesetzt, wo niedrige Induktivitätswerte, sehr niedrige Kernverluste und eine hohe Güte erforderlich sind. – Für die Wicklungen um die Kerne wird Kupferdraht genutzt.

Worauf es ankommt

Schaut man in die Datenblätter von Induktivitäten, sind einige Spezifikationen entscheidend:

- Der **Induktivitätswert L** einer Spule (oft in μH ausgedrückt) wird von Material, Form und Größe des Kerns, der Anzahl der Windungen und der Form der Spule beeinflusst.
- Der **Gleichstromwiderstand R_{DC}** ist der Widerstand der Spulenwicklung gemessen ohne Wechselstromfluss. Er wird als typischer Wert und/oder als Maximalwert angegeben.
- Der **Nennstrom** ist die Höhe des Gleichstroms, der durch die Induktivität fließt und dabei zu einer definierten Temperaturerhöhung der Induktivität führt (z.B. um $40\text{ }^{\circ}\text{C}$). Der **Sättigungsstrom** ist der durch die Induktivität fließende Gleichstrom, der bewirkt, dass der Induktivitätswert (aufgrund der magnetischen Eigenschaften) um eine

Anzeige



Industry's Broadest Portfolio of TVS Diode and TVS Diode Arrays



IXYS: A Littelfuse Technology represents a comprehensive portfolio of advanced power semiconductor technologies



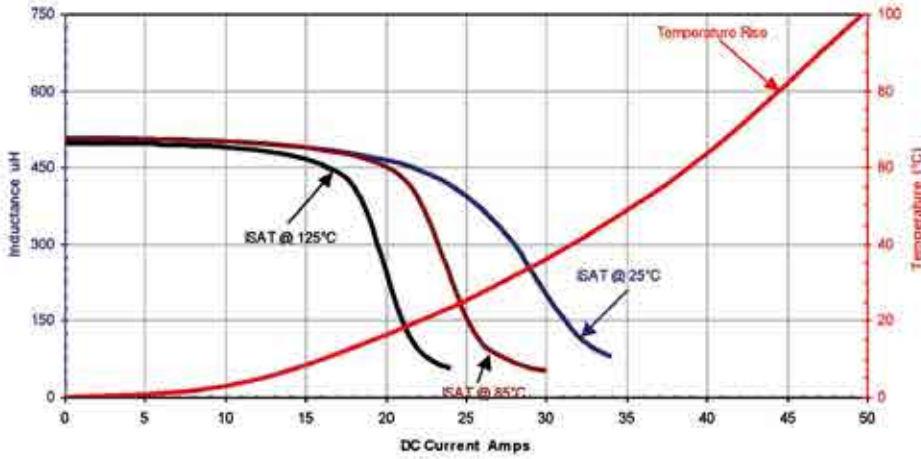


Bild 3: Sättigungsstrom- und Nennstromverlauf einer Ferriteinduktivität von Vishay

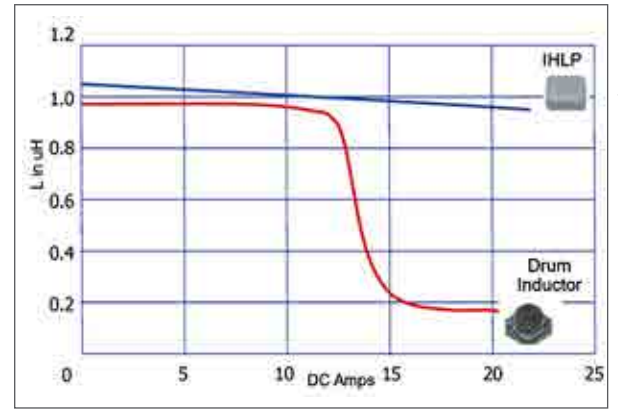


Bild 4: Vergleich des Sättigungsstromverlaufes von Eisenpulver-Composite-Induktivitäten mit Ferriteinduktivitäten von Vishay

bestimmte Höhe abfällt (z.B. um 30 Prozent). Die Bilder 3 und 4 zeigen typische Verläufe von Sättigungs- und Nennstrom.

- Die **Selbstresonanzfrequenz SRF** ist die Frequenz, bei der die Induktivität mit der Eigenkapazität der Spule in Resonanz schwingt. Die Eigenkapazität wird durch die übereinander und um den Kern geschichteten Drahtwindungen bestimmt.
- Die **Güte Q** wird technisch als Verhältnis des induktiven Blindwiderstandes $X(L)$ zum ohmschen Wirkwiderstand R definiert. R besteht hauptsächlich aus dem Gleichstromwiderstand und dem Skin-Effekt des Drahtes sowie den Ummagnetisierungsverlusten des Kernes.
- Der **Betriebstemperaturbereich** ist die Umgebungstemperatur, in der eine Komponenten

te sicher betrieben werden kann (Bild 5). Dabei gilt es zu beachten, ob die Eigenerwärmung des Bauteils, die durch den Wicklungsverlust aufgrund eines bestimmten Gleichstromes verursacht wird, enthalten ist oder nicht.

Performance und Anwendungen von Induktivitäten

Die Leistungsfähigkeit einer Induktivität wird hauptsächlich durch die Kernverluste und die Kupferverluste bestimmt. Der durch die Wicklung fließende Strom verursacht im Kupferdraht Verluste, die in Wärme umgewandelt werden. Induktivitäten mit Litzendraht weisen geringere Wechselstromverluste auf als vergleichbare Modelle mit Festdraht. Je höher die Betriebsfrequenz, desto wichtiger werden geringe Wechselstromverluste.

Die Kernverluste entstehen durch das magnetische Wechselfeld im Kernmaterial. Sie variieren erheblich von einem Magnetmaterial zum anderen. Deshalb ist der Kern sorgfältig auszuwählen, um das beste Induktivitätsverhalten zu erzielen. MnZn und NiZn empfehlen sich vor allem für Standardapplikationen. Bei engen Platzverhältnissen, wo es auf geringe Wärmeentwicklung ankommt, sind MPP oder Kool Mu vorzuziehen.

Für HF-Schaltungen werden in der Regel Induktivitäten mit hoher Güte Q eingesetzt, da sie frequenzselektiver sein können. Eine hohe Güte zeigt im Allgemeinen eine Induktivität an, die ein selektiveres Filter ist, die also geringe Toleranzen und Verluste aufweist. Das sind drahtgewickelte und Thinfilm-Spulen.

Um Störsignale (Electromagnetic Interference, EMI) zu beseitigen, sind Multilayer-Spulen meist ideal. Sie sind kostengünstiger als die anderen Technologien und haben eine niedrigere Güte, das heißt sie bieten eine Dämpfung über einen breiteren Frequenzbereich. In diesem Fall wird der Q -Wert in den Datenblättern häufig erst gar nicht spezifiziert. ■

Bild: Vishay



Bild 5: Die Induktivitäten IHLP-2020CZ-8A von Vishay sind speziell für den Betrieb bei sehr hohen Temperaturen von bis zu 180 °C ausgelegt.

Supercaps

Grundlagen und Einsatz von EDLCs

EDLCs, auch bekannt als Supercaps, Boostcaps oder Goldcaps, sind elektrochemische Kondensatoren, die eine hohe Kapazität mit einem niedrigen Innenwiderstand kombinieren.

Damit eignen sie sich für die vielfältigsten Applikationen.

Wir erklären, welche das sind und was es dabei zu beachten gibt.

VON JULIO GÁLLEGO-LÓPEZ,
BUSINESS DEVELOPMENT MANAGER,
CHRISTIAN KASPER, TECHNICAL SUPPORT,
BEIDE BEI RUTRONIK, UND
AKOS LABADY, SENIOR FIELD APPLICATION
ENGINEER BEI EATON

Ein EDLC (Electric Double-Layer Capacitor) besteht aus zwei Aluminium-Elektroden, die mit Kohlenstoff beschichtet sind (Bild 1). Dessen hochporöse Struktur ergibt eine extrem große Oberfläche, die maßgeblich für die hohe Kapazität verantwortlich ist. Das Separatorpapier zwischen den Elektroden dient gleichzeitig auch als Reservoir für den Elektrolyt. Dieser besteht meist aus Acetonitril (ACN). Es dient als Lösungsmittel, um Salze zu lösen, die die Leitfähigkeit erhöhen. Beim Anlegen einer Gleichspannung sammeln sich die Ladungsträger entsprechend der Polarität in extrem kurzem Abstand zur Kohlenstoffoberfläche. Dieser Effekt, die sogenannte Helmholtz-Schicht, bildet das Dielektrikum. Weil das an der positiven und an der negativen Elektrode geschieht, werden die Bauteile als Doppelschichtkondensator bezeichnet.

Das Ziel besteht in der Entwicklung eines Energiespeichers rein auf Supercap-Basis oder in Verbindung mit einem Akku, wobei der Supercap als Sekundärspeicher die Leistungsspitzen abfängt.

Energy Harvesting

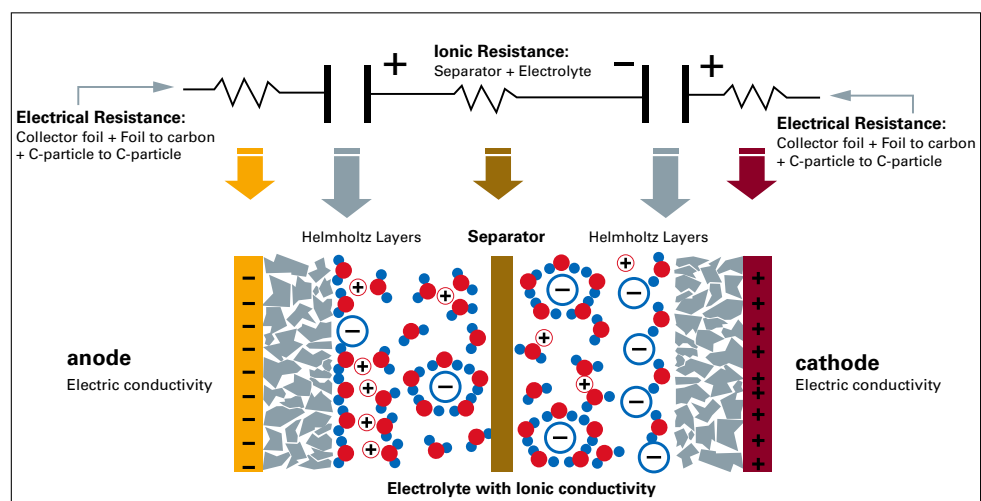
Beim Energy Harvesting benötigt die primäre Energiequelle, z.B. ein Solarmodul, eine Möglichkeit, die erzeugte Energie zu speichern und bei Bedarf abzurufen, z.B. in einem Supercap. Dabei gilt es jedoch zu berücksichtigen, dass Supercaps einen höheren Leckstrom oder eine höhere Selbstentladung als Batterien haben. Während der Harvesting- oder Ladephase sollte der Ladestrom mindestens zehnmal so hoch sein wie der Leckstrom.

Energiespeichersysteme auf Basis von Superkondensatoren

Drei Anwendungen sind für Supercaps relevant: Energy Harvesting, Pulse Power oder Backup.

Impulsleistung oder Booster

Erfordert eine Applikation immer wieder Spitzenleistungen, kann ein Supercap diese abdecken und so z.B. die Lebensdauer der Primär-



Bilder: Eaton

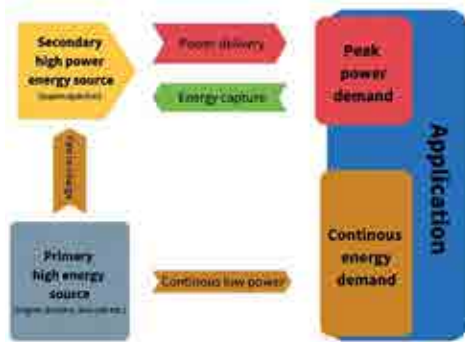


Bild 2: Die Primärbatterie liefert konstant einen relativ geringen Strom, der Supercap deckt die Bedarfsspitzen ab.



Bild 3: In Fehlerfällen der Energiequelle (z.B. des Stromnetzes) können Supercaps als Backup-Speicher Energie liefern, z.B. um Server sicher herunterzufahren.

Energiequelle, z.B. eines Akkus, um ein Vielfaches verlängern (Bild 2). Hier ist der ESR (Equivalent Serial Resistance) des Kondensators der wichtigste Wert, nach dem sich auch die Auswahl des Supercaps richtet. Die Daumenregel lautet: Der ESR des Kondensators sollte ca. 25 Prozent des ESR der Primärbatterie betragen.

Stromunterbrechung oder -Backup

Supercaps sind in der Lage, für eine bestimmte Zeit Energie zu liefern (Bild 3). Das System muss dabei nicht zwingend über eine Energiequelle wie eine Batterie oder einen Akku verfügen. Beispiele hierfür sind Realtime-Clock-Anwendungen, die über mehrere Tage oder gar Wochen hinweg wenige Mikrowatt Energie benötigen, aber auch sehr leistungsintensive Applikationen wie Straßenbahnen, die eine kurze Strecke ohne Oberleitung überbrücken müssen. Zudem eignen sich Supercaps, um führerlose Transportsysteme (Automated Guided Vehicle, AGV) eine bestimmte Strecke fahren zu lassen, ohne einen Akku zu benötigen.

Wichtige Parameter bei der Entwicklung mit Supercaps

Bei Designs mit Supercaps sind einige Parameter zu beachten. Die wichtigsten sind

- Temperaturbereich
- Lebensdauer
- Lade- und Entladezyklen über Lebensdauer
- nutzbarer Spannungsbereich
- Kosten
- Ladeparameter
- Balancing

Temperaturbereich: Aufgrund ihrer chemischen und physikalischen Zusammensetzung weisen Supercaps eine sehr konstante Leistung über einen weiten Arbeitstemperaturbereich auf. Die Verlaufskurven der Kapazität und des ESR als Funktionen der Temperatur sind auf Nachfrage beim Hersteller erhältlich.

Lebensdauer: Den größten Einfluss auf die Lebensdauer von Supercaps haben die Betriebsspannung und die Temperatur. Werden sie in ungeladenem Zustand gelagert, ist ihre Lebensdauer nahezu unbegrenzt. Als Kennwerte für die Lebensdauer geben Hersteller in den Datenblättern die Änderung der Performance an, die sich typischerweise aus einer abnehmenden Kapazität und einem zunehmenden Widerstand ergibt.

Zyklen über Lebensdauer: Unter typischen Arbeitsbedingungen erreicht ein Supercap je nach Zelle bis zu einer Million Arbeitszyklen mit einer Abnahme der nominellen Kapazität, in den meisten Fällen 20 bis 30 Prozent.

Nutzbarer Spannungsbereich: Supercaps haben eine Nennspannung von 2,7 bzw. 3,0 V (hybride Typen: 3,8 V). Sie sind betriebsfähig, bis diese 0 V beträgt (hybride Typen nur bis 2,2 V). Hybride Bauteile kombinieren die Eigenschaften eines Akkus mit denen eines Supercaps. Ihre Verwendung ist aufgrund der benötigten Mindestspannung jedoch nicht trivial. Einige Hersteller geben in den Datenblättern auch die Surge Voltage an. Sie beschreibt die absolute Maximalspannung für

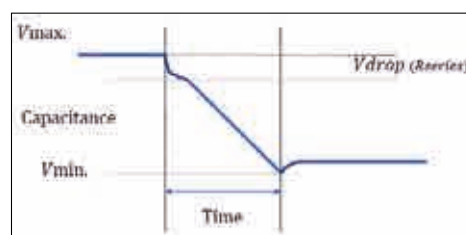


Bild 4: Entladekurve eines Supercaps

höchstens eine Sekunde. Zufällige Spannungsspitzen oberhalb der Nennspannung beeinträchtigen den Kondensator nicht sofort, je nach Häufigkeit und Dauer können sie jedoch dessen Lebensdauer deutlich verringern.

Theoretisch beträgt der vollständige Energiegehalt eines Kondensators $E = \frac{1}{2} C \cdot V^2$ (C = Kapazität, V = Spannung). Da die meisten elektronischen Geräte eine bestimmte Minimalspannung benötigen, um zu arbeiten, heißt das: Der Spannungsbereich reicht niemals von der Nennspannung bis Null. Nutzt man einen Spannungsbereich von der Hälfte der Nennspannung, lassen sich ca. 75 Prozent der verfügbaren Energie des Supercaps gewinnen.

Berechnet wird der Energiegehalt bei einer Teilentladung nach folgender Formel:

$$E = \frac{1}{2} C (V_{max}^2 - V_{min}^2)$$

Kosten: Der Preis pro Wattstunde eines Supercaps verglichen beispielsweise mit Li-Ionen-Batterien liegt relativ hoch; deshalb ist es ratsam, genau zu überlegen, ob eine Entwicklung mit Supercap sinnvoll und machbar ist. Dabei sind den Kosten auch die Vorteile durch den Einsatz von Supercaps gegenüberzustellen.

Ladeparameter: Supercaps speichern Energie nicht wie Batterien durch eine chemische Reaktion, sondern elektrostatisch. Damit lassen sie sich auf dieselbe Art und Weise und mit demselben Stromwert auf- und entladen. Das ist mit konstantem Strom oder konstanter Leistung aus einer Gleichstromquelle möglich.

Balancing: Die Betriebsspannung der Applikationen, für die Supercaps infrage kommen, übersteigt die Nennspannung von Supercap-Zellen von 2,7 bzw. 3,0 V in der Regel bei Weitem. Für die benötigte Spannung von z.B. 12, 24 oder 48 V müssen mehrere Kondensatoren in Reihe geschaltet werden. Die unterschiedlichen Kapazitäts- und Leckstrom-Toleranzen der einzelnen Kondensator-Zellen müssen beim Laden mittels Cell Balancing untereinander ausgeglichen werden, damit die einzelnen Zellen ihren maximalen Spannungsbereich nicht überschreiten. Hierfür stehen aktive und passive Methoden zur Verfügung. Vereinfacht gesagt eignet sich passives Balancing für Applikationen mit geringer Last, aktives für solche mit hoher Last und schneller Lade/Entladezyklenfolge.

Beim passiven Balancing wird parallel zu jeder Zelle ein Bypass-Widerstand oder eine Zener-

Diode geschaltet, die den Leckstrom der Zelle kompensiert und so die Kapazitätsunterschiede zwischen den Zellen reduziert. Sind alle parallel geschalteten Widerstände gleich, sollten sich Zellen mit höherer Spannung durch den Widerstand schneller entladen als Zellen mit geringerer Spannung, was zu einer Angleichung der Einzelzellspannungen führt.

Beim aktiven Balancing werden Spannungskomparatoren entweder einzeln oder in einer Schaltung kombiniert mit anderen Überwachungs-/Ladefunktionen integriert. Ein aktives Balancing regelt nicht kontinuierlich den vollen Ausgleichsstrom wie ein passives Balancing, sondern nur dann, wenn die Spannung einen vorab definierten Schwellenwert übersteigt. Das macht das aktive Balancing hocheffektiv und effizient, aber auch komplexer und kostspieliger. Generell ist ein Supercap-Modul, in dem das Balancing größtenteils integriert ist, meist die bessere Wahl. Denn hier ist das Balancing optimal an die Zellen angepasst.

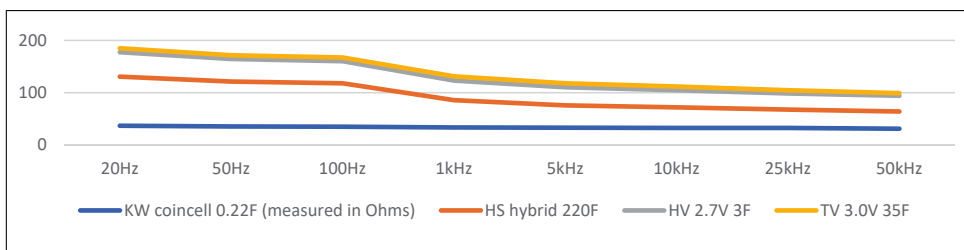


Bild 5: ESR-Verhalten (in Ohm) als Funktion der Frequenz

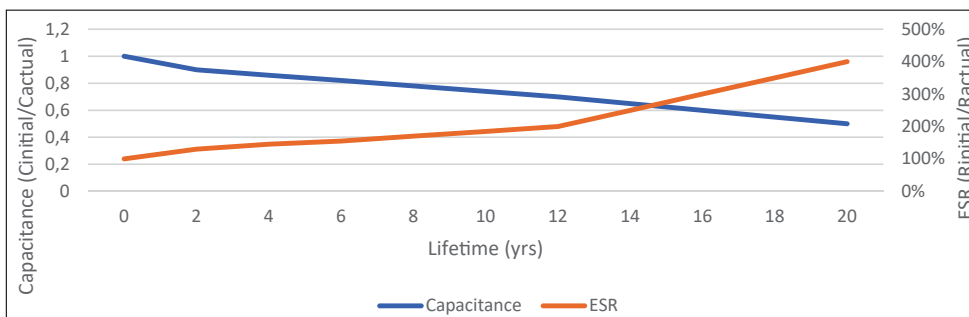


Bild 6: Während die typische Kapazität im Laufe der Lebenszeit eines Supercaps abnimmt, steigt der ESR.

Dimensionierung eines Supercaps

Im ersten Schritt einer Entwicklung mit Supercaps ist es entscheidend, die Werte der Parameter in Bild 4 festzulegen. Sie bestimmen den Betrieb des Supercaps in der Anwendung.

- V_{max} : maximale Betriebsspannung
- V_{min} : Minimalspannung, unterhalb der die Applikation nicht arbeitet
- Time: Zeit, in der der Supercap eine Spannung und einen Strom zwischen Maximal- und Minimalspannung liefern muss
- V_{drop} : Spannungsfall am Kondensator aufgrund des ESR (wird später ermittelt)

Da die meisten Applikationen nahezu konstanten Strom benötigen, einige aber auch eine variierende Stromstärke, sollte hier von einer durchschnittlichen Stromstärke (I_t) ausgegangen werden.

Lebensende eines Supercaps

Als EOL (End of Life) eines Supercap gilt, wenn gegenüber dem Datenblatt

- entweder die Kapazität um 30 Prozent gesunken ist (bei manchen Anwendungen, z.B. Luftfahrt, gelten 20 Prozent; bei anderen, z.B. Automotive, 50 Prozent)
- oder sich der ESR verdoppelt hat (normalerweise bei ca. 30 Prozent Kapazitätsverring-

gerung), bei Knopfzellen (Coin) gilt eine Zunahme um 400 Prozent).

Die jeweiligen EOL-Kriterien sind im Datenblatt meist unter dem Begriff „DC-life“ zu finden.

Kapazitätsberechnung

Mit folgender Formel (nach I_t bzw. nach C aufgelöst) lässt sich die benötigte Kapazität eines Supercaps ermitteln:

$$I_t = C \cdot dV/dT = C \cdot (V_{max} - V_{min} - V_{drop})/T$$

$$C = I_t \cdot T / (V_{max} - V_{min} - V_{drop})$$

Anzeige

TOSHIBA

Effizienz - kompakt verpackt

Unsere neuen 650V Superjunction Power MOSFETs



Kompaktes SMD-Gehäuse (TOLL-Format)
 Deutlich kleinere Bauteilfläche (bis zu 27%) als konventionelle D2PAK - Gehäuse
 Höchste Effizienz beim Schalten

toshiba.semicon-storage.com



Im ersten Schritt bleibt der Spannungsfall (V_{drop}) aber unberücksichtigt:

$$C = I_t \cdot T / (V_{max} - V_{min})$$

Anschließend wird eine Standardkapazität gewählt, die über dem berechneten Wert liegt. Ergibt die Formel als Ergebnis z.B. 13,2 F, ist ein 15-F-Kondensator zu wählen.

Im nächsten Schritt folgt eine zweite Berechnung, die den maximalen ESR bei DC (bzw. bei Niederfrequenz) berücksichtigt. Der DC-ESR ist normalerweise im Datenblatt definiert; ein Beispiel zeigt Bild 5.

Spannungsfall (ESR-Drop)

$$V_{drop} = DC-ESR \cdot I_t$$

$$C = I_t \cdot T / (V_{max} - V_{min} - V_{drop})$$

Unter Berücksichtigung des ESR- V_{drop} ergibt sich eine höhere Endkapazität, weil sich der nutzbare Spannungsbereich verkleinert. Dieser neu berechnete Wert muss unter der zuvor gewählten Kapazität liegen. Beträgt er z.B. 13,8 F, passt der gewählte 15-F-Kondensator immer noch. Liegt die ermittelte Kapazität jedoch über 15 F, ist ein Kondensator mit höherer Kapazität zu wählen. Dabei gilt es immer, die Degradation der Kapazität und des ESR zusätzlich zu beachten (Bild 6).

Nimmt man z.B. 80 Prozent der ursprünglichen Kapazität als EOL an und liegt der ermittelte Kapazitätswert bei 13,8 F, muss die Kapazität tatsächlich 20 Prozent darüber liegen, d.h. bei 16,56 F. Das bedeutet, dass die Wahl z.B. auf einen 25-F-Kondensator fallen sollte.

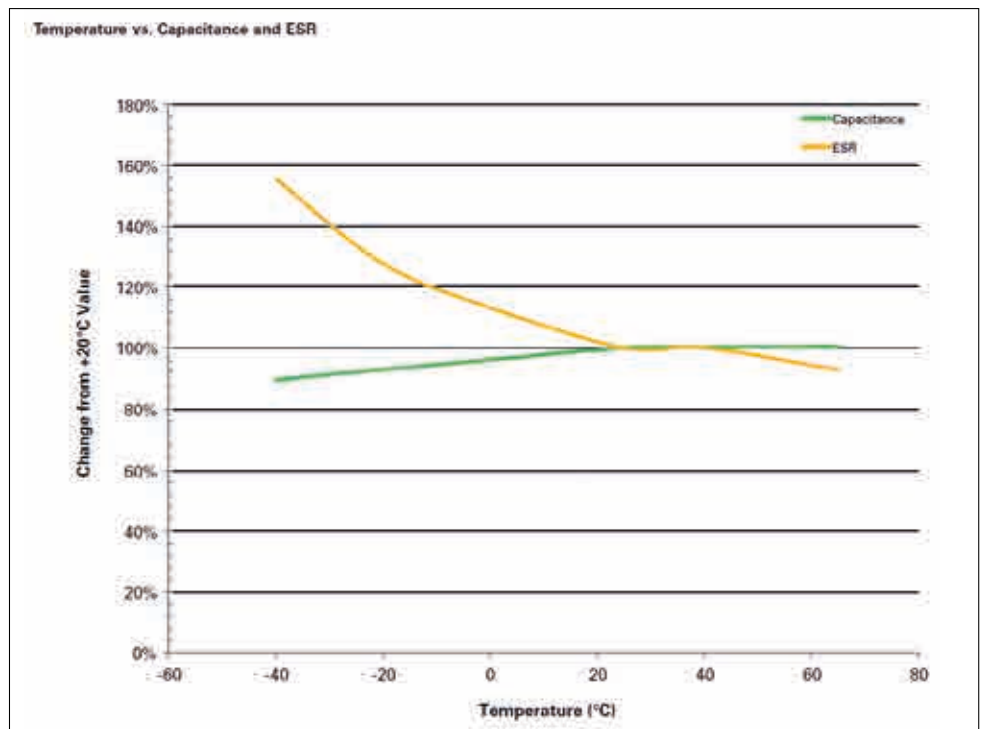


Bild 7: Bei Anwendungen, die bei Temperaturen unter 20°C betrieben werden, sollte der steigende ESR unbedingt beachtet werden.

Temperatur-Profil

Ein entscheidender Faktor beim Einsatz eines Supercaps ist das Temperatur-Profil der Anwendung, denn es hat einen enormen Einfluss auf verschiedene Supercap-Merkmale, v.a. ESR, Kapazität und Leckstrom. Dies wirkt sich wiederum auf seine Lebensdauer aus.

Der Innenwiderstand (ESR) ist im mittleren Temperaturbereich nahezu stabil, bei höheren Temperaturen fällt er sogar noch etwas (Bild 7). Wird das Bauteil bei Temperaturen unterhalb von 20 °C betrieben, ist der steigen-

de ESR unbedingt zu beachten und in die Berechnungen mit einzubeziehen. Die Kapazität hingegen ist über den gesamten Temperaturverlauf relativ stabil, lediglich bei niedrigen Temperaturen sinkt sie leicht.

Der Leckstrom ist vereinfacht gesprochen der Mindeststrom, der einem Supercap zugeführt werden muss, um dieselbe Ladung bzw. denselben Spannungspegel dauerhaft zu halten. Er hängt stark von der Temperatur und der angelegten Spannung ab. Mit jeder Temperaturerhöhung um 10 °C nimmt er ca. um das Zweibis Dreifache zu, ab 40 °C steigt er steil an (Bild 8). Eine Spannungsreduktion um 0,2 V

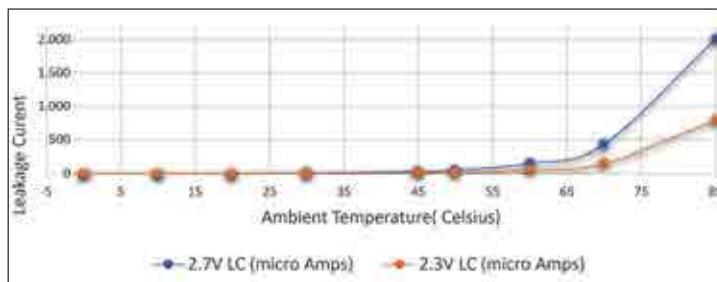


Bild 8: Leckstrom von Supercaps über den Temperaturverlauf

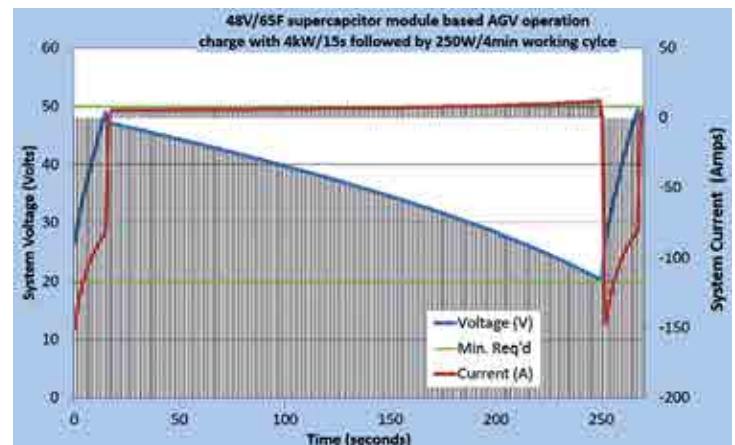


Bild 9: Arbeitszyklus eines fahrerlosen Transportsystems mit einem 48-V/65-F-Supercap-Energiespeichersystems mit einem Gewicht von ca. sieben Kilogramm und neun Litern Volumen.

lässt ihn wiederum um ca. 50 Prozent absinken. Dabei ist er proportional zur Kapazität des Kondensators und hängt von der Art des Elektrolyts ab. Bei Verwendung von ACN (Acetonitril) ist er etwas höher als bei PC (Propylencarbonat).

Der Leckstrom spielt eine große Rolle bei Anwendungen, die dauerhaft an Spannung liegen, weil die Zellen immer mit Strom versorgt werden müssen, um die Spannung auf einem gleichen Niveau zu halten. Auch bei in Reihe geschalteten Kondensatoren, die dauerhaft an Spannung liegen, ist der Leckstrom zu beachten. Denn seine Veränderung über die Lebensdauer bringt das System im Laufe der Zeit aus dem Gleichgewicht: Zellen mit geringerem Leckstrom werden etwas geladen, während die Zelle mit dem höchsten Leckstrom etwas entladen wird. Das führt zu einer weiteren ungleichmäßigen Alterung der Zellen im System. Zum Beispiel schafft ein passives Balancing hier Abhilfe. Hierfür gilt als Faustregel: Der Balancing-Strom sollte das Zehnfache des Leckstroms betragen.

*Beispiel für ein
Superkondensator-System*

In Lagern für den modernen e-Commerce übernehmen häufig fahrerlose Transportsysteme (AGV) die hochautomatisierten Einlagerungs- und Kommissionierungsprozesse. Sie entnehmen Kartons oder Paletten aus Regalen und befördern sie an eine Verpackungsstation. Ein solcher Arbeitsgang dauert normalerweise zwei bis drei Minuten. Die Stromversorgung ist entweder über Gleitschienen möglich oder über einen eingebauten Energiespeicher (Akku oder Supercaps). Dieser Energiespeicher kann entweder während der gesamten Strecke Strom liefern und nach der Schicht aufgeladen werden oder nur einen Teil der Route abdecken und zwischendurch regelmäßig an einer Lade- station nachgeladen werden.

Für solche fahrerlosen Fahrzeuge sind Supercaps zur beliebten Stromversorgungsmethode avanciert, insbesondere in Kühlhäusern oder für einen wartungsfreien 24/7-Betrieb. Denn sie lassen sich während des Fahrzeugbetriebs für eine zwei- bis dreiminütige Nutzung innerhalb von 10 bis 30 Sekunden aufladen und ermöglichen dem Lagerbetreiber dadurch eine Fahrzeugnutzung von fast 100 Prozent aufgrund geringer Standzeiten beim Laden. Außerdem können sie über zehn Jahre weitgehend wartungsfrei arbeiten und stellen keine Sicherheitsprobleme dar, wie das bei Akkus der Fall sein kann. ■



Industry's most compact power management solution



Actual size

2x2mm

nPM1100 Power Management IC

The company that helped connect all those little things to the Internet is now helping you charge and power them – while keeping them small.

START YOUR DEVELOPMENT TODAY

nordicsemi.com/nPM1100



NORDIC
SEMICONDUCTOR

Digital geregeltes, hybrides Energiespeicher-System

»Energie, Scotty!«

Ein neues, digital gesteuertes, hybrides Energiespeicher-System (HESS) kann die Lebensdauer einer Batterie verdoppeln und das Temperaturverhalten des Gesamtsystems verbessern, zum Beispiel um das Schnellladen zu unterstützen. Entwickelt hat das patentierte System Rutronik gemeinsam mit der Westsächsischen Hochschule Zwickau.

VON ANDREAS MANGLER,
DIRECTOR STRATEGIC MARKETING AND
COMMUNICATION BEI RUTRONIK

HESS besteht im Wesentlichen aus einer Batterie und einem Ultrakondensator, auch Ultracap oder Supercap genannt (mehr zu Supercaps auf Seite 51), sowie einer ultraschnellen Steuer- und Regelelektronik. Diese Kombination erlaubt eine optimale Arbeitsteilung: Die Batterie, hier eine Lithium-Ionen-Batterie, liefert mit ihrer hohen Energiedichte dauerhaft die Energie für die durchschnittliche Leistung der Anwendung. Der Supercap übernimmt die kurzzeitigen Spitzenströme. Denn mit seiner hohen Leistungsfähigkeit kann er für eine kurze Zeit auch hohe Ströme liefern, ohne dass er dadurch geschädigt wird. Danach ist er innerhalb weniger Sekunden wieder voll geladen. Seine Lebensdauer ist mit zehn Jahren und mindestens 500.000

Ladezyklen um ein Vielfaches höher als die einer Batterie, zudem ist er mit einem Arbeitstemperaturbereich von -40 °C bis $+70\text{ °C}$ deutlich weniger temperaturempfindlich als Batterien. Das macht auch das Gesamtsystem robuster und selbst bei Temperaturen unter 0 °C ohne Leistungseinbußen einsetzbar. Der Schlüssel für das Hochleistungs-Energiesystem liegt jedoch im optimierten Regelkreis.

Dynamische Lastprofile mit hohen Stromspitzen

Um die Funktionsweise von HESS zu verstehen, ist es hilfreich, das reale Lastprofil, z.B. eines E-Scooters, zu betrachten (Bild 1). Hier sieht man zahlreiche Stromspitzen, v.a. beim Anlauf der Motoren. Auch unterhalb der Nulllinie gibt es Spitzen, die durch hohe Rekuperationsströme verursacht werden. Sie alle haben einen sehr steilen Anstieg mit einer kurzen Spitze. Insgesamt liegt also ein überaus dynamisches

Lastprofil mit Stromänderungen im Mikrosekundenbereich vor.

Im 48-V-Bordnetz, wie es v.a. in Kleinfahrzeugen immer mehr zum Standard wird, besteht ein starkes Ungleichgewicht zwischen der mittleren Leistung und der Spitzenleistung. Beispielsweise erfordert die elektrische Servolenkung durchschnittlich eine Leistung zwischen $0,25\text{ kW}$ bei entspanntem und $0,46\text{ kW}$ bei aggressivem Fahrstil. In der Spitze, z.B. bei einem elektronischen Lenkeingriff, werden $1,5\text{ kW}$ erreicht. Das Verhältnis von durchschnittlicher und Spitzenleistung beträgt also rund 1:6 bzw. 1:3. Noch weiter geht die Schere beim elektrischen Turbolader auf: Hier stehen mittleren Leistungen von $0,53\text{ kW}$ (entspanntes Fahren) bzw. $0,71\text{ kW}$ (aggressives Fahren) Spitzen zwischen $7,5$ und 10 kW gegenüber – was ein Verhältnis von ca. 1:16 bzw. 1:12 ergibt. Über alle Anwendungen im Fahrzeug hinweg werden im Mittel je nach Fahrstil nur zwischen $3,55$ und $4,33\text{ kW}$ gebraucht, in den Spitzen dagegen zwischen $25,3$ und $27,8\text{ kW}$.

Für den Entwickler stellt sich damit die Frage, wie groß die Batterie dimensioniert werden sollte. Wählt er eine Batterie mit relativ geringer Kapazität, die sich eher an der mittleren Leistung orientiert, hat diese viele Ströme über ihrem Nominalstrom zu verkraften. Sie schädigen die Batterie nachhaltig und verkürzen dadurch ihre Lebensdauer deutlich. Eine Batterie mit höherer Kapazität läuft häufiger innerhalb ihres spezifizierten Bereichs und hat dadurch eine längere Lebensdauer. Doch im Gegenzug steigen Gewicht, Volumen und Kosten.

Dieses Dilemma lässt sich mit HESS lösen. Das System begrenzt den Entladestrom der Batterie auf ihren Nominalstrom, z.B. auf 10 A , so dass sie ausschließlich in ihrem optimalen Betriebsbereich arbeitet. Der Supercap übernimmt die Spitzenströme. Hierfür misst ein Sensor innerhalb von Nanosekunden die Stromanstiegsgeschwindigkeit (di/dt). Die Messdaten gehen

Bilder: Rutronik

Discharge Current vs Time

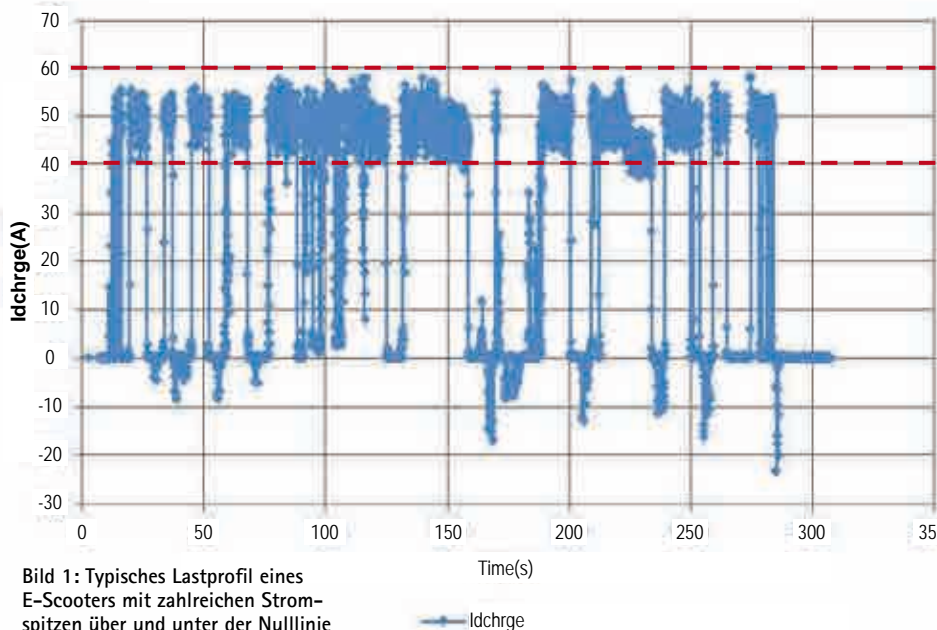


Bild 1: Typisches Lastprofil eines E-Scooters mit zahlreichen Stromspitzen über und unter der Nulllinie

Simplified working principle

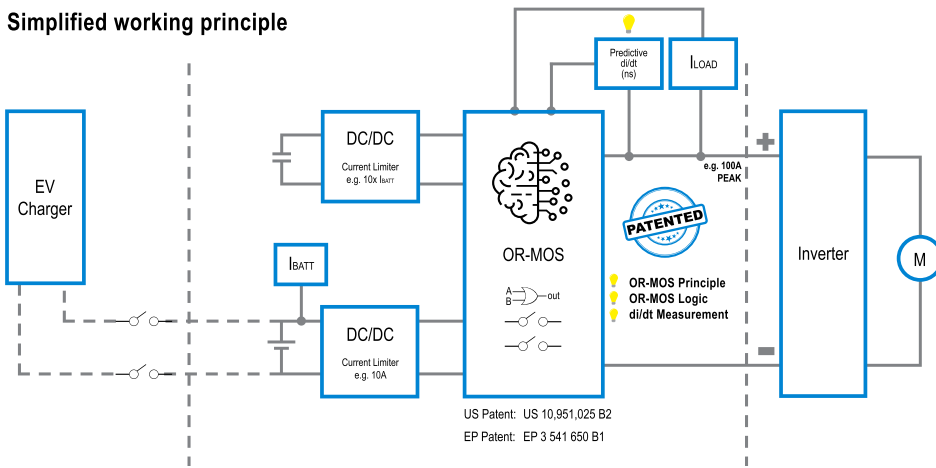


Bild 2: Die patentierte OR-MOS-Schaltung kann dank ultraschneller Detektion der Stromanstiegsgeschwindigkeiten Stromspitzen vorhersagen und innerhalb weniger Mikrosekunden zwischen Batterie und Supercap umschalten.

in den digitalen Regelkreis, der innerhalb weniger Mikrosekunden den MOSFET schaltet, bevor die Stromspitze tatsächlich entsteht. Diese ultraschnelle sogenannte OR-MOS-Schaltung ermöglicht, dass der Supercap die Stromspitzen übernimmt (Bild 2).

Drei Beispiele verdeutlichen die Funktionsweise von HESS (Bild 3):

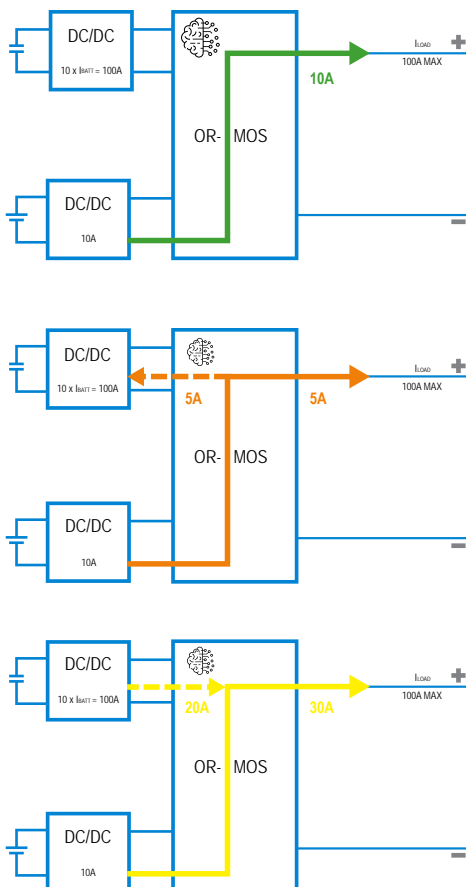


Bild 3: Je nach Strombedarf der Last regelt die OR-MOS-Schaltung den Stromfluss.

- Bei einem Strom von 10 A fließt der gesamte Strom von der Batterie zur Last.
- Benötigt die Last für eine bestimmte Zeit lediglich 5 A, liefert die Batterie dennoch 10 A. Mit den restlichen 5 A wird der Supercap geladen, sodass er stets betriebsbereit ist, wenn höhere Ströme gefordert sind.
- Bei einer Stromspitze von 30 A liefert die Batterie ebenfalls 10 A, hinzu kommen 20 A des Supercaps.

Detektion in Nanosekunden

Bild 4 verdeutlicht, auf welchen Zeitebenen diese Prozesse ablaufen. Im Sekundenbereich

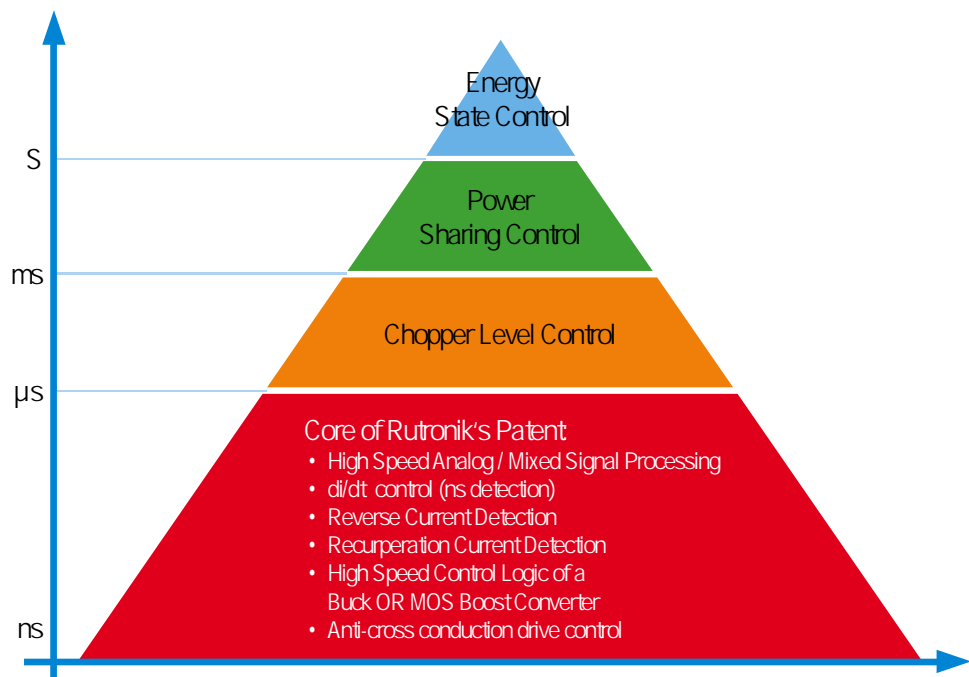


Bild 4: Die ultraschnelle Detektion im Nanosekundenbereich ermöglicht die Schaltung der MOSFETs innerhalb weniger Mikrosekunden.

findet die Überwachung des Energiezustands statt. Beim „Power Sharing“ von zwei Energiespeichern, wie bei HESS mit Batterie und Supercap, wird innerhalb weniger Millisekunden zwischen diesen umgeschaltet. Die MOSFETs selbst werden im Mikrosekundenbereich umgeschaltet, die Schaltgeschwindigkeit wird nur durch die Gatterlaufzeit der Logic Arrays begrenzt.

Um dies zu ermöglichen, detektiert die patentierte Schaltung von Rutronik und der Hochschule die Stromanstiegsgeschwindigkeit innerhalb von Nanosekunden und kann damit Stromspitzen vorhersagen. Das kann auch für Rückwärts- und Rekuperationsströme genutzt werden, um den Supercap zu laden. Zudem verfügt das System über eine Verriegelungslogik, d.h. die MOSFET-Schalter sperren sich gegenseitig, um einen Querkurzschluss in Brückenschaltungen bzw. die parasitäre Diode im MOSFET zu verhindern.

Hierfür kombiniert der digitale Regelkreis eine ultraschnelle Logikschaltung mit den schnellstmöglichen Regel-Algorithmen in der Leistungselektronik, die Rutronik zusammen mit Prof. Lutz Zacharias und seinem Team der Westsächsischen Hochschule Zwickau entwickelt hat, sowie ultraschnelle Sensoren.

Derzeit arbeitet Rutronik an einem Referenzdesign, das den Kunden mit einer kompletten Bill of Material (BoM) zur Verfügung stehen wird. Alle Komponenten, von den Halbleitern bis zu den Supercaps und Li-Ionen-Batterien, deckt Rutronik in seinem Portfolio ab. ■

RutDevKit-PSoC62

Entwicklungshelfer für zahllose Anwendungen

Rutronik hat das nächste Development Kit entwickelt: Das RutDevKit-PSoC62 verfügt über eine ganze Reihe an nützlichen Features und Schnittstellen. Auch dank Arduino-Erweiterungen bietet es Entwicklern eine moderne und einfach anzuwendende Hardware-Plattform, mit der sich die Entwicklungszeit erheblich verkürzen lässt.

VON DAVID WERTHWEIN,
PRODUCT MANAGER DIGITAL, UND
GINTARAS DRUKTEINIS,
TECHNICAL SUPPORT ENGINEER,
BEIDE BEI RUTRONIK

Basis für das RutDevKit-PSoC62 ist der PSoC62 (Programmable System on Chip) von Infineon. Der Ultra-Low-Power-Mikrocontroller basiert auf einer 40-nm-Fertigungstechnologie und kombiniert einen Dual-Core Arm Cortex-M4 und einen Arm Cortex-M0+.

Durch den eingebauten Drehschalter zur Auswahl der Spannungsversorgung (Switched-Mode Power Supply, SMPS) bietet das RutDevKit-PSoC62 viele Möglichkeiten der Spannungsversorgung: Es lässt sich mit einem handelsüblichen Netzteil betreiben, alternativ auch über USB Typ C oder sogar mit einer Münzbatterie. Das SMPS kann auch die Arduino Shields versorgen, die sich auf das Board aufstecken lassen, und Lithium-Ionen-Akkus im Bereich von 3,2 V bis 4,7 V laden. Außerdem verfügt es über einen Strommessanschluss.

Neben der USB-Schnittstelle verfügt das RutDevKit-PSoC62 über eine integrierte CAN-FD- und RS-485-Schnittstelle für die Kommunikation zwischen verschiedenen Geräten oder Komponenten wie Sensoren oder Aktoren. In Kombination mit externem PSRAM (64 Mbit QSPI) oder NOR-Flash-Speicher (512 Mbit Semper NOR-Flash mit Merkmalen für die funktionale Sicherheit nach IEC 61508, z.B. Safe Boot oder ECC) eignet sich das Development Kit besonders für die Entwicklung von Wearables und Sensoren. Dank microSD-Karten-Slot können Daten auch extern gespeichert werden.

Für noch mehr Flexibilität bei der Verwendung des Controllers lassen sich alle GPIOs (General Purpose Input/Output) über externe Stiftleisten ansprechen, die auf das Kit gelötet werden können. Ein eingebautetes Potenziometer hilft

beim ersten ADC-Abgleich und kann auch für spätere Anwendungen genutzt werden.

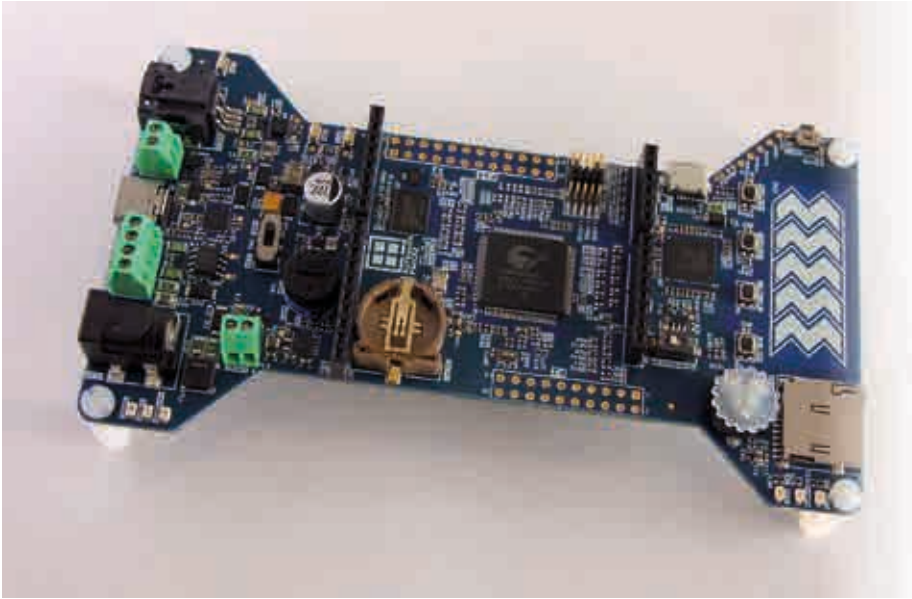
Der integrierte PMIC (Power Management IC) wird von der Notstromversorgung, etwa einer Batterie oder einem Superkondensator, versorgt. Er steuert die Stromversorgung für den Controller und für das restliche System (Sensoren und Aktoren oder Arduino Shields). Aktiviert wird er per Tastendruck oder über den RTC- (Real Time Clock) Alarm. Damit lassen sich energiesparende Lösungen für Anwendungen im industriellen und automobilen Bereich umsetzen.

Der USB-Typ-C-Stecker in Verbindung mit der USB-Power-Delivery-Fähigkeit ermöglicht es, mehr Strom in derselben Zeit zu transferieren als seine Vorgänger USB Typ A und USB Typ B. Dadurch lassen sich Ladezeiten erheblich reduzieren. Hierfür erfüllt das RutDevKit-PSoC62 auch die erforderliche Konformität mit der USB-PD-Spezifikation.

Für elegante und zuverlässige Touch-Anwendungen

Die CapSense-Technologie des PSoC62 bietet eine hohe Empfindlichkeit für eine genaue Erfassung auch in verrauschten Umgebungen und schnelle Abtastzeiten für elegante, zuverlässige und einfach zu bedienende kapazitive Touch-Sensing-Anwendungen. Hierfür nutzt sie einen patentierten Capacitive-Sigma-Delta- (CSD) Abtastalgorithmus, der die Abtastung mittels Switched-Capacitor-Technik mit einem Delta-Sigma-Modulator ausführt.

Mit dem KitProg3 von Infineon ist das Debugging direkt über das Board ohne externen Debugger möglich. KitProg ist eine Low-Level-



Das RutDevKit-PSoC62 bietet viele Features, um die Entwicklungszeit für unzählige Applikationen erheblich zu verkürzen.

Kommunikationsfirmware für die Programmierung und das Debugging von PSoC-Mikrocontrollern. Das KitProg3 nutzt den Industriestandard CMSIS-DAP als Transportmechanismus, USB-Bulk-Endpunkte sorgen für eine schnelle Kommunikation.

Für die Programmierung stellt Infineon die IDE „ModusToolbox“ kostenlos zur Verfügung. Sie umfasst eine Sammlung einfach zu bedienender Software und leistungsfähige Standalone Tools, z.B. Konfiguratoren. Sie lassen sich flexibel mit jeglichen Compilern, Editoren, Debuggern und Revisionskontrollsystemen kombinieren.

Einfach erweiterbar mit Arduino-Adapter-Platinen

Das RutDevKit-PSoC62 ist in Form eines Schmetterlings gestaltet. In der Mitte sind Arduino Stackable Header angebracht, an die Nutzer beliebige Arduino Shields stecken können. Dieses einzigartige Design sorgt nicht nur für einen Wiedererkennungswert, sondern auch für eine hohe elektromagnetische Verträglichkeit (EMV). Da die Arduino Shields in der Luft hängen, wird der Stromfluss bei hohen Frequenzen, z.B. durch Kupfer auf der Platine, nicht gestört.

Zwei solcher Adapter-Platinen hat Rutronik bereits entwickelt und stellt hierfür die entsprechenden Software Stacks zur Verfügung:

Das RutAdaptBoard-TextToSpeech verkürzt die Entwicklungszeit für eine hochwertige Sprachausgabe. Es kommt mit einem integrierten Sprach-IC von Epson, der mithilfe einer entsprechenden PC-Software des Herstellers frei definierbare Sätze in zwölf Sprachen ausgeben kann. Dazu hat Rutronik eine Software entwickelt, mit der sich die erstellten Textdateien über eine bedienbare grafische Oberfläche (GUI) vom PC auf das RutDevKit-PSoC62 laden lassen. Über einen Audioverstärker und eine 3,5-mm-Klinkenbuchse können die Sätze dann vom Kit angesteuert und über den Lautsprecher ausgegeben werden.

Das RutAdaptBoard-HMS basiert auf dem Netzwerkprozessor Anybus NP40 von HMS. Dieser kann seriell angesteuert werden und diverse Industrial-Ethernet- sowie Feldbus-Protokolle ausgeben. Er ermöglicht die Integration optimierter Infrastrukturkomponenten, wie Switches für hochperformantes Ethernet. Zusätzliche ASICs und FPGAs für die Kommunikation sind nicht nötig. Mit der PC-Software TwinCAT von Beckhoff lassen sich EtherCAT-Applikationen umsetzen. Die Erweiterung auf andere Protokolle befindet sich derzeit in Entwicklung.

Selbstverständlich können auch beliebige andere Arduino Shields mit dem RutDevKit-PSoC62 kombiniert werden. Die hierfür nötigen Software-Anpassungen muss der Anwender jedoch selbst vornehmen.

Darüber hinaus stellt Rutronik Firmware und Demo-Applikationen kostenlos zu Verfügung. Alle Komponenten für das eigene Design sind bei Rutronik aus einer Hand erhältlich. Das RutDevKit-PSoC62 und die beiden Arduino Shields sind unter www.rutronik24.com verfügbar. ■



Stellungnahme von Infineon

»Infineon begrüßt die Entscheidung seitens Rutronik, den leistungsstarken PSoC62-Mikrocontroller als Herzstück ihres neu entwickelten RutDevKit einzusetzen. Mit der PSoC6-Mikrocontroller-Familie bietet Infineon dem Markt eine Plattform für IoT- (Internet of Things) Applikationen, die Konnektivität, erhöhte Rechenleistung und Sicherheit bei geringem Stromverbrauch und Kosten ermöglicht. Hierzu vertrauen wir weiterhin auf den Service und die Kundenreichweite von Rutronik, die mit ihrem RutDevKit den Kunden einen deutlichen Vorteil bei der Entwicklung bieten können.«

Susanne Horn, Vice President Distribution Management EMEA, Infineon



Von links: Mathias Roettjes und Susanne Horn von Infineon sowie Markus Krieg und Thomas Ulinski, Rutronik, bei der Vorstellung des RutDevKit, das mit vielen Komponenten von Infineon bestückt ist. Herzstück des Development Kit ist der Mikrocontroller PSoC62 von Cypress/ Infineon.

AIoT – künstliche Intelligenz der Dinge

Die elektronische Nase

Das Internet der Dinge entfaltet sein volles Potenzial oft erst, wenn die Dinge über eine gewisse Intelligenz verfügen – wenn sie also z.B. die gesammelten Daten auch analysieren können (Artificial Intelligence of Things, AIoT). Gerade in den Bereichen Umwelt und Gesundheit kann das eine sinnvolle Unterstützung für den Menschen sein, zum Beispiel durch eine elektronische Nase.

VON JULIAN EISE, PRODUCT SALES
MANAGER OPTO BEI RUTRONIK

Die meisten Europäer und Nordamerikaner verbringen den Großteil ihrer Zeit in Innenräumen. Die Qualität der Raumluft hat einen großen Einfluss auf das Wohlbefinden: Je schlechter sie ist, desto stärker nehmen Urteilsvermögen und Konzentrationsfähigkeit ab. Langfristig kann das auch die Gesundheit einschränken. Die chinesische Regierung fördert deshalb Unternehmen, die Produkte zur Verbesserung der Luftqualität entwickeln. Doch was heißt „schlechte Luft“?

Hauptverantwortlich für die Luftqualität sind flüchtige organische Verbindungen (Volatile Organic Compounds, VOC). Sie nehmen bereits ab Raumtemperatur einen gasförmigen Zustand an und befinden sich dann als kleinste Partikel in der Luft. Quellen sind z.B. Bau- und Kunststoffe oder Lösungsmittel; aber auch Mikroorganismen, Menschen und Tiere geben VOCs ab. Mit entsprechenden Sensoren lassen sie sich erfassen. Diese enthalten ein Substrat, auf dem sich die VOCs sammeln und mit der Luft reagieren. Dadurch ändert sich der Widerstand des Sensors. Die Sensoren geben den VOC-Gehalt in ppm (Parts per Million) aus.

Um Abhilfe gegen einen hohen VOC-Wert schaffen zu können, ist es oft hilfreich zu wissen, aus welcher Quelle die Partikel stammen. Wie ein Data-Mining-Algorithmus es schafft, VOCs zu klassifizieren und einem Stoff zuzuordnen, wird hier anhand von VOCs aus Parfüm, Alkohol und Essig aufgezeigt. Sie eignen sich für eine Untersuchung ideal, da es haushaltsübliche Stoffe sind, deren VOCs für den Menschen in hoher Konzentration schädlich sein können und die vom VOC-Sensor leicht detektiert werden.

*Wie Referenzdaten
für den Data-Mining-Algorithmus
gewonnen werden*

Basis für die Untersuchung bilden die Messungen. Sie liefern die Referenzdaten, die gebraucht werden, um einen Data-Mining-Algorithmus zu entwickeln. Hierfür kamen neben einem VOC-Sensor auch ein Temperatur- und ein Feuchtigkeitssensor zum Einsatz. Denn beide Werte beeinflussen das Verhalten der VOCs.

Bilder: Rutronik / Eise

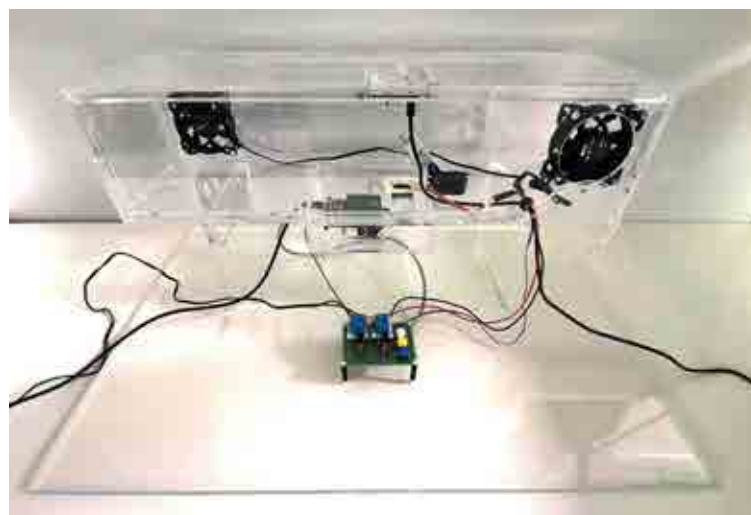
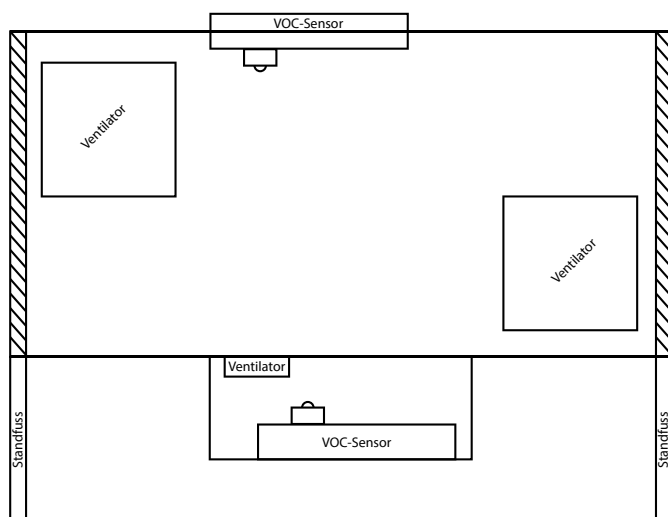


Bild 1: Der Messaufbau zur Ermittlung von Referenzdaten ähnelt einer natürlichen Umgebung, in der VOCs vorkommen.

Mittels Sensorfusion, also der Kombination der verschiedenen Messwerte zu einem Wert, wurde ein Datensatz generiert, der sich dann analysieren lässt. Die Sensorfusion wirkt zudem den Störgrößen bei der Messung entgegen und sorgt so für ein robusteres Gesamtsystem und eine zuverlässigere Detektion einzelner Elemente. Das ist bei VOC-Messungen besonders wichtig, weil hier kleinste Abweichungen das Messergebnis stark verfälschen können. Zudem galt es, die Einflussfaktoren auf die Sensoren selbst zu berücksichtigen, etwa die Long-Term-Drift oder die Signalgenauigkeit.

Die Messreihen wurden in einem Aufbau durchgeführt, der eine natürliche Umgebung von VOCs nachbildet (Bild 1).

Unter einem geschlossenen Raum befindet sich eine kleine Kammer. In diese wurde ein Behälter mit Parfüm, Alkohol oder Essig gestellt. Während der Messungen war die Kammer nach oben offen, sodass die flüchtigen organischen Verbindungen in den größeren Raum entweichen konnten. Ein kleiner Ventilator in der Kammer sollte die Strömungsgeschwindigkeit der VOCs erhöhen. Lüfter in dem größeren Raum sorgten dafür, dass sich die VOCs bei der Reinigung zwischen zwei Messungen schneller verflüchtigten.

Sowohl die Kammer wie auch der größere Raum enthielten ein Entwicklungs-Board, auf dem ein VOC-Sensor-Board mit dem Environmental Sensor Shield von Sensirion angebracht war. Dieses kombinierte den SGP30 zur

Detektion von VOC und CO₂ mit dem Sensor SHTC zur Luftfeuchte- und Temperatur-Messung.

Schnüffeln im Sekundentakt

Bei den Messungen wurden softwaregesteuert jede Sekunde ein Messwert und ein Echtzeitstempel generiert. Um die Zuverlässigkeit der Messungen zu gewährleisten, wurde jede Messung mit einem Stoff zehnmal wiederholt. Beispielhaft sollen hier die Messungen mit Parfüm dargestellt werden. Die Werte aus der kleinen Kammer (Bild 2) zeigten kein einheitliches Verhalten: 550 Sekunden nach Beginn der Messung lag die VOC-Konzentration bei Werten zwischen 22.000 und 60.000 ppm, wobei 60.000 ppm der maximale Wert ist, den der Sensor detektieren kann. Mittels Korrelationsprüfung zeigte sich, dass die höchsten Werte bei den höchsten Temperaturen gemessen wurden.

Die Messungen im großen Versuchsraum (Bild 3) ergaben ein nahezu entgegengesetztes Bild: Hier behielt die Hälfte der Kurven über zehn Minuten einen flachen Anstieg bei, nur zwei Kurven stiegen steil an und erreichten einen VOC-Wert von über 2500 ppm. Zwei andere verliefen konstant linear mit einem Höchstwert von ca. 600 ppm. Der Maximalwert aller Messungen lag bei diesem Sensor bei 7600 ppm. Auch hier fielen die höchsten VOC-Konzentrationen mit den höchsten Temperaturen zusammen. Zudem zeigten die Mes-



Bild 2: Die VOCs von Parfüm zeigen bei zehn Messungen in der kleinen Kammer der Versuchsanordnung ein unterschiedliches Verhalten.

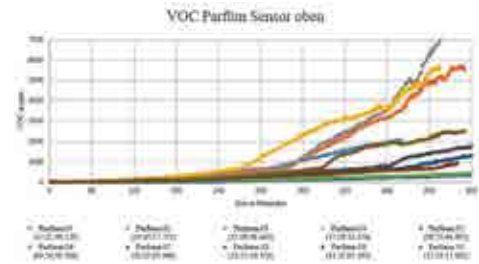


Bild 3: Verlauf der Konzentration der VOCs von Parfüm bei zehn Messungen im größeren Raum der Versuchsanordnung

sungen mit hohen Luftfeuchtigkeitswerten einen schnelleren Anstieg der VOC-Werte.

Typisch Parfüm, typisch Essig?

Nachdem die Messungen auch mit Alkohol und Essig durchgeführt worden waren, konnten die Ergebnisse verglichen werden. Auf den ersten Blick verhalten sich die VOCs von Alkohol (Bild 4, blaue Kurven) und Parfüm (Bild 4, rote Kurven) ähnlich. Ein Grund hierfür

Anzeige

Apacer

Featured Technologies For Medical Devices

More Information of Industrial SSD & DRAM Solutions for Healthcare Applications

<p>Data Integrity</p> <ul style="list-style-type: none"> End-to-end Data Protection Secure Read/Write 	<p>Data Security</p> <ul style="list-style-type: none"> Bi-directional Security Secure Firmware Secure Boot 	<p>Reliability & Endurance</p> <ul style="list-style-type: none"> Conformal Coating ESD Protection SLC-link 	<p>Longevity</p> <ul style="list-style-type: none"> CodeGuard SSDWatch 3.0 Flash BOM HealthCheck
--	---	---	---

Contact Us Today
sales@apacer.nl <https://industrial.apacer.com>



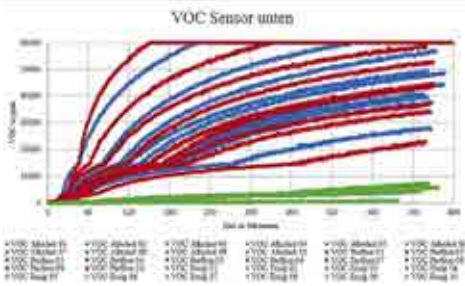


Bild 4: Konzentration der VOCs von Parfüm (rot), Alkohol (blau) und Essig (grün) in der kleinen Versuchskammer

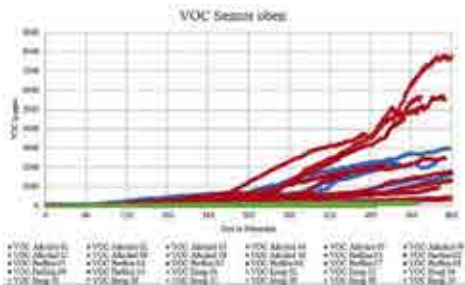


Bild 5: Konzentration der VOCs aus Bild 4, aber im größeren Versuchsraum

ist der Alkoholgehalt von Parfüm von rund 80 Prozent. Deutlich anders ist es bei Essig: Diese VOCs verflüchtigen sich viel langsamer als die der anderen beiden Verbindungen. Damit war das Fazit der Messungen in der Kammer: Eine physikalische Abgrenzung ist nur zwischen Essig und Parfüm sowie Alkohol möglich, nicht jedoch zwischen Parfüm und Alkohol.

Anders verhält es sich bei den Messungen im größeren Raum (Bild 5): Hier zeigen sich auch zwischen Parfüm und Alkohol Unterschiede. Die VOCs aus Parfüm verflüchtigen sich schneller als die aus Alkohol. Der Essig hebt sich auch hier deutlich von den beiden anderen Stoffen ab.

Data-Mining-Algorithmus lernt riechen

Damit lag die Grundlage für den Data-Mining-Algorithmus vor. Der erste Schritt des Algorithmus besteht in der Hauptkomponentenanalyse (Principal Component Analysis, PCA). Damit lassen sich umfangreiche Datensätze vereinfachen und veranschaulichen. Im Experiment zur elektronischen Nase bedeutet das: Aus den Daten entstanden drei Farbwolken, die Parfüm, Alkohol und Essig grafisch darstellen und so eindeutig unterscheidbar machen (Bild 6). Einzige Ausnahme: Der Messwert Parfüm 01 verhält sich ähnlich wie die Messwerte des Alkohols und liegt deshalb in der blauen Wolke, die den Alkohol repräsentiert. Solche Ausreißer lassen sich nutzen, um

das System zu trainieren und die Unterscheidung zu verbessern.

Im zweiten Schritt ging es um die Konzeption des Data-Mining-Algorithmus. Hierfür kam das Tool Orange3 zum Einsatz, das drei Methoden bietet: logistische Regression, neuronale Netze und Entscheidungsbaum. Um die besten Resultate zu erhalten, wurden probeweise alle drei genutzt und ihre Ergebnisse verglichen. Laut Orange3 erzielten die neuronalen Netze die exaktesten Ergebnisse mit einer Genauigkeit von 98,1 Prozent. Zum Vergleich: Die logistische Regression erreichte nur 74,9 Prozent.

Die gelabelten Referenzdaten, also Daten mit dem Label „Parfüm“, „Alkohol“ oder „Essig“, wurden nach der PCA also in ein neuronales Netz eingespielt, um dieses zu trainieren. Danach wurden von einigen Referenzdaten die Label entfernt und wieder in das neuronale Netz eingegeben. Jetzt trafen also erstmals ungelabelte Daten auf die Referenzdaten des Algorithmus. Sie durchliefen denselben Prozess wie die Referenzdaten und sollten vom Algorithmus korrekt einem der drei Stoffe zugeordnet werden. Die Ergebnisse fließen immer wieder in die Berechnungen ein, sodass sich die Klassifizierung stetig verbessert.

Geruchstest bestanden

Der letzte Schritt des Data-Mining-Prozesses besteht schließlich in der Interpretation und Auswertung der Erkenntnisse. Dies geschieht durch das Prüfen der Richtigkeit der gemessenen VOC-Werte und durch eine Wiederholung der Messungen, um die Einschätzungen des Algorithmus zu überprüfen. Hierfür wurden neue Messungen mit Parfüm, Alkohol und Essig durchgeführt. Wie Bild 7 zeigt, war dieser Versuch erfolgreich: Der Algorithmus kann Parfüm, Alkohol und Essig auf einer mathematischen Basis unterscheiden und dadurch Verbindungen anhand von VOC-Messungen erkennen.

Um den Algorithmus in eine Applikation einsetzen zu können, ist es elementar zu verstehen, was der Algorithmus unterscheidet und warum. Hierfür sind die gewonnenen Erkenntnisse mithilfe der Referenzdaten nachzuvollziehen und zu dokumentieren. Dann können weitere Schritte definiert werden, z.B. das Auslösen eines Warnsignals bei der Detektion hoher VOC-Werte von Alkohol.

Werden neu erfasste und klassifizierte VOCs den Referenzdaten hinzugefügt, steigt die Ge-

nauigkeit des Algorithmus sukzessive weiter an. Denn je größer die Datenbasis ist, desto bessere Ergebnisse wird der Algorithmus liefern. Kommt er dann in einer Kundenanwendung zum Einsatz, kann er auch neu erfasste Verbindungen speichern, anhand weiterer Daten trainieren und so auch fremde Verbindungen klassifizieren. Zudem sind Vorhersagen möglich, sodass die Anwendung bereits mit ganz wenigen Messwerten eine Prognose zu der Quelle abgeben kann.

Fazit

Eine rein physikalische Unterscheidung von VOCs aus unterschiedlichen Stoffen ist nicht eindeutig machbar. Dies ermöglicht erst ein Data-Mining-Algorithmus. Hierfür reichen schon relativ wenige Referenzdaten aus, doch mit der Anzahl an Messungen steigt die Zuverlässigkeit der Daten und die Genauigkeit der Klassifizierung.

Dazu kommt: Die Entwicklung von VOC-Sensoren befindet sich noch am Anfang. Viele Hersteller arbeiten derzeit daran, die VOCs besser zu verstehen. Mit wachsender Expertise werden die Sensoren bessere und zuverlässigere Messergebnisse liefern.

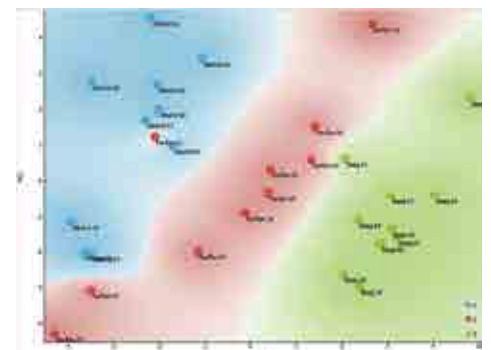


Bild 6: Jede Verbindung (Parfüm, Alkohol und Essig) wird in der Hauptkomponentenanalyse (PCA) als Farbwolke dargestellt.

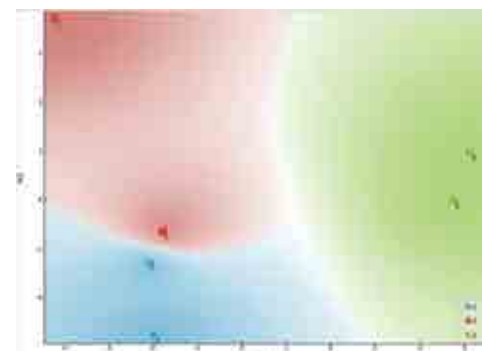


Bild 7: Test bestanden: Der Algorithmus hat sechs neue Messwerte korrekt einer der drei Verbindungen zugeordnet.

Referenzdesign für Hochvolt-Trennschalter

Hochvolt-Bordnetz schnell und sicher trennen

Bei modernen Elektrofahrzeugen muss das Hochvolt-Bordnetz schnell und zuverlässig von dessen Nebenaggregaten getrennt werden können. Hierfür hat die Automotive Business Unit (ABU) von Rutronik gemeinsam mit Vishay ein Referenzdesign für einen intelligenten, zurücksetzbaren und verlustarmen Hochvolt-Trennschalter entwickelt.

VON BERND WONDRATSCHKEK,
FIELD APPLICATION ENGINEER ABU
BEI RUTRONIK

Elektrofahrzeuge der nächsten Generation verfügen über bis zu drei Spannungsebenen:

- ein 12-V-Bordnetz für kleine Aktoren und sämtliche Steuergeräte
- ein 48-V-Bordnetz für größere Stromverbraucher wie Wasserpumpen, EPS (Electric Power Steering) oder Kühlerlüfter
- ein 400-V- bis 800-V-Bordnetz für das Batteriepack und die größten Verbraucher wie Inverter, Hochvolt-Heizer, On-Board Charger, HV/LV- (Hochspannungs-/Niederspannungs-) DC/DC-Konverter und die Klimaanlage (HVAC)

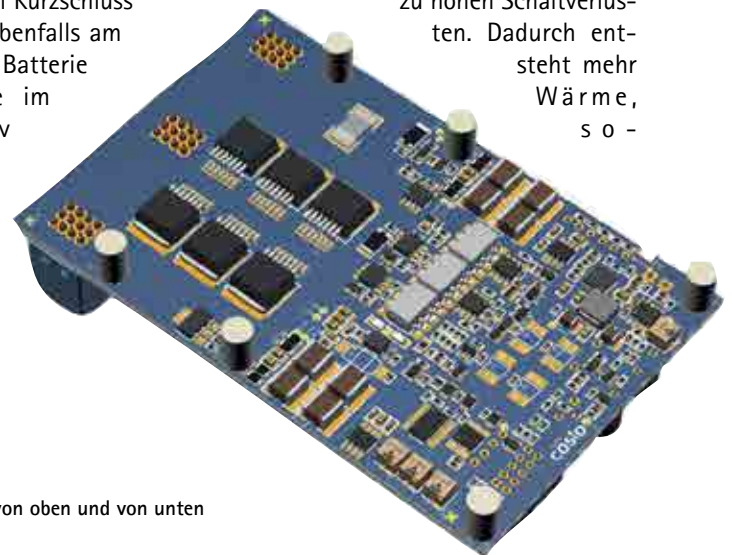
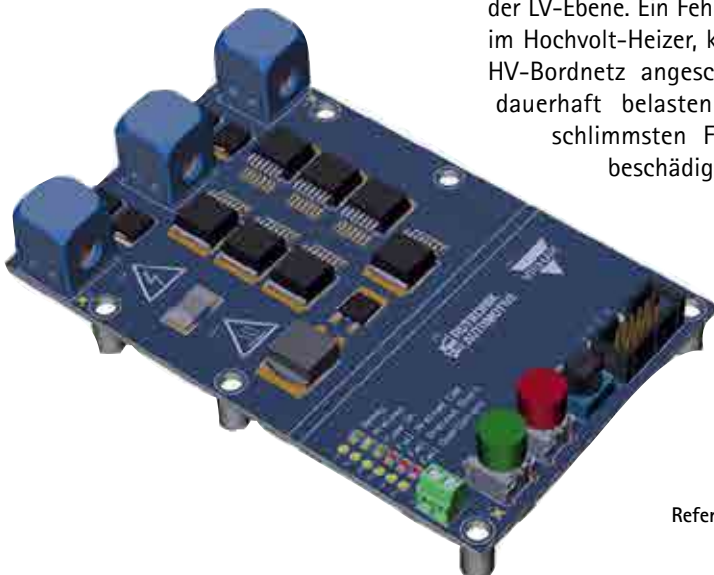
Speziell das Hochvolt- (HV) Bordnetz erfordert ein Höchstmaß an Sicherheit und Verlässlichkeit bei allen verbauten Komponenten, da Störungen hier wesentlich größere Auswirkungen auf die elektronische Architektur haben als in der LV-Ebene. Ein Fehler, z.B. ein Kurzschluss im Hochvolt-Heizer, kann die ebenfalls am HV-Bordnetz angeschlossene Batterie dauerhaft belasten und sie im schlimmsten Fall massiv beschädigen. Um

das zu vermeiden, müssen die großen Verbraucher im HV-Bordnetz konsequent überwacht werden.

*Hochvolt-Trennschalter
statt mechanischer Relais*

Innerhalb dieser Architektur sind HV-Trennschalter ein unverzichtbarer Baustein. Bei einem Kurzschluss trennen sie das von dem Fehler betroffene Nebenaggregat sicher vom HV-Bordnetz und der übrigen elektrischen Fahrzeug-Architektur und verhindern so größeren Schaden.

Bislang kommen hierfür mechanische Relais zum Einsatz. Sie haben jedoch entscheidende Nachteile: Beim Schalten unter Last können Lichtbögen entstehen, die die Relais dauerhaft beschädigen und so deren Alterung beschleunigen. Das relativ langsame Schaltverhalten der Relais führt außerdem zu hohen Schaltverlusten. Dadurch entsteht mehr Wärme, so -



Referenz-Board von oben und von unten

Bild: Rutronik

Bild: Infineon



Bild 1: Das TC375 Lite Kit von Infineon lässt sich mit vielen Entwicklungswerkzeugen für Motorsteuerungen und Sicherheitsanwendungen nutzen.

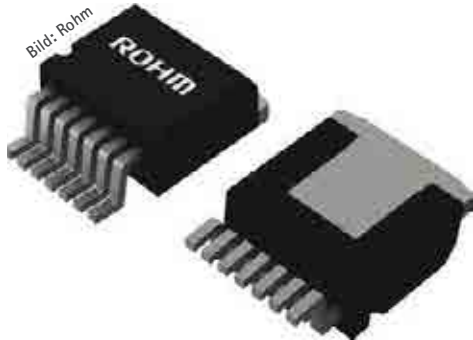


Bild 2: Die SiC-MOS-Dies von Rohm im SOT263-7L-Gehäuse benötigen dank geringer Verlustleistung keine zusätzlichen Kühlkörper.



Bild 3: Ein SiC-MOS-Treiber von Rohm mit galvanischer Trennung

dass im Fehlerfall eines Nebenaggregats unter Umständen aktiv gekühlt werden muss.

Als intelligente, zurücksetzbare und verlustarme Lösung hat die ABU von Rutronik zusammen mit der Automotive-Sparte von Vishay jetzt ein Referenzdesign für einen HV-Trennschalter entwickelt. Seine „Intelligenz“ bezieht er aus der Steuerung über einen Mikrocontroller und seiner Fähigkeit, Messwerte aufzunehmen und Diagnosefunktionen bereitzustellen.

Die Schaltung besteht aus einer isolierten 800-V-Powerstage, die die Bauteile mit hoher Leistung und die Messelektronik beinhaltet, sowie einer Auswertelektronik und einem Aurix TC375 Lite Kit mit einem Aurix-Mikrocontroller der zweiten Generation von Infineon (Bild 1).

In der Powerstage finden sich Hochleistungshalbleiter der neuesten SiC-Generation von Rohm, eine galvanische Trennung der Messkanäle, hochpräzise Shunts, Optokoppler sowie Schutzbauteile von Vishay. Die Ansteuerung erfolgt über das Kit, das den 32-bit-Single-Chip-Mikrocontroller Aurix TC375 mit einer integrierten Schnittstelle zwischen miniWiggler und USB 2.0 Micro-AB, einer externen Stromversorgung und zahlreichen Anschlüssen kombiniert.

*Hohe Schaltleistung
für höchste Anforderungen*

Mit den 1200-V-SiC-MOSFETs der neuesten Generation von Rohm und einer präzise abgestimmten Ansteuerung über einen SiC-Gate-Treiber ist der HV-Trennschalter in der Lage, Leistungen bis 40 kW zu schalten. Die SiC-MOS-Dies sind im SOT263-7L-SMD-Gehäuse untergebracht (Bild 2). Dadurch benötigen sie keinen zusätzlichen Kühlkörper; die Dies können die Wärme direkt an das PCB abgeben. Die Verlustleistung erreicht bei maximaler Schaltleistung lediglich ca. 16 W, sodass bei Raumtemperatur (25 °C) eine passive Kühlung aus-

reicht. Damit übertrifft der HV-Trennschalter sogar die Anforderungen von Premium-OEMs.

Über einen Vorladepfad mit SiC-MOSFET wird eine mögliche kapazitive Last vorgeladen, damit die vorgegebene Überstromschwelle beim Einschaltvorgang nicht überschritten wird. Dafür sind zwei Pre-Charge-Modi (13 ms bzw. 130 ms) implementiert. Ein galvanisch getrennter Optokoppler mit Phototransistorausgang steuert den SiC-MOS entsprechend den Modi an. Damit lässt sich bei maximaler technischer Auslastung eine möglichst hohe Vorladung einer kapazitiven Last erzielen, ohne dabei die zwei in Reihe geschalteten Vorladewiderstände zu beschädigen. Die Ansteuerung der Haupt-MOSFETs ist über einen galvanisch getrennten SiC-Treiber, den BM61S41RFV von Rohm, realisiert. Der maximale Laststrom (bis 50 A) des HV-Trennschalters lässt sich entweder über den Mikrocontroller oder im Standalone-Betrieb individuell über ein Potenziometer einstellen.

Zwei parallel geschaltete Shunts (WSLP3921 von Vishay) in der Powerstage sorgen für eine hochpräzise, bidirektionale Messung des Batteriestroms. Dank der bidirektionalen Messung lässt sich auch der Strom erfassen, der in die Batterie zurückgespeist wird, etwa von Nebenaggregaten, die über Motoren verfügen. Die Ansteuerung des Vorlade-MOSFETs ist realisiert durch den Optokoppler mit Phototransistor-Ausgang VOMA617A von Vishay.

Die Messung der Spannung erfolgt über Single-Chip-Spannungsteiler der CDMA-Serie von Vishay. Die Signale der Strom- und Spannungsmessung werden galvanisch getrennt (Floating Measurement) übertragen, durch Messsignalverstärker aufbereitet und an den Mikrocontroller weitergegeben. Die galvanische Trennung zur 12-V-Seite übernehmen die neuen, linearen Automotive-Optokoppler VOA300 von Vishay. Sie sind kostengünstig und zeichnen sie sich dennoch durch einen großen Kopplungsfaktor und eine hohe Bandbreite aus.

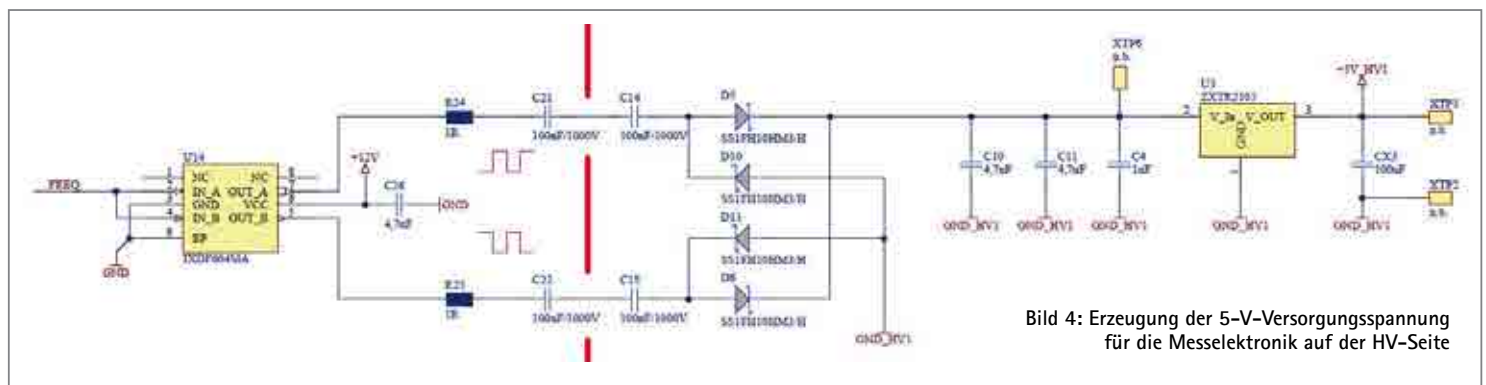


Bild 4: Erzeugung der 5-V-Versorgungsspannung für die Messelektronik auf der HV-Seite

Bild: Vishay

Galvanisch getrennte Spannungsversorgung

Die Mess- und Auswerteelektronik benötigt 5 V Versorgungsspannung. Hierfür muss ein externes 12-V-Netzteil an den Schraubklemmen auf dem PCB angeschlossen werden. Der neue DC/DC-Wandler SICQ464 von Vishay macht daraus die zur Versorgung der Auswerteelektronik benötigte 5-V-Spannung; ein weiterer Baustein stellt die benötigte 3,3-V-Referenzspannung zum Auswerten und Abgleichen zur Verfügung. Die Messelektronik benötigt ebenfalls eine Spannung von 5 V, die jedoch galvanisch getrennt bereitgestellt werden muss. Acht Hochspannungs-MLCCs der VJ2225-Serie von Vishay, von denen jeweils zwei in Reihe geschaltet sind, realisieren die galvanisch getrennte Versorgung sowohl der Messsignalverstärker als auch der SiC-Treiber und Optokoppler (Bild 4). Die MLCCs übertragen die von einer Push-Pull-Treiberstufe mit 50 kHz und nachgelagerten Dioden erzeugte Versorgungsspannung an die Hochspannungsseite. Die Spannungen betragen 5 V für die Messelektronik und 18 V für die Ansteuerung der SiC-MOS.

Das Aurix-Board wird über einen zehnpoligen Steckverbinder an den HV-Trennschalter angeschlossen. Es gibt mittels der Software die aufbereiteten Messwerte über einen CAN-Bus aus; zudem lässt sich der Trennschalter hierüber konfigurieren. Die Software basiert auf Infineon-Routinen, die es Kunden ermöglichen, eigene Projekte darauf aufzubauen und neue Features einfach zu implementieren. Dabei arbeitet das Aurix Lite Kite als Steuergerät, das die Strom-, Temperatur- und Spannungsmesswerte zyklisch abfragt. Der HV-Trennschalter verfügt über einen Multiplexer (MUX), der die jeweiligen Signale über eine Analog-Verbindung im Steckverbinder zur Auswertung an das Aurix Lite Kit überträgt. Der zehnpolige Steckverbinder beinhaltet auch eine I²C-Verbindung, mit der auf dem Board des HV-Trennschalters die Kanalauswahl des MUX gesteuert wird und die Statusmeldungen übertragen werden.

Exakte Messungen, Diagnosefunktion und Schutzvorkehrungen

Neben den präzisen Strom- und Spannungsmessungen bietet das Referenzdesign eine Diagnosefunktion zur Überwachung sämtlicher Messwerte (Temperatur, Spannung, Strom) sowie Fehlermeldungen, darüber hinaus weitere Schutzmaßnahmen wie die Überstromerkennung mit einstellbarem Schwellwert, Input-

und Output-Transientenschutz. Zusätzliche TVS-Dioden dienen der Sicherung der Stromversorgung. Um die Versorgung des SiC-MOS-Treibers abzusichern, wird ein neuer Polymer-Tantal-Kondensator (T51-Serie von Vishay) als Puffer verwendet. Er zeichnet sich durch eine niedrige Eigeninduktivität und hohe Ripple-Strom-Belastbarkeit aus. Damit eignet er sich hervorragend, um auftretende Stromspitzen im Einschaltvorgang des Treibers zu puffern.

Die Temperaturmessung des Trennschalters wird von einem NTC übernommen, der die Wärme der Powerstage über Thermal Jumper (galvanisch getrennte Wärme-Übertrager) der THJP-Serie von Vishay erhält. Die Überwachung der Eingangs- und Ausgangsspannung erfolgt über Komparatoren mit ratiometrischen Schwellwerten, die damit auch den Einsatz in 400-V-Systemen ermöglichen.

Das Referenzdesign verfügt über sechs LEDs für die Status-Anzeigen Ready (grün), Preload (grün), Fuse On (grün), Fail Preload Cap (rot), Fail Preload Short (rot) und Fail Overcurrent (rot). Über zwei Taster lässt sich der HV-Trennschalter manuell an- und ausschalten. Ein Gehäuse, das den Zugang zu allen Messpunkten erlaubt, gewährleistet den Berührungsschutz.

Design und Service in der Distribution neu definiert

Das innovative Referenzdesign für den HV-Trennschalter stellt Rutronik Kunden mit überdurchschnittlichen Anforderungen zur Verfügung. Sie können damit ein modernes, hochwertiges Schaltungskonzept für Elektrofahrzeuge innerhalb kurzer Zeit realisieren. ■

ILT Series



Illuminated Toggle Switch

ATP19 Series



Anti-Vandal Pushbutton Switch

PTS847 Series



Right Angle Tactile Switch

Batterien für die Elektromobilität

Schlüsselement für künftige Geschäftsmodelle

Die Mobilität wird elektrisch, so viel steht fest. Doch welche Batterietechnologie wird sich durchsetzen? Wie müssen die Batteriemanagementsysteme aussehen? Wie steht es um das Recycling oder Second Life der Batterien? Und wie wirken sich Entscheidungen an diesen Stellen auf die Geschäftsmodelle der Marktteilnehmer aus?

VON ANDREAS MANGLER,
DIRECTOR STRATEGIC MARKETING AND
COMMUNICATION BEI RUTRONIK

Die Roadmaps der OEMs sind weitgehend beschlossene Sache: Bereits zwischen 2025 und 2030 wollen viele den Umstieg zur Elektromobilität vollzogen haben, zumindest für Europa (mehr dazu lesen Sie im Artikel auf Seite 76). Neben dem Elektromotor sind dabei die Batterie und das Batteriemanagementsystem (BMS) die entscheidenden Komponenten.

Rohstoffe für Batteriezellen

Für das Jahr 2040 prognostiziert Bloomberg über 50 Millionen verkaufter Elektro- und Plug-in-Hybride weltweit, das entspricht dann über 50 Prozent aller verkauften Fahrzeuge – ein realistisches Szenario. Es gibt jedoch limitierende Faktoren. Dazu zählen zuallererst die Erzeugung der hierfür benötigten Energie, die Ladeinfrastruktur sowie die Rohstoffe, vor allem für die Batteriezellen.

Geht man von der Reduktion an CO₂-Emissionen aus, die sich die EU für 2030 zum Ziel gesetzt hat, wächst die benötigte Batterieleistung nach Berechnungen von McKinsey von 17 GWh im Jahr 2018 auf 312 GWh 2030. Der Bedarf an Kobalt stiege damit im selben Zeitraum von zwei auf 34 Tonnen pro Jahr, an Nickel von 6 auf 112 und an Lithium von 2 auf 38 Tonnen pro Jahr.

Grundlage dieser Kalkulationen sind jedoch die aktuell eingesetzten Batterietechnologien. Würden sie auch in den nächsten zehn Jahren State of the Art bleiben, wären nicht genug Rohstoffe vorhanden, um die CO₂-Ziele zu erreichen. Das gilt umso mehr, da es noch keine umfassenden Konzepte, keine Infrastruktur und keine Geschäftsmodelle gibt für ein Second Life oder Recycling der Batterien.

Batteriechemie und Geometrie

Die chemische Zusammensetzung und die Geometrie einer Batteriezelle bestimmen maßgeblich ihre Eigenschaften. Aktuell setzen einige Automobilhersteller auf LFP- (Lithium-Eisenphosphat) Batterien, die meist als Pouch-Zelle auf den Markt kommen. Sie sind relativ robust und erlauben auch Schnellladen über 5C, d.h. dem fünffachen Nominalstrom.

Aufgrund ihrer höheren Energie- und Leistungsdichte sind jedoch die zylindrischen NMC- (Lithium-Nickel-Mangan-Cobalt-Oxide) Zellen am beliebtesten und werden noch lange gefragt sein. Sie finden sich auch in anderen Fahrzeugen, etwa E-Bikes oder autonom fahrenden Roboter-Fahrzeugen (Automated Guided Vehicle, AGV). Das spiegelt sich auch in den enormen Bedarfen wider, die Rutronik als einziger Distributor der Rundzellen von Samsung SDI in Europa verzeichnet.

Daneben sind weitere Lithium-Zusammensetzungen auf dem Markt, wie Lithium-Nickel-Cobalt-Aluminium-Oxide (NCA) und Lithium-Titanat (LTO), außerdem Nickel-Metallhydrid (NiMH). Letztere spielen in der Elektromobilität keine Rolle. Batterien mit anderer chemischer Zusammensetzung als Alternative gibt es selbstverständlich, viele davon sind aber noch nicht bis zur Serienreife entwickelt.

Die Geometrie der Zelle ist wesentlich für ihr thermisches Verhalten und bestimmt damit den Aufwand für die Kühlung. Relativ einfach zu handhaben sind prismatische Zellen. Rundzellen sind zwar etwas anspruchsvoller, was das Thermomanagement angeht, aufgrund ihrer starken Verbreitung sind aber viele Konzepte verfügbar.



Bild: Samsung SDI

Anforderungen an Batterien

Auf der anderen Seite bestehen je nach Fahrzeugklasse und -Art andere Anforderungen an die Batterie. Bei kleineren Elektroautos der Einstiegsklasse mit Fokus auf geringe Kosten genügt eine Energiedichte von ca. 220 Wh/kg. Dementsprechend kommen oft prismatische LFP-Zellen zum Einsatz, doch zylindrische NMC-Zellen gewinnen auch hier an Beliebtheit. In Mittelklasse- und Premium-Fahrzeugen sind sie ohnehin der bevorzugte Batterietyp. Denn hier werden für leistungsstarke Antriebe und hohe Reichweiten rund 300 Wh/kg bzw. sogar 350 Wh/kg und Leistungen von bis zu 150 kW gefordert. Die NMC-Zellen erlauben das Laden jedoch typischerweise nur mit maximal 5C. Für höhere Ströme sind andere Chemien und Geometrien erforderlich.

Unterschiedliche Anforderungen stellen auch die verschiedenen Fahrzeugkonzepte: Während 48-V-Fahrzeuge in der Regel mit Batteriepacks oder -Modulen bis 30 kW ausgestattet sind, sind für Plug-in-Hybride mit bis zu 200 kW und für rein batteriebetriebene Fahrzeuge mit bis zu 600 kW deutlich höhere Leistungen gefordert.

Aufgrund der vielfältigen Anforderungen ist bei der Wahl der idealen Batteriezelle praktisch immer ein Kompromiss zwischen Energie- und Leistungsdichte, Kühlaufwand, Formfaktor und Kosten nötig. Welche Zelltechnologien und -Chemien sich mittel- und langfristig durchsetzen, ist noch nicht entschieden. Sicher ist aber, dass die Batteriekapazitäten weiter steigen müssen, um den Wunsch nach höheren Leistungen, größerer Reichweite des Fahrzeugs und schnellem Laden zu erfüllen. Es ist zu erwarten, dass die Feststoffbatterie in wenigen Jahren ihren Durchbruch haben und die Welt der Elektromobilität ein Stück weit verändern wird. Denn aufgrund ihrer höheren Robustheit und besseren thermischen Stabilität wird sie sich langfristig in einigen Bereichen durchsetzen. Am Massenmarkt werden Hersteller jedoch noch einige Jahre auf die zylindrischen Zellen setzen. Sie sind erprobt und ermöglichen hervorragend funktionierende Systeme.

Auf welche Batterietechnologie ein Hersteller von Batteriezellen oder -modulen, ein BMS-Anbieter oder ein OEM setzt, hat neben den technischen Auswirkungen auch weitreichende Folgen auf das jeweilige Geschäftsmodell. Denn jeder Batterietyp erfordert ein anderes Batterie- und Thermomanagement. Ein Unternehmen, das sich heute z.B. auf das Thermomanagement von zylindrischen NMC-Zellen spezialisiert, wird sich vielleicht schon in zehn Jahren neu ausrichten müssen – eine enorme Herausforderung für Zuliefer-Unternehmen.

Wir befinden uns also in einem ständigen Wandel und Veränderungsprozess. Denn allen Beteiligten ist bewusst, dass der heutige Stand der Batterietechnologien in den Fahrzeugen nicht das Ende der Fahnenstange ist. CO₂-Reduktion bzw. CO₂-Neutralität über die gesamte Wertschöpfungskette, d.h. von der Rohstoff-Förderung und -Verarbeitung bis zur Fertigung der Batteriezellen und -Module, muss das Ziel sein – und nicht nur die lokale CO₂-Null-Emission der Fahrzeuge.

Integration der Batterie

Zurück zu den Anforderungen und Herausforderungen von Batteriemanagementsystemen: Eine Methode, um dennoch zukunftsfähig zu bleiben, sind skalierbare Hardware- und Software-Plattformen, die sich auf unterschiedliche Zellchemien und -geometrien anwenden lassen, ähnlich wie die Plattformstrategien der OEMs beim Antriebsstrang.

Für den Einbau der Batteriezellen ins Fahrzeug stehen drei Methoden zur Wahl: als separates Batteriemodul, das optimiert für einen Second-Life-Betrieb relativ leicht ausgebaut werden kann, als komplett herausnehmbare Batterie-Schnellwechseleinheit oder als festverbaute, platzsparende Baugruppe aus Batterie und Chassis. Für erstere Variante sprechen vor allem geringe Kosten sowie die einfache Logistik und Beschaffung. Eine Integration ins Fahrzeug-Chassis bringt Vorteile hinsichtlich Volumen und Gewicht. Die Entscheidung für diese Variante muss deutlich früher fallen, da OEMs nicht auf Standard-Module oder -Stacks zurückgreifen können und wollen und meist eigene Plattformen etablieren.

Darüber hinaus hat die Entscheidung für eines der beiden Konzepte weitreichende Auswirkungen auf das Geschäftsmodell. Mit rund 40 Prozent hat die Batterie den größten Anteil an der Wertschöpfung eines Elektroautos, d.h. es macht einen großen Unterschied, welche Teile der Batterie-Wertschöpfungskette ein OEM selbst besetzt. Beim Einsatz von Batteriemodulen sind das nur wenige, da sie in der Regel quasi als Standardkomponente eingekauft werden. Zudem lassen sich diese relativ einfach aus dem Fahrzeug nehmen, sodass andere Dienstleister, z.B. Werkstätten, bei Bedarf einzelne Module austauschen können. Gleichzeitig eröffnen sie damit eine viel größere Möglichkeit zum Second-Life-Betrieb oder zum Recycling, als wenn die Batterie fest ins Chassis integriert ist.

Für den optimalen Betrieb der Batterie im Fahrzeug sorgt das Batteriemanagementsystem. Hier werden die Lade-/Entladeströme und weitere Einflussfaktoren, vor allem die Temperatur, überwacht. Auf Basis

Anzeige



Invented for life

Bosch Sensortec



4-in-1-Umweltsensoreinheit mit Künstlicher Intelligenz

Der BME688 ist die weltweit kleinste 4-in-1-Luftqualitätslösung zur Erfassung von Gasen, Temperatur, Druck und Feuchtigkeit auf nur 3 x 3 x 0,9 mm³.

Der BME688 misst

- ▶ Temperatur - durch die Spannungsänderung einer Siliziumdiode
- ▶ Druck - durch die Widerstandsänderung aufgrund der Dehnung einer dünnen Membran
- ▶ Luftfeuchtigkeit - durch die Änderung der relativen Dielektrizitätskonstante eines Kondensators auf Polymerbasis
- ▶ Gas - durch die Änderung der Leitfähigkeit eines halbleitenden Metalloxids (MOX) aufgrund von Chemisorption und Rea

Beispiele für Anwendungen

- ▶ Messung der Luftqualität in Innenräumen und im Freien
- ▶ Erkennung von Bränden
- ▶ Erkennung von ungewöhnlichen Gasen und Gerüchen, die beispielsweise auf ein Leck oder einen Brand hinweisen können
- ▶ Erkennung von schlechtem Atem oder verdorbenen Lebensmitteln

BME688 technische Daten

Betriebsbereich	Druck: 300...1100 hPa Luftfeuchtigkeit: 0...100% Temperatur: -40...85°C
Versorgungsspannung VDDIO	1.2 ... 3.6 V
Versorgungsspannung VDD	1.71 ... 3.6 V
Gehäusedimensionen	8-Pin LGA mit Metall 3,0 x 3,0 x 0,93 mm ³

bosch-sensortec.com/products/environmental-sensors

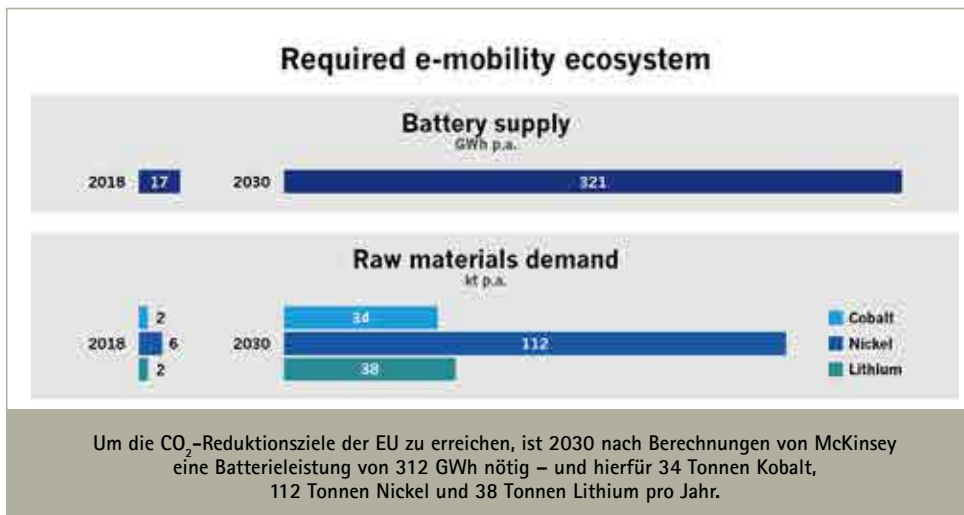


Bild: Rutronik

der Messwerte sorgen im BMS hinterlegte Algorithmen dafür, die Batterie vor schädlichen Einflüssen zu schützen und den Degenerationsprozess gering zu halten.

Häufig kommt hierfür ein Coulomb-Zähler zum Einsatz. Er misst die eingespeiste Ladung und subtrahiert die entnommene Ladung, um auf den Ladezustand sowie die Kapazität und schließlich den Gesundheitszustand (State of Health, SoH) und die Restlebensdauer (Remaining Useful Life, RUL) der Batterie zu schließen. Der SoH besagt, über welche Leistungsfähigkeit und nutzbare Kapazität eine Batterie zum aktuellen Zeitpunkt verfügt. Zum Beispiel hat eine 100-Ah-Batterie mit einem SoH von 80 Prozent eine maximale Kapazität von 80 Ah. Das Lebensende einer Batterie in Elektrofahrzeugen ist üblicherweise mit einem SoH von 70 bis 80 Prozent erreicht.

Die Messungen mit Coulomb-Zählern liefern relativ ungenaue Werte, sodass das ermittelte Lebensende deutlich vom tatsächlichen abweichen kann bzw. die Batterie bei ihrer Entnahme aus dem Fahrzeug nicht mehr die maximale Kapazität hat wie angenommen.

Ähnliches gilt für das Thermomanagement. In aktuellen BMS werden hierfür meist NTC-Thermistoren an neuralgischen Punkten im Batteriepack platziert. Aus den hier ermittelten Werten wird mithilfe thermischer Modelle der Batteriezelle dann auf die Temperatur im Inneren der Batteriezelle geschlossen.

Verlässlichere und präzisere Informationen über den Zustand der Batterie liefert die Impedanzspektroskopie, also die Messung der AC- und DC-Impedanz. Dabei wird die Batterie mit variierendem Strom angeregt, der zusammen mit der resultierenden Spannung zur Impedanz verrechnet wird. So lassen sich Batterie-interne Prozesse, z.B. Ladungstransfer,

Elektroden Degradation oder Diffusion, nichtinvasiv messen, bewerten und Rückschlüsse auf den Zustand der Batterie ziehen. Weil die Batterieimpedanz temperaturabhängig ist, liefert sie zudem präzise Werte zur inneren Temperatur der Zellen als Basis für die Parametrisierung für das Thermomanagementsystem des Fahrzeugs.

Im Fahrzeug und in der Cloud

Um die Sicherheit des Energiespeichers und die Betriebssicherheit des Fahrzeugs zu jeder Zeit und an jedem Ort zu gewährleisten, muss das BMS im Fahrzeug autonom funktionieren, auch ohne Konnektivität zur Cloud – Stichwort Edge Intelligence. Nur dann lässt sich die Batterie jederzeit in einen sicheren Betriebszustand versetzen und ein Thermal Runaway vermeiden. Hierfür müssen die Messdaten im Fahrzeug gespeichert und verarbeitet werden.

Zusätzlich lassen sich alle Batteriedaten in die Cloud senden und für Big-Data-Analysen nutzen. Durch die Auswertung und den Vergleich Tausender von Batterien können die Prozesse hinsichtlich Kapazität und Alterung sowie das thermische Verhalten der Batterie noch besser verstanden werden – und die Batterie wirklich optimal genutzt werden. Das gilt sowohl während des Einsatzes im Elektrofahrzeug als auch danach. Denn der Gesundheitszustand der Batterie entscheidet darüber, wann ihr „erstes Leben“ im Fahrzeug endet und ob sie danach ein „zweites Leben“ (Second Life) erhält, z.B. als Energiespeicher für Photovoltaik- oder Windkraftanlagen, also ob sie recycelt oder vernichtet wird. Die während der Nutzung der Batterie gesammelten Daten bieten also die Möglichkeit, die Batterie für ein weiteres Geschäftsmodell zu nutzen.

Rutronik unterstützt seine Kunden dabei mit umfassendem Know-how und mit den passenden Bauteilen von Infineon. Diese ermöglichen sämtliche Überwachungsfunktionen vom Coulomb-Zähler bis zur DC- und AC-Impedanzmessung.

Recycling oder zweites Leben?

Derzeit gibt es noch keine Konzepte, keine Infrastruktur und keine Geschäftsmodelle, die ein Second Life oder Recycling der Batterien umfassend und in breitem Maßstab unterstützen. Das mag daran liegen, dass der Markt hierfür derzeit kaum vorhanden ist, weil die Elektrofahrzeuge noch zu jung sind. Doch es ist absehbar, dass sich das in wenigen Jahren ändert. Und vor dem Hintergrund der steigenden Nachfrage nach den Batterie-Rohmaterialien verspricht dies ein sehr interessanter Markt zu werden.

Von den sieben Hauptschritten der Wertschöpfungskette bei der Batterieherstellung – vom Abbau des Rohmaterials über dessen Zerlegung in seine Einzelteile, der Vor-Fertigung, Produktion von Teilen wie der Elektrode oder den Zellen bis zur Herstellung von Baugruppen und Assemblierung sowie der Nutzung im Fahrzeug – decken verschiedene Marktteilnehmer jeweils nur einige Teile ab. Lediglich ganz wenige Unternehmen sind am Abbau des Rohmaterials und dessen Zerlegung beteiligt. Dazu gehört beispielsweise der Batteriehersteller CATL, der bis zur Herstellung von Batteriepacks nahezu die gesamte Wertschöpfungskette im Unternehmen abbildet. Von der anderen Seite kommt als einziger Fahrzeughersteller Tesla mit einem ähnlichen Anteil.

Beim Recycling entfallen lediglich zwei Schritte der Wertschöpfungskette: der Abbau des Rohmaterials und dessen Zerlegung. Und es ist ein hochkomplexer und energieintensiver Prozess. Das heißt: Es rechnet sich nur, wenn der Gesundheitszustand der Batterie noch gut genug ist. Deshalb ist das Second Life und Recycling in erster Linie für die Unternehmen ein Geschäftsmodell, die die Daten besitzen, die während der Batterienutzung im Fahrzeug ermittelt wurden. Wer darüber nicht verfügt, kann den Gesundheitszustand mithilfe eines guten BMS aber auch im Nachhinein ermitteln, vor allem wenn Vergleichsdaten einer neuen Batterie vorliegen. Der Aufwand hierfür ist jedoch deutlich höher, weil hier unterschiedliche Datenmodelle aus der ursprünglichen Fertigung vorgehalten werden müssen, um einen A/B-Vergleich machen zu können. ■

Strommessung in Elektrofahrzeugen

Sensor für hohe Ströme und Spannungen

Mit der Elektromobilität wächst der Bedarf an Sensoren für die bidirektionale Messung von Wechsel- und Gleichströmen in Fahrzeugen. Sie sollen effizient, genau, klein und flexibel in der Anwendung sein. Ein neuer Stromsensor erfüllt jetzt alle Anforderungen.

VON RALF HICKL,
PRODUCT SALES MANAGER ABU
BEI RUTRONIK

Immer mehr Anwendungen in Autos beziehen ihre Energie aus einer Batterie – vor allem wenn die Fahrzeuge über einen elektrischen Antrieb verfügen. Gleichzeitig werden die Fahrzeugbatterie und -verbraucher immer leistungsfähiger. Das führt zu höheren Spannungen und Strömen im Bordnetz. Mit den höheren Spannungen gelten andere Normen und Sicherheitsvorschriften, wie die galvanische Trennung zu den anderen Spannungslagen des Bordnetzes, sowie ein höherer Aufwand für Berührungsschutz. Die hohen Ströme führen zu höheren Verlustleistungen in Kabeln und allem, was einen ohmschen Widerstand besitzt. Für Strommessungen erfordert das sehr niederohmige Shunt-Widerstände, die eine hohe Verlustleistung dissipieren können. Sie sind jedoch relativ groß, das bedeutet: viel Material, Gewicht und Kosten.

Um die Batterie und die elektrischen Leitungen des Bordnetzes vor Überlast zu schützen, müssen die Ströme gemessen werden. Denn ein Brand im Kabelbaum kann sich durchaus zum Totalschaden des Fahrzeugs auswachsen. Früher übernahmen Schmelzsicherungen diese Schutzfunktion. Künftig kommen Halbleiter-

schalter zum Einsatz, die bei Überstrom oder Kurzschluss abschalten. Voraussetzung hierfür ist jedoch eine präzise Strommessung. Eine exakte Messung des Stroms benötigen zudem vor allem Traktionsinverter für die Regelung des Antriebs. (Eine Übersicht über verschiedene Konzepte zur Strommessung findet sich in der Ausgabe 1/2021 des Rutronikers ab Seite 44.)

Galvanische Isolation

Mit den unterschiedlichen Spannungsebenen von 12 V, 48 V und Hochvolt im Fahrzeug steigen die Anforderungen an die galvanische Isolation zwischen diesen Ebenen. Vor allem bei hohen Strömen bieten Sensoren, die das vom Strom erzeugte Magnetfeld messen und als analoges Signal weiterleiten, große Vorteile: Im Vergleich zu einer widerstandsbasierten Strommessung über Shunt haben magnetische Sensoren eine deutlich geringere Verlustleistung und sorgen gleichzeitig für eine galvanische Trennung. Besonders für Hochvolt- und Hochstrom-Anwendungen sind das wichtige Merkmale. Denn die Potenzialtrennung gewährleistet Berührungssicherheit, die geringe Verlustleistung eine geringe Eigenerwärmung.

Für diese Herausforderungen hat Infineon jetzt seinen Stromsensor TLE4971 speziell für Automotive-Anwendungen weiterentwickelt: Beim neuen TLE4972 fließt der Messstrom nicht wie beim TLE4971 mit internem Strompfad durch das Gehäuse des IC. Stattdessen platziert man den Sensor kontaktlos nahe der stromführenden Leitung auf dem PCB oder der Stromschiene.

Kernlos und schnell ...

Leistungsfähigere Batteriesysteme ermöglichen höhere Spitzenströme im Normalbetrieb

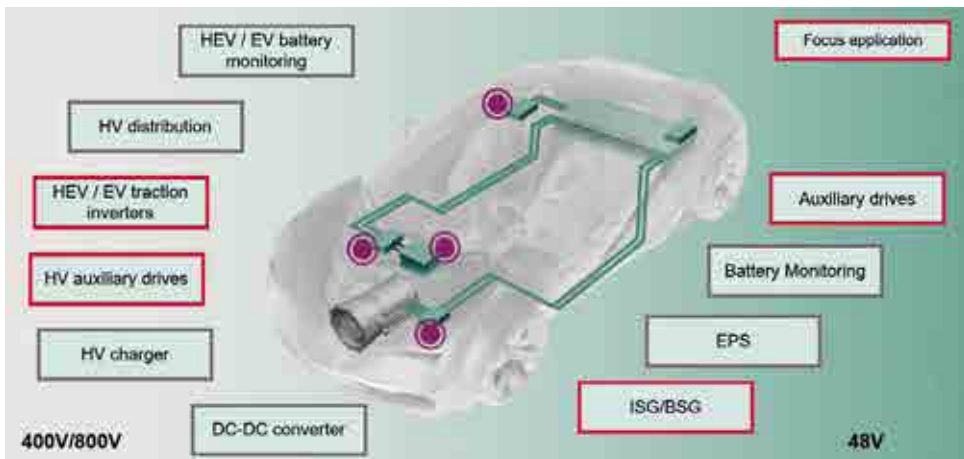


Bild 1: Zielapplikationen des TLE4972-Stromsensors

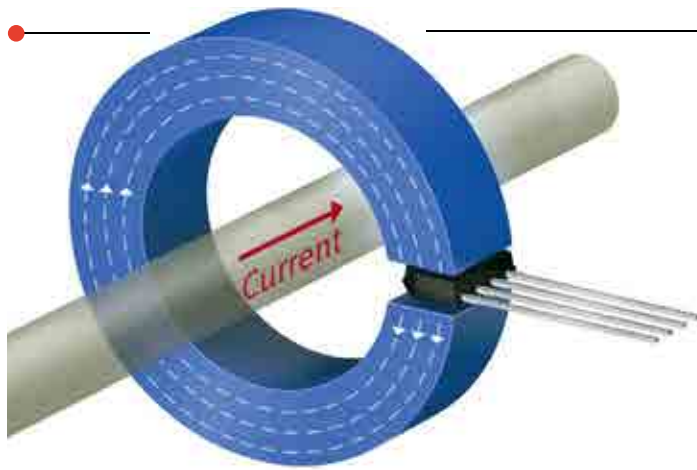


Bild 2: Eine Magnetsensor mit Flusskonzentrator muss großzügig ausgelegt werden, um zu vermeiden, dass er durch einen Kurzschluss permanent magnetisiert und die Übertragungskennlinie des Systems verzerrt wird.

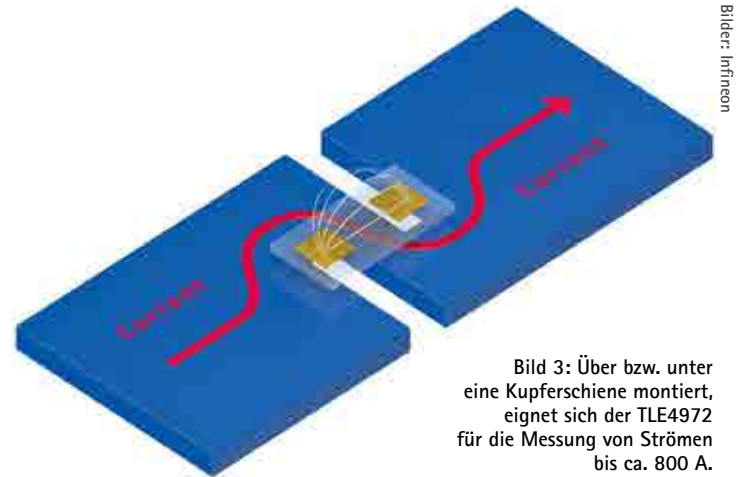


Bild 3: Über bzw. unter eine Kupferschiene montiert, eignet sich der TLE4972 für die Messung von Strömen bis ca. 800 A.

Bilder: Infineon

und im Kurzschlussfall. Falls der Stromsensor über einen Flusskonzentrator mit magnetischem Kernmaterial verfügt, muss dieser entsprechend großzügig ausgelegt werden. Andernfalls könnte ihn ein Kurzschlussstrom permanent magnetisieren und so die Übertragungskennlinie des Systems verzerren (Bild 2). Da der TLE4972 kernlos ist, tritt auch bei Überströmen, wie sie z.B. im Kurzschlussfall auftreten können, keine Sättigung eines Magnetkerns mit nachfolgender Remanenz auf. Das trägt zur hohen Linearität bei und es gibt keine Hysterese in der Übertragungskennlinie.

Vor allem für den Batterie Hauptschalter wird für die Überstrom- oder Kurzschlusserkennung eine schnelle Messung benötigt. Das gewährleistet der TLE4972 durch zwei separate Open-Drain-Ausgänge mit konfigurierbaren Auslöseschwellen und programmierbaren Störimpuls-Filtern. Sie signalisieren Überstrom z.B. an einen Mikrocontroller oder Gate-Treiber. Die typische Reaktionszeit der OCD- (Over Current Detection) Open Drain Output Pins liegt unter 1 μ s. Der große Frequenzbereich des TLE4972 von 0 Hz bis mindestens 120 kHz trägt zur schnellen Überstromerkennung ohne softwarebedingte Latenz bei.

Auch der differenzielle analoge Ausgang stellt eine hohe Bandbreite zur Verfügung und lässt sich damit für die Drehmomentregelung von Antriebsmotoren in elektrischen Fahrzeugen nutzen.

... genau ...

Dank des differenziellen Messverfahrens haben unerwünschte Streufelder, z.B. durch den Stromfluss in benachbarten Leitern, keinen Einfluss auf das Messsignal. Weitere Sensoren auf dem Chip kompensieren zudem die Ein-

flüsse von Temperatur und mechanischer Belastung. So erhöhen sie die Genauigkeit und Stabilität über die gesamte Lebensdauer des Bausteins nochmals. Das Datenblatt nennt eine Messgenauigkeit von unter 2 Prozent über die Temperatur und Lebensdauer.

Der Messbereich des TLE4972 ist skalierbar durch Software-Konfigurierung und die mechanische Konstruktion des Gesamtsystems.

Das Gesamtsystem, also der Sensor plus Stromleiter auf dem PCB oder der Stromschiene, lässt sich nach dem Zusammenbau kalibrieren; so können Fertigungstoleranzen ausgeglichen werden. Die Kommunikation erfolgt über den A_{out} -Pin bei Power On.

... sicher ...

Infineon hat den TLE4972 gemäß der Automotive-Norm für funktionale Sicherheit ISO 26262 entwickelt. Dank des hohen Abdeckungsgrades der Eigendiagnose erfüllt der Sensor die Anforderungen an ein Safety Element out of Context (SEooC) für funktionale Sicherheit nach ASIL B. Der TLE4972 empfiehlt sich deshalb besonders für den Einsatz in Applikationen, die einen hohen Grad an funktionaler Sicherheit erfüllen müssen. Die entsprechende Dokumentation erhalten Entwickler auf Anfrage bei Infineon. Mit diesen Daten können sie die Zuverlässigkeit ihres Gesamtsystems leichter berechnen und schneller nachweisen.

... und flexibel

Der TLE4972 liefert Messwerte in analoger Form. Der Ausgang ist konfigurierbar als differenziell, semidifferenziell oder single-ended. Für den Single-Ended-Ausgangsmodus impor-

tiert der Sensor seine Referenzspannung von außen, z.B. von einem angeschlossenen Analog/Digital-Wandler (ADC). Im semidifferenziellen Modus exportiert er seine interne V_{ref} an einen Pin, z.B. zur Verwendung für einen angeschlossenen ADC. Das wirkt Gleichtaktstörungen entgegen, solange diese über die Dauer der Wandlungszeit konstant sind.

Im differenziellen Betrieb liefert der TLE4972 zwei gegenphasige Ausgangssignale. Diese Betriebsart in Verbindung mit einem ADC, der über differenzielle Eingänge verfügt, verspricht beste Unterdrückung von Gleichtaktstörungen auf dem analogen Übertragungsweg. In dieser Hinsicht passt der TLE4972 besonders gut zu Infineons Programmable System on Chip (PSoC) der Baureihen 4, 5 und 6. Denn sie verfügen über 12-bit-ADCs mit differenziellen Eingängen und teilen den Versorgungsspannungsbereich um 3,3 V mit dem Sensor.

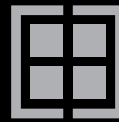
Zwei Gehäusevarianten

Der TLE4972 kommt in zwei Gehäusevarianten: Im TDSO-16 eignet er sich zur Messung von Strömen bis ca. 400 A, die durch Leiterbahnen auf oder in einer üblichen mehrlagigen Platine fließen. Für Ströme bis ca. 800 A empfiehlt Infineon die Montage über einer Kupferschiene mit vorgegebener Geometrie (Bilder 3, 4).

Bei Strömen zwischen 400 A und 2 kA ist der TLE4972 im Gehäuse TSON-6 ideal. Mit den Abmessungen 4,5 mm \times 3,5 mm lässt er sich auch senkrecht im Ausschnitt in einer Stromschiene einbauen.

Support vom Hersteller

Infineon unterstützt Entwicklungen mit dem TLE4972 durch ein neues Simulationswerk-



zeug, das online auf Infineons Collaboration Platform verfügbar ist (Freischaltung nötig). Zudem bietet der Hersteller vier Evaluation Boards für verschiedene Messbereiche an: TLE4972 EVAL STD PCB (bis ca. 200 A), TLE4972 EVAL INLAY (bis ca. 400 A), TLE4972 EVAL LAT BAR (bis ca. 580 A), TLE4972 EVAL VER (bis ca. 830 A).

Fazit

Der TLE4972 ist ein Baustein zur potenzialfreien Messung hoher bidirektionaler Ströme. Er signalisiert von sich aus zusätzlich Überstrom und erfüllt ASIL B als SEooC. Damit ist der Sensor besonders für die Regelung von Motorsteuerung geeignet. Zudem kann er in Verbindung mit den analogen und digitalen Features eines PSoC die Elektronik für eine elektronische Hochvoltsicherung elegant implementieren.

Die Experten der Rutronik Automotive Business Unit (ABU) sehen den Baustein in zahlreichen Zielapplikationen für die Strommessung

- in Motorphasen bei BLDC-Antrieben für Traktion, Hilfsantriebe, E-Turbo, Integrated Starter/Generator, Belt Starter/Generator und
- im High-Side-Pfad von elektronischen Sicherungen, Batteriemanagementsystemen (BMS) und Batterie- oder Lasttrennschaltern. ■

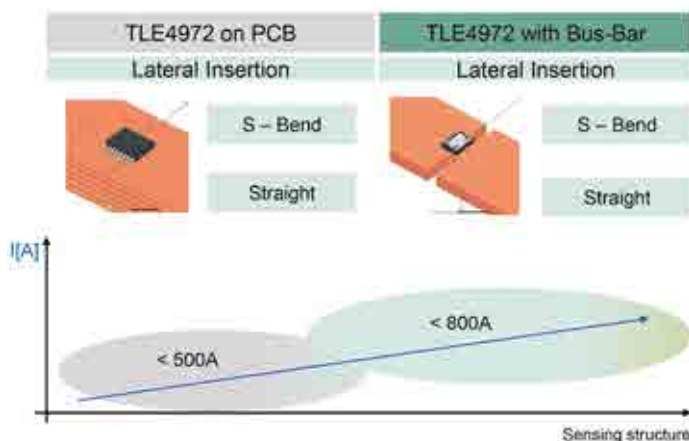


Bild 4: Mit zwei Gehäusevarianten bietet der TLE4972 verschiedene Montageoptionen. Damit eignet er sich zur Messung von Strömen von 200 A bis 800 A.



HIGHTECH-BAUELEMENTE für Ihre Innovationen

Als einer der führenden Distributoren für elektronische Bauelemente bieten wir Ihnen weltweit ein breites Produktportfolio, kompetente technische Unterstützung bei Produktentwicklung und Design, individuelle Logistik-Lösungen sowie umfangreiche Serviceleistungen.

- Semiconductors
- Displays & Monitors
- Passive Components
- Boards & Systems
- Electromechanical Components
- Storage Technologies
- Wireless Technologies

Informationen zu RUTRONIK:
Tel. +49 (0) 7231 801-0 | rutronik@rutronik.com

www.rutronik.com



Spannungsschutz im Fahrzeug

Damit die Spannung nicht zu groß wird

In Fahrzeugen können kurzzeitig hohe Spannungen auftreten. Und schon wenige Volt über dem spezifizierten Wert reichen aus, um hochsensible ICs zu schädigen. Ein adäquater Schutz vor elektrostatischen Entladungen (ESD), Load-Dump-Impulsen und Transienten ist deshalb unabdingbar.

VON EMILIA MANCE,
PRODUCT SALES MANAGER STANDARD
PRODUCTS BEI RUTRONIK

In aktuellen Fahrzeugen ist die gesamte Bordelektronik mit der Autobatterie und der Lichtmaschine verbunden (Bild 1). Die Lichtmaschine erzeugt als Drehstrom-Generator eine Wechselspannung, die über Gleichrichterdiolen in eine pulsformige Gleichspannung umgewandelt wird. Ihre Höhe schwankt, denn sie hängt u.a. von der Drehzahl des Generators (Motors) und vom aktuellen Strombedarf durch Verbraucher wie Scheibenheizung, Licht, Infotainment-Anlage ab.

Um die Bordspannung und Ladespannung möglichst konstant zu halten und das Bordnetz vor Überspannungen zu schützen, werden Spannungsregler eingesetzt. Sie bestehen im Wesentlichen aus Hochleistungs-Zener-Dioden.

Je nach Betriebszustand des Fahrzeugs können allerdings viele weitere elektrische Stö-

rungen im Bordnetz hinzukommen. Zum Beispiel ist es möglich, dass am Anlasser Spannungsschwankungen zwischen 8 und 16 Volt auftreten oder dass das Schalten eines Relais oder ein Wackelkontakt zu sehr kurzen Transienten mit deutlich erhöhten Spannungen führt. Ohne Gegenmaßnahmen würden sich diese Transienten über die Stromleitung übertragen und Fehlfunktionen elektronischer Bauteile und Sensoren oder gar dauerhafte Schäden an der Fahrzeugelektronik verursachen.

Load-Dump-Impulse haben sehr hohe transiente Spitzen

Die größte Gefahr geht von Load-Dump-Impulsen aus, denn sie belasten das Netz durch große transiente Spitzen mit einer Dauer von mehreren Millisekunden. Diese entstehen,

Bild: Rutronik

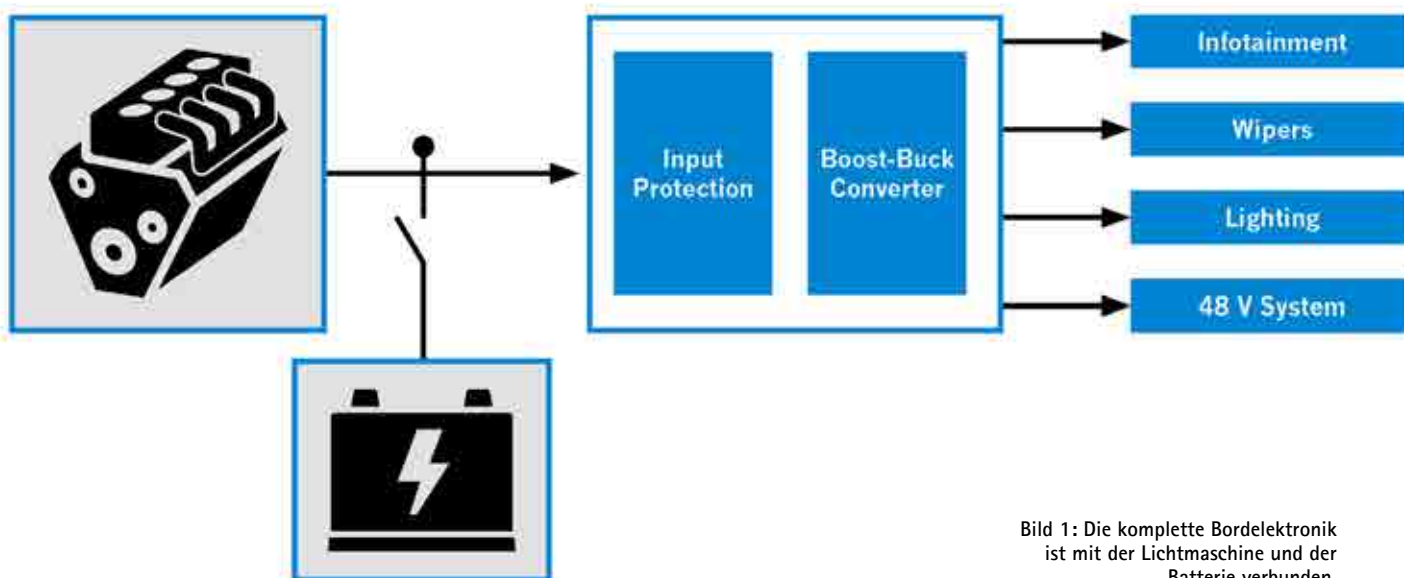


Bild 1: Die komplette Bordelektronik ist mit der Lichtmaschine und der Batterie verbunden.



Bild 2: In fast allen Fahrzeugsystemen werden Dioden zum Schutz vor Überspannung eingesetzt.

wenn bei laufender Lichtmaschine die Batterie abgeklemmt wird oder die Verbindung durch Korrosion abbricht. Dann treibt die Lichtmaschine die Bordnetzspannung aufgrund mangelnder Belastung auf extrem hohe Werte. Die hohe Wicklungsinduktivität der Lichtmaschine sorgt dafür, dass es relativ lange dauert, bis die geänderten Lastbedingungen wieder geregelt sind – rund tausendmal länger als bei einem Transil-Impuls.

Die Norm ISO 7637-2 beschreibt Spannungsspitzen, die in den elektrischen Systemen eines Fahrzeugs auftreten können. Sie klassifiziert fünf Arten von Impulsen mit unterschiedlicher Amplitude und Länge (E1 bis E5). Die Load-Dump-Impulse gehören zur Kategorie E5. Sie werden weiter unterschieden in den Impuls 5a ohne (Bild 3) und 5b mit zentralem Load-Dump-Schutz (Bild 4).

Um den Schutz vor Load Dumps nachzuweisen, müssen elektronische Systeme für Kraftfahrzeuge den entsprechenden Test bestehen, wie er in der Norm ISO 16750 festgelegt ist (ISO-16750-2 5b). Hierfür ist der Einsatz einer TVS- (Transient Voltage Suppressor) Diode zwingend nötig. Sie begrenzt den Lastabfallstromstoß des ISO-16750-2-Impulses 5b auf

eine maximale Klemmspannung und verhindert so Schäden in der Fahrzeugelektronik.

Zentrale Klemmspannung zu hoch für andere Komponenten

Ist die zentralisierte, integrierte Klemmspannung U_S^* der TVS-Diode an bzw. in der Lichtmaschine zu hoch für einen angemessenen Schutz der nachfolgenden elektronischen Komponenten, muss eine lokale TVS-Diode mit niedrigerer Klemmspannung eingesetzt werden. Die zentralisierte, integrierte TVS-Diode wird überbrückt oder kurzgeschlossen, ohne dass hier Energie für den Load Dump abgeleitet wird. Infolgedessen wird die gesamte Load-Dump-Energie an der TVS-Diode mit der niedrigeren Klemmspannung abgeleitet, weil deren Klemmen bereits früher einsetzt. Das Ergebnis ist eine Pulsform, die dem 5a-Puls nach ISO 16750-2 (ohne zentralisierten Load-Dump-Schutz) entspricht.

Da der Puls besonders energiereich ist und bis zu 400 ms dauern kann, sind hierfür TVS-Dioden mit hoher Energie erforderlich. Im Portfolio von Rutronik findet sich eine Reihe von TVS-Dioden verschiedener Hersteller für den

sekundären Transienten-Spannungsschutz, die der Norm ISO7637-2 entsprechen:

- Littelfuse: Familien SLDXX, TPSMXX, SZXX...
- Vishay: Familien SM5, SM6, SM8 ...
- Diotec: Familien 6.6SM8Z, LDP, 5KP ...

Die TVS-Dioden der Serie SLDXX von Littelfuse wurden speziell für den Schutz gegen Beschädigungen durch Schalten induktiver Lasten und Generatoren-Load-Dump entwickelt. Sie überzeugen mit einer schnellen Reaktionszeit von unter 1 ps von 0 Volt bis BVmin, ihr robustes, axial bedrahtetes P600-Gehäuses entspricht dem Industriestandard.

Bei der Auswahl einer Load-Dump-Schutzdiode sind einige Parameter zu beachten, die von der jeweiligen Applikation abhängen: Aus dem Innenwiderstand R_i der Lichtmaschine ergibt sich der Kurzschlussstrom I_{pp} , I_{pp} multipliziert mit der Klemmspannung V_{cl} , auf die der Load Dump reduziert werden muss, ergibt die Verlustleistung, welche die Schutzdiode verkraften muss.

Zentrale Klemmspannung innerhalb des Bereichs der lokalen TVS-Diode

Liegt die zentralisierte, integrierte Klemmspannung der TVS-Diode in der Lichtmaschine hingegen innerhalb des Spannungsbereichs der lokalen TVS-Diode, gilt der Impuls 5b, also mit zentralem Load-Dump-Schutz. Dann fallen geringere Load-Dump-Leistungen an der lokalen TVS-Diode an. In diesem Fall sollte die Arbeitsspannung der lokalen TVS-Diode etwas höher sein als die Klemmspannung der zentralen Klemmspannung. Hierfür empfehlen sich die Serien TPSMB, TPSMC, TPSMD sowie SZ1SMB, SZP6SMB, SZ1SMC und SZ1.5SMC von Littelfuse. ■

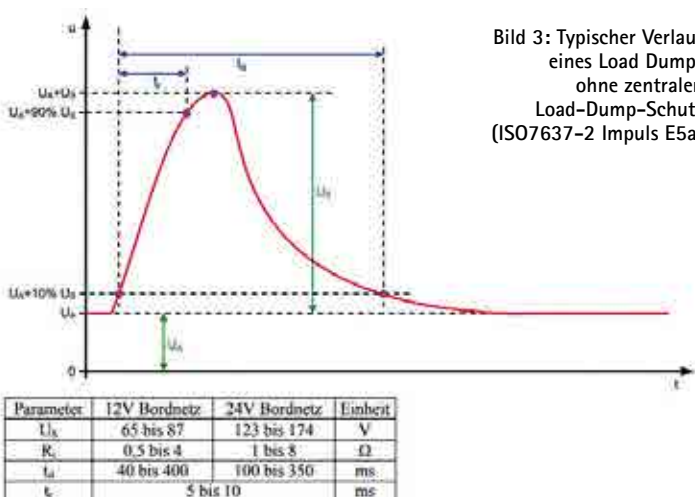


Bild 3: Typischer Verlauf eines Load Dumps ohne zentralen Load-Dump-Schutz (ISO7637-2 Impuls E5a)

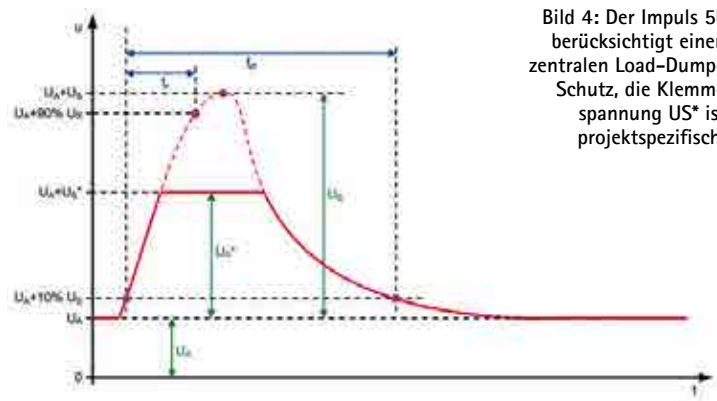


Bild 4: Der Impuls 5b berücksichtigt einen zentralen Load-Dump-Schutz, die Klemmspannung U_S^* ist projektspezifisch.

Mobilität der Zukunft

Die Bedürfnisse der zukünftigen Mobilität verstehen

In den nächsten zehn Jahren wird sich der Automobilmarkt stark verändern; einige der aufregendsten Technologien machen Elektroautos sowie künftig auch fahrerlose oder autonome Fahrzeuge erst möglich. Der Artikel wirft einen Blick unter die glänzende Karosserie, um herauszufinden, was die Zukunft der Mobilität an- und vorantreibt.

VON MARKO MILOSEVIC, PRODUCT SALES MANAGER CONNECTORS BEI RUTRONIK, UND WOLF MARTIN NEUGEBAUER, DISTRIBUTION CORPORATE ACCOUNT MANAGER EUROPE BEI MOLEX

Zu den offensichtlichsten Veränderungen zählt die neue Energiequelle von Fahrzeugen. Die Verbrauchernachfrage nach Alternativen zu fossilen Brennstoffen wächst, und die Auswirkungen der CO₂-Emissionen durch den Verkehr auf die Umwelt sind besorgniserregend. Daher haben sich zahlreiche Regierungen und Hersteller verpflichtet, benzinbetriebene Fahrzeuge sukzessive durch Hybrid- und Elektroautos zu ersetzen.

Dank der längeren Lebensdauer und kürzeren Ladezeiten der Batterien nehmen sie jetzt einen Platz im Mainstream der Automobilindustrie ein. Doch die verbesserte Batterieleistung ist nicht die einzige Innovation, die das Elektrofahrzeug zur Realität werden lässt. In Rennwagen werden seit einigen Jahren Systeme zur

Rückgewinnung der kinetischen Energie eingesetzt, um die beim Bremsen freigesetzte Energie zum Aufladen der Bordbatterien zu nutzen. Hersteller von PKWs haben sie inzwischen übernommen, um die Reichweite ihrer Elektrofahrzeuge zu erhöhen.

Gut vernetzt

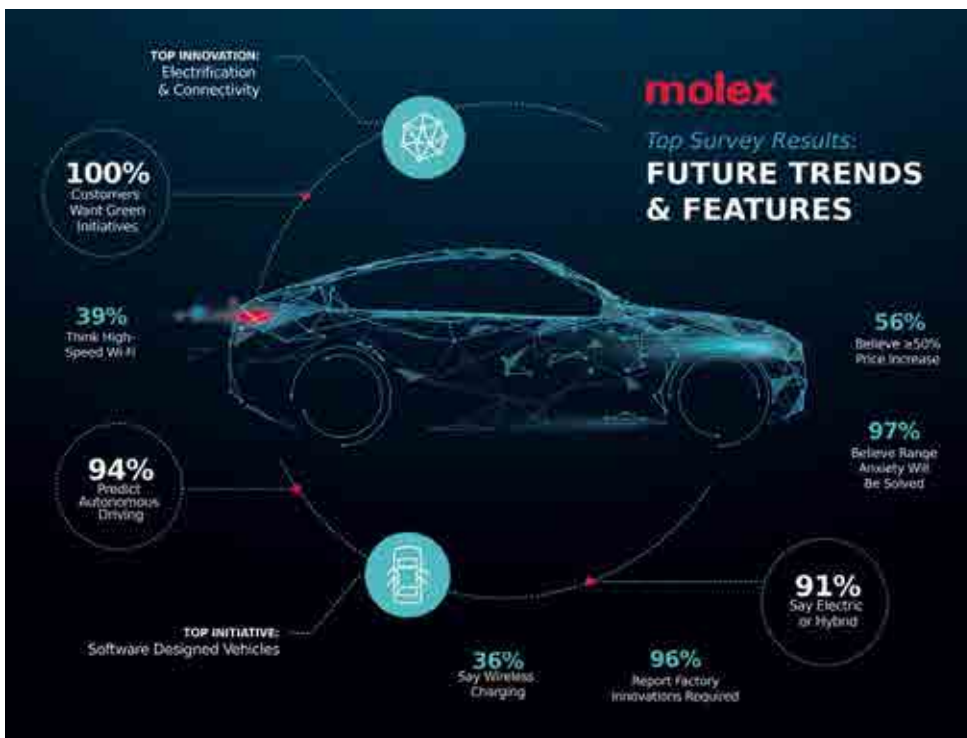
Die nächste Generation von Fahrzeugen wird Teil eines ganzheitlichen Netzes sein. So nutzen Infotainment-Systeme schon seit Jahren GPS-Signale und in jüngerer Zeit auch Informationen aus externen Quellen, um den Fahrern Verkehrshinweise zu geben.

Doch erst die Einführung der 5G-Konnektivität wird das Auto wirklich zu einem vernetzten Gegenstand machen. Die Hochgeschwindigkeitskommunikation mit hoher Bandbreite ermöglicht die Kommunikation zwischen Fahrzeugen (Vehicle-to-Vehicle, V2V) und Software Updates aus der Ferne, sodass die Autos die neueste Technologie nutzen, ohne zu einem Service Center gebracht werden zu müssen.

Auch die Wartung wird zielgerichteter und kostengünstiger. Denn fahrzeuginterne Systeme werden den Zustand des Fahrzeugs überwachen und über die 5G-Technologie in Echtzeit mit dem Hersteller kommunizieren. Vorbeugende Wartung wird genau dann durchgeführt, wenn sie notwendig ist, und potenzielle Probleme lassen sich erkennen, bevor es zum Schadensfall kommt.

Die Umfrage von Molex unter Herstellern und Zulieferern der Automobilbranche hat interessante Ergebnisse geliefert.

Bild: Molex



Dies führt zu einer weiteren Idee: dem Millionen-Meilen-Auto. Aus mechanischer Sicht sind Elektrofahrzeuge viel einfacher als herkömmliche, benzinbetriebene Autos, sie haben weniger bewegliche Teile und weniger Hochdrucksysteme. Die Folge: Sie haben einen geringeren Verschleiß. Zusammen mit der Fernüberwachung des Wartungsbedarfs wird das den neuen Fahrzeugen eine weitaus längere Lebensdauer verleihen als bisherigen Modellen, so die Ansicht einiger Branchenexperten.

Autonom dank Sensoren

Das autonome Fahrzeug ist gleichzeitig eine der wünschenswertesten und eine der komplexesten Entwicklungen in der Automobilindustrie. Verbraucher werden nicht bereit sein, ihr Leben einer Technologie anzuvertrauen, die noch nicht erprobt ist. Damit ein Auto selbst fahren kann, muss die Technologie in der Lage sein, die äußere Umgebung zu verstehen und mit ihr zu interagieren. Sie muss alle potenziellen Gefahren erkennen und wissen, wie sie zu vermeiden sind, um sofort notwendige Maßnahmen zu ergreifen.

Hierfür ist eine Reihe verschiedener Sensoren nötig, die die Umgebung erfassen, vor allem eingebettete Bildverarbeitungssysteme zusammen mit Radar und Lidar. Die Bordelektronik muss eine riesige Menge an Daten sammeln und nahezu in Echtzeit verarbeiten, sodass das Fahrzeug innerhalb kürzester Zeit darauf reagieren kann.

Dank 5G-Kommunikation werden Fahrzeuge diese Daten mit anderen Verkehrsteilnehmern oder Elementen austauschen – die sogenannte V2X-Kommunikation (Vehicle-to-X, wobei „X“ für Fußgänger, Radfahrer oder die Verkehrssteuerung einer intelligenten Stadt steht). Dies soll zusätzliche Sicherheit für autonome Fahrzeuge schaffen, indem potenzielle Gefahren erkannt und an die Cloud weitergegeben werden, sodass andere Fahrzeuge autonom darauf reagieren können.

Die Nutzung von cloudbasierten Datendiensten wird zwar zu einem sichereren Fahrverhalten führen, doch Voraussetzung ist eine möglichst geringe Latenz zwischen Erkennung und Entscheidung. Das bedeutet, dass jedes Fahrzeug über eigene Intelligenz verfügen muss, um schnell handeln zu können. Hier kommt das Konzept des Edge Computing in der Automobilwelt zum Tragen. Edge Computing bringt die Rechenleistung in die Nähe des Punktes, an dem sie benötigt wird – an den Rand des Netzwerks. Diese Art der Onboard-Verarbeitung wird in den Autos von morgen unerlässlich sein.

Den Anschluss nicht verlieren

Alle Systeme und Anwendungen, die die neue Mobilität ermöglichen, müssen im Fahrzeug miteinander verbunden werden – und zwar mit ebenso intelligenten wie platzsparenden Lösungen. Für kompakte Systeme mit einem Raster von 2,00 mm oder 1,25 mm sind zwei Serien von Molex interessant.

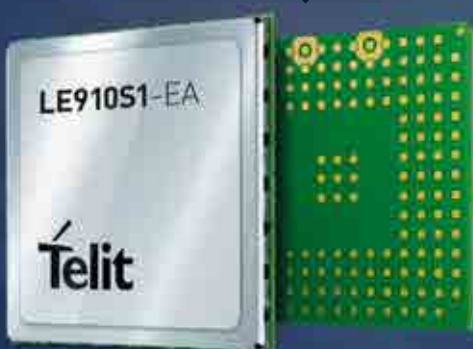
Das DuraClik-Steckverbindersystem mit einem 2,00-mm-Raster ist für den Einsatz bei starken Vibrationen und hohen Temperaturen geeignet und ermöglicht hochzuverlässige elektrische Kontakte sowie sehr haltbare Steckverbindungen auf wenig Platz. Die Steckverbinder sind in verschiedenen Polzahlen erhältlich. – Die PicoBlade-Standard-Steckverbinder mit einem Raster von 1,25 mm bieten eine einfache und trotzdem sichere Verriegelung, die wenig Platz benötigt und das Risiko einer versehentlichen Trennung der Verbindung durch Erschütterungen oder falsche Handhabung verringert. Die PicoBlade-Steckverbinder sind als Wire-to-Board- und Wire-to-Wire-Verbindung verfügbar. Die Mizu-P24 ist eine der kleinsten wasserdichten Draht-zu-Draht-Lösungen. Die Mini50 wurde speziell für Verbindungen innerhalb oder außerhalb eines Fahrzeugs entwickelt und steht als versiegelte oder nicht versiegelte Variante zur Wahl. Aufgrund ihres kleinen Formfaktors und der kleinen Anschlüsse eignet sich die Mini50-Serie vor allem für Schwachstromkreise. Hinzu kommen verschiedene kompakte und leistungsfähige Antennenlösungen, die Molex für alle Standard-Antennenprotokolle und -frequenzen in vielen Formfaktoren anbietet.

Um die neuesten Trends zu erkennen, hat Molex eine Umfrage unter Herstellern und Zulieferern durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen eine Branche, die neueste Technologien nutzt, um Lösungen für die Mobilität der Zukunft zu schaffen. Die Ergebnisse finden sich unter experience.molex.com/electronic-solutions/whats-next-in-the-automotive-industry/ ■

Anzeige

Enabling High Performance for Affordable LTE Cat 1 IoT Applications

Migrate with Ease from 2G and 3G to 4G LTE with Telit's LE910S1-EA Module



- ▶ LTE FDD Cat 1 3GPP Rel 9 compliant
- ▶ Uplink up to 5 Mbps and downlink up to 10 Mbps
- ▶ 2G fallback
- ▶ Single LTE antenna
- ▶ Optional GNSS receiver
- ▶ VoLTE support
- ▶ Compact form factor



E-Mobility Boom

Die dritte Revolution der Automobilindustrie

Vor rund 135 Jahren rollte das erste Automobil über die Straßen. Seitdem hat die Auto-Industrie bereits zwei Revolutionen erlebt und steckt mitten in der dritten. Alle Marktteilnehmer müssen sich den Veränderungen anpassen. Das geht am besten mit Partnern.

VON UWE RAHN, DIRECTOR AUTOMOTIVE BUSINESS UNIT BEI RUTRONIK

Die erste Revolution der Automobilindustrie löste Henry Ford aus: Er führte zu Beginn des 20. Jahrhunderts mittels Standardisierung und Arbeitsteilung die Massenfertigung ein. Ende des 20. Jahrhunderts gab der japanische Produktionsingenieur Taiichi Ohno mit der „schlanken“ Produktion – auch bekannt als Kanban-System oder Kaizen – Autobauern die Möglichkeit, eine diversifizierte Modellpalette anzubieten. Heute lässt sich nicht eine Person als Revolutionsführer identifizieren; vielmehr sorgen verschiedene technologische und gesellschaftliche Veränderungsprozesse für markterschütternde Umwälzungen. Einer der wichtigsten ist der Trend zur Elektromobilität.

Lange Zeit waren Hersteller beim Umstieg auf Elektroantriebe ebenso zurückhaltend wie ihre

Kunden. Das hat sich jetzt grundlegend geändert: Der Anteil der Hybrid- und Elektrofahrzeuge an den Neuzulassungen ist in Deutschland innerhalb nur eines Jahres nahezu explodiert: von drei (2019) auf 13,5 Prozent (2020). Rund 600.000 dieser Fahrzeuge sind inzwischen auf hiesigen Straßen unterwegs.

Staatlich geförderte Verkehrswende

Für diesen E-Mobility-Boom gibt es einige Gründe: In Deutschland beispielsweise hat die Regierung die Innovationsprämie bis 2025 verlängert; sie hält bis zu 9000 Euro Zuschuss für E-Auto-Käufer bereit. Zudem sind Elektrofahrzeuge bis zu zehn Jahre steuerbefreit (bei Zulassung bis Ende 2025 und max. bis Ende

2030). Ein Plus von 174 Prozent bei Förderanträgen für vollelektrische Fahrzeuge (BEV) und 428 Prozent für Plug-in-Hybride (PHEV) seit 2016 zeigt, dass die staatlichen Förderungen greifen.

Das gilt auch für das Dienstwagen-Segment, das zumindest in Deutschland eine wesentliche Rolle spielt. Der geldwerte Vorteil, den Dienstwagenfahrer bei privater Nutzung eines Firmenfahrzeugs versteuern müssen, ist bei Plug-in-Hybriden und Elektrofahrzeugen mit CO₂-Emissionen von bis zu 50 g/km nur halb so hoch wie bei einem Verbrenner, bei reinen Elektrofahrzeugen, die lokal emissionsfrei fahren, sogar nur ein Viertel.

Einen zusätzlichen finanziellen Anreiz finden Hybrid- und Elektroauto-Fahrer an der Ladesäule. Die steigenden Kraftstoffpreise sorgen dafür, dass Laden weiterhin deutlich günstiger ist als Tanken. Dieser Unterschied wird sich wohl noch vergrößern: Benzin und Diesel werden sich aufgrund des steigenden CO₂-Preises bis 2024 um bis zu 30 Cent pro Liter weiter verteuern.

Steigende Beliebtheitswerte

Gleichzeitig ist die gesellschaftliche Akzeptanz für die Elektromobilität deutlich gestiegen. Sie wird immer weniger skeptisch beäugt, sondern als innovativer Beitrag zu nachhaltiger und klimaschonender Mobilität wahrgenommen. Und die Reichweitenangst schwindet dank deutlich ausgebauter Ladeinfrastruktur.



Bild: hkanaj/stockadobe.com

Ähnliches ist rund um den Globus zu beobachten. Laut VDA (Verband deutscher Automobilzulieferer) wird der Anteil an elektrifizierten Fahrzeugen weltweit von knapp fünf Prozent im Jahr 2020 auf über 31 Prozent im Jahr 2026 steigen. Dabei sieht der Verband sowohl kurz- als auch langfristig das größte Marktpotenzial bei Klein- und Kleinstwagen. Ihnen wird für das Jahr 2030 ein Anteil von 55 Prozent prognostiziert, während auf Mittelklasse-Fahrzeuge nur noch 22 Prozent und auf die Ober- und Luxusklasse 19 Prozent entfallen sollen. Das kommt auch den Automobilunternehmen entgegen, die mit Kleinwagen am ehesten die CO₂-Flottengrenzwerte erfüllen können.

Andere Länder, anderes Tempo

Ein weiterer Treiber auf Anbieterseite sind die Verkaufsverbote für Verbrennungsmotoren, wie sie z.B. in Großbritannien, Dänemark, Irland und Schweden ab 2030 gelten, sowie CO₂-Flottengrenzwerte. Gleichzeitig geben immer mehr OEMs eigene Ausstiegsdaten vor: Ford will in Europa ab 2030 nur noch vollelektrische PKW anbieten, VW plant das für spätestens 2035. Volvo will ab 2030 ausschließlich reine E-Autos bauen. Von Audi soll der letzte neue Verbrenner 2026 auf den Markt kommen. Die Ingolstädter haben zudem das Aus für Hybride beschlossen und setzen dann komplett auf vollelektrische Fahrzeuge.

Aus der Entwicklung von Verbrennungsmotoren steigen OEMs schon entsprechend früher

aus, die Investitionen fließen nun in die Elektromobilität: Nach Angaben des ZVEI sind das 300 Milliarden Euro von 29 OEMs weltweit – 45 Prozent davon allein in China.

Noch dominieren Europa und China den Automotive-Markt, doch das größte Wachstum findet in China statt. Dort wird an einer sogenannten neuen Infrastruktur gearbeitet, die neben den Elektrofahrzeugen auch die Ladeinfrastruktur mit High-Power-Ladesäulen umfasst.

Elektronik-Sourcing als kritische Größe

Die Elektromobilität, aber auch andere KFZ-Applikationen, sorgen für einen wachsenden Anteil an elektronischen Komponenten im Fahrzeug. Sie finden sich vermehrt im Antriebsstrang, in Infotainment- und Diebstahlschutz-Applikationen, in Chassis und Karosserie sowie Insassenschutz.

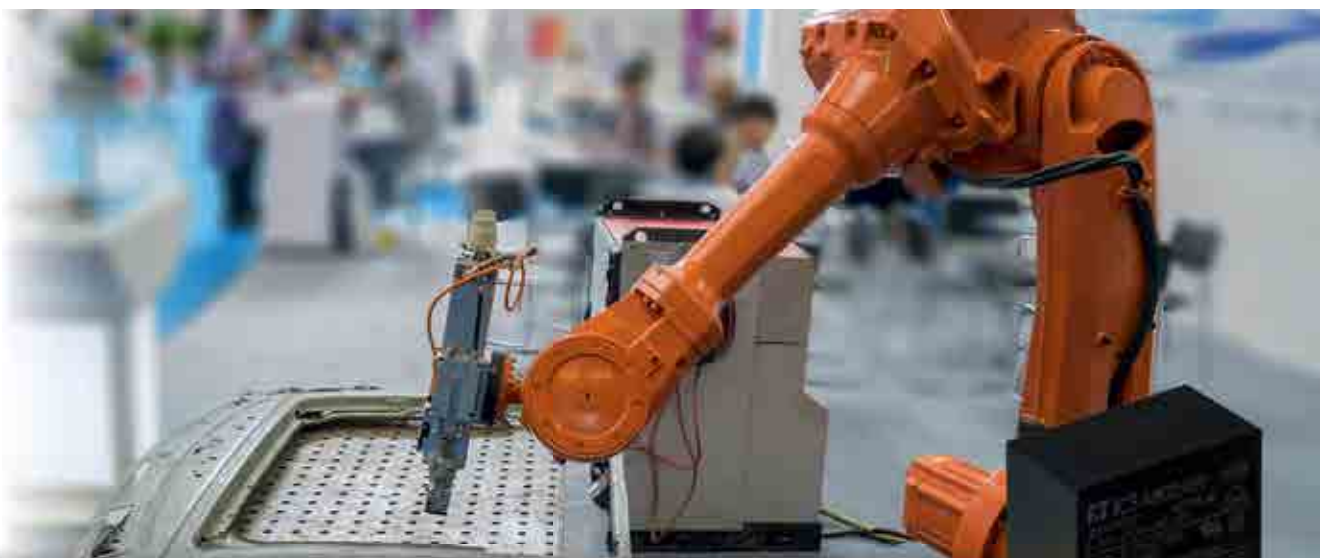
Roland Berger hat errechnet, dass sich der Anteil der elektronischen Komponenten an den Materialkosten aller Bauteile von aktuell 16 in einem teilelektrisierten auf 35 Prozent in einem vollelektrisierten Oberklasse-Fahrzeug steigern wird. Das weltweite Marktvolumen an KFZ-Halbleitern wird von 50,2 im Jahr 2019 auf 65,1 Milliarden US-Dollar im Jahr 2024 anwachsen. Das bedeutet: Elektronik-Sourcing wird immer mehr zur kritischen Größe in der Wertschöpfungskette des Automobils. Langfristige Partnerschaften sind hier ein Schlüssel zum Erfolg.

Spezifische Automotive-Unterstützung vom Distributor

In einem derart volatilen Umfeld sind starke Partner wichtiger denn je. Rutronik hat die Zeichen der Zeit früh erkannt und bereits 2015 die Automotive Business Unit (ABU) gegründet. Sie konzentriert sich ausschließlich auf die Entwicklungen in der Automobilelektronik – zu denen neben der Elektromobilität auch das autonome und vernetzte Fahren gehören. Mit fundiertem Produkt- und Applikations-Know-how agieren die Experten der ABU als neutraler Berater für Engineering und Fertigung sowie als Mittler zwischen OEMs, Zulieferern und Dienstleistern. Gemeinsam mit Partnern aus der Halbleiterindustrie entwickelt die ABU innovative Referenzdesigns für Automotive-Applikationen, um Kunden eine kurze Entwicklungszeit und eine schnelle Time To Market zu ermöglichen. In dieser „Rutroniker“-Ausgabe stellen wir auf Seite 63 ein Referenzdesign für einen Hochvolt-Trennschalter vor, das die ABU gemeinsam mit der Automotive-Sparte von Vishay entworfen hat. Als Plattform für einen noch intensiveren Austausch zwischen Entscheidern von OEMs, Tier-Ones und Tier-Twos sowie Engineering-Dienstleistern, Komponentenherstellern und Auftragsfertigern (EMS) hat die ABU die Automotive Executive Community (AXC) ins Leben gerufen. Im persönlichen Austausch oder auf exklusiven Veranstaltungen stehen auch hier Lösungen für die kommenden Herausforderungen in der Automobilelektronik im Fokus. ■

Anzeige

Fujitsu
Industrial
Relays



FUJITSU

shaping tomorrow with you

Producing relays for more than 100 years, makes FUJITSU the experienced and reliable partner for your industrial relay applications.

[fujitsu.com/components](https://www.fujitsu.com/components)

Hilfsstromversorgung für EV-Ladegeräte

Wandler für die Elektromobilität

Die Elektronik von Ladegeräten für Elektrofahrzeuge arbeitet in einer rauen Umgebung, deshalb müssen alle Zusatzstromversorgungen für die entsprechende Überspannungskategorie und einen weiten Temperaturbereich ausgelegt sein. Zudem gilt für die hier eingesetzten AC/DC- und DC/DC-Wandler: Sie sollen effizient und kostengünstig sein.

VON AXEL STANGL, PRODUCT SALES MANAGER POWER UND LINE MANAGER FÜR RECOM BEI RUTRONIK,
UND
STEVE ROBERTS, BSC., MSC., INNOVATION MANAGER RECOM

Zu wenige Ladesäulen galten lange als Hindernis für die Verbreitung von Elektrofahrzeugen. Ein umfangreicher Ausbau der Ladeinfrastruktur macht nun den Weg frei, zumindest in vielen Ländern. So hat China allein im Dezember 2020 112.000 öffentliche Ladepunkte installiert – mehr als das gesamte öffentliche Ladenetz der USA. Dieser Ausbau wird nach Angaben von IHS Markit 2025 zu einem rund 14 Milliarden US-Dollar schweren Markt für Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge führen.

Die im Fahrzeug integrierten Ladegeräte (On-Board Charger, OBC) werden immer kundenspezifische Konstruktionen sein. Für Ladesäulen und Wallboxen können hingegen handelsübliche modulare Hilfsstromversorgungen eingesetzt werden. Sie reichen von etwa 2 kW in einer Wallbox mit Wechselstromausgang bis zu 350 kW für ein Gleichstrom-Schnellladegerät an einer E-Tankstelle. Alle arbeiten jedoch aufgrund ihrer Nähe zum Wechselstromverteilungsnetz in einer sehr rauen Betriebsumgebung mit extremen Tem-

peraturen und starken Spannungseinbrüchen, Überspannungen und Spannungsspitzen. Um den internationalen Normen zu entsprechen und so wirtschaftlich wie möglich zu funktionieren, müssen die Ladeeinheiten zudem strenge Anforderungen an den Wirkungsgrad und den Leerlaufverlust erfüllen.

Die Überspannungskategorie zählt

Geräte, die Wechselspannungstransienten ausgesetzt sind, sollten über einen Weitbereichseingang verfügen und der Überspannungskategorie (Over-Voltage Category, OVC) Stufe III entsprechen (s. Tabelle). Die meisten AC/DC-Produkte gehören jedoch nur zur OVC II, oder die OVC-Klasse wird gar nicht erwähnt. Zur Kategorie III gehört z.B. der 5-W-AC/DC-Wandler RAC05-SK/480 von Recom. Er hat einen sehr breiten Eingangsbereich von 85 V bis 528 V für nominal 100 V bis 277 V von der Leitung zum Nullleiter in einphasigen Systemen oder 208/480 V nominal für den Anschluss von Phase zu Phase in dreiphasigen Systemen. Die internen Sicherheitsabstände sind breiter als bei Standardmodulen, um die strengeren Anforderungen von OVC III zu erfüllen. Zudem verfügt der Wandler über eine Reihe von Gleichstromausgängen. Der Wandler kann bei Temperaturen von -40 °C bis $+80\text{ °C}$ betrieben werden.

Für höhere Leistungen eignet sich der 10W RAC10/277 von Recom mit einem Ein-

gangsspannungsbereich von 85 V bis 305 V (AC). Der kostengünstige Wandler ist ebenfalls nach OVC III eingestuft und verfügt über Einzel- und Doppelausgänge für eine breite Palette von Anwendungen. Mit einem hohen Ausgangsstoßstromwert von 140 Prozent eignet er sich auch für Lasten mit hohen Einschaltströmen. Beide Modelle kommen in 2"×1"-Gehäusen für die Leiterplattenmontage, haben geringe Standby-Verluste und entsprechen den EMV-Normen der Klasse B.

Ein typisches Ladegerät benötigt zudem DC/DC-Wandlerfunktionen für interne Gleichstromschienen und zur Versorgung isolierter Kommunikationsschnittstellen. Hier ist häufig eine hohe Spannungsfestigkeit erforderlich, zudem ein breiter Betriebstemperaturbereich und eine geringe Größe. Mit seiner AC-Isolationsspannung von 5 kV eignet sich der R05CT05S von Recom besonders gut. Er liefert 5 V oder 3,3 V Ausgangsspannung aus 5 V Eingangsspannung in einem IC-Format-Gehäuse. Die Betriebstemperatur beträgt bis zu 140 °C , und die Bauteile sind vollständig gegen Kurzschluss, Überstrom, Übertemperatur und Eingangsunterspannung geschützt.

Eine neue, etwas leistungsstärkere 1-W-Version ist seit Kurzem mit der RxxCTExx-Serie in einem winzigen SOIC-16-SMT-Gehäuse mit einer Höhe von nur 2,65 mm erhältlich.

Für sehr kostensensitive Anwendungen empfehlen sich THT-Bauteile wie die RKE/H-Serie von Recom im SIP7-Format. Sie hat eine große Auswahl an Eingangs- und Ausgangsspannungen und zeichnet sich durch einen hohen Wirkungsgrad und eine DC-Isolationsspannung von 4 kV aus, was für die Überwachung



Bilder: Recom

Overvoltage Category	Relevant equipment
OVC I	Equipment for connection to circuits in which measures are taken to limit transient overvoltages to an appropriately low level.
OVC II	Energy-consuming equipment to be supplied from the fixed installation. Examples of such equipment are appliances, portable tools and other similar household loads.
OVC III	Equipment in fixed installations and for cases where the reliability and the availability of the equipment is subject to special requirements. Examples of such equipment are switches in the fixed installation and equipment for industrial use with permanent connection to the fixed installation.
OVC IV	Equipment connected at the origin of the installation. Examples of such equipment are electricity meters and primary overcurrent protection equipment.

Überspannungskategorien der Wechselstromversorgung. EV-Ladegeräte gehören typischerweise in die Kategorie III. (Quelle: Recom)

von Batteriespannung und -strom nützlich ist, die oft nicht auf Masse bezogen sind.

.....
*Nicht isolierte DC/DCs
für 48-V-Batterieladegeräte*
.....

In manchen Elektrofahrzeugen werden 48-V-Batterien verwendet, z.B. in Klein-Lieferwa-

gen, Off-Highway-Fahrzeugen, Drohnen und Plug-in-Mildhybridfahrzeugen. Für diese können nicht isolierte DC/DC-Wandler als Hauptladequelle genutzt werden, da die Spannung unter dem SELV- (Safety Extra Low Voltage) Grenzwert von 60 V (DC) liegt. So lässt sich die Effizienz der Leistungsumwandlung verbessern. Ein Modul wie der RBBA3000 von Recom eignet sich mit einem Nennstrom von

Ein isolierter 0,5-W-DC/DC-Wandler im IC-Format mit 5 kV AC-Isolation



50 A für eine Leistung von bis zu 3 kW. Er ist extern programmierbar von 0 bis 60 V DC, und der Strom wird überwacht, sodass sich ein präzises Batterieladeprofil erstellen lässt. Der DC/DC-Wandler ist in einem grundplattengekühlten Half-Brick-Format mit den Abmessungen 63,2 mm x 60,6 mm x 13 mm ausgeführt. Er verfügt über ein Laststrommesssignal, das einen externen verlustbehafteten Strommesswiderstand überflüssig macht. Mit einem Betriebstemperaturbereich von -40 bis +85 °C eignet er sich für die Umgebung des Ladegeräts und eine Vielzahl anderer Anwendungen. ■

Impressum

Redaktion
Andreas Mangler – Rutronik, Director Strategic Marketing and Communication (Redaktionsleitung, verantwortlich für den Inhalt), Tel. +49 7231 801 0
Markus Krieg – Rutronik, Chief Marketing Officer
Christine Schulze – Christine Schulze PR | Kommunikation
Sebastian Hör – Agentur Bild.Sprache.

Anzeigenleitung: Ipek Baskurt – Rutronik, Communication Designer
Schlussredaktion: Achim Grolman, Markt&Technik
Layout und Design: Wolfgang Bachmaier, Markt&Technik; Alexander Zach, Markt&Technik

Druck: L.N. Schaffrath Druck Medien, Marktweg 42–50, 47608 Geldern

Herausgeber und Anschrift: Rutronik Elektronische Bauelemente GmbH, Industriestr. 2, 75228 Ispringen, Tel. +49 7231 801 0, Fax +49 7231 82282

Urheberrecht: Alle in „Rutroniker, powered by Markt&Technik“ erschienenen Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch an Übersetzungen, vorbehalten. Reproduktionen, gleich welcher Art, ob Fotokopie, Mikrofilm oder Erfassung in Datenverarbeitungsanlagen, nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlages und des Herausgebers.
Aus der Veröffentlichung kann nicht geschlossen werden, dass die beschriebenen Lösungen oder verwendeten Bezeichnungen frei von gewerblichen Schutzrechten sind.

Haftung: Für den Fall, dass in „Rutroniker, powered by Markt&Technik“ unzutreffende Informationen enthalten sein sollten, kommt eine Haftung nur bei grober Fahrlässigkeit des Verlages oder seiner Mitarbeiter und des Herausgebers in Betracht.

Auflage: 27.000 (deutsch) + 1000 (englisch)

Besonderer Dank:
Kathrin Scheider – Rutronik, Project Coordinator, Strategic Marketing
Achim Grolman, Markt&Technik
Christian Stadler, Markt&Technik

Inserentenverzeichnis

Apacer Technology B.V.	61
AVX Ltd.	35
Bosch Sensortec GmbH	67
Christine Schulze PR Kommunikation	15
C&K Components SAS.....	65
Fujitsu Components Europe B.V.....	77
INFINEON Technologies AG	84
INTEL Corporation (UK) LTD	42–43, 83
JAE Europe Ltd.	5, 7
Lextar Electronics Corp.....	3
Littelfuse Europe GmbH	49
Lumberg Connect GmbH	17
Molex Interconnect GmbH	45
Murata Electronics Europe B.V.	29
Nordic Semiconductor ASA	55
Omron Electronic Components Europe B.V.	81
RECOM Power GmbH	21
Renata AG	39
ROHM Semiconductor GmbH	47
Rutronik Elektronische Bauelemente GmbH	71
Samsung Electro-Mechanics GmbH	9
TDK Europe GmbH	31
Telit Communications S.p.A.	75
Toshiba Electronics Europe GmbH	53
Vishay Europe Sales GmbH	13
Yageo Corporation	2

Einfluss von Digitalisierung, KI und ML auf die Automobilindustrie

Die glorreichen Sieben

Digitalisierung, künstliche Intelligenz und Machine Learning verändern vieles – so auch künftige Fahrzeuge, ihre Produktion und Nutzung. Sieben Trends lassen sich hier ausmachen, die die Automobilindustrie bis 2030 prägen werden – mit massiven Auswirkungen auf die Beschaffungssituation.

VON ANDREAS MANGLER,
DIRECTOR STRATEGIC MARKETING AND
COMMUNICATION BEI RUTRONIK

Die Automobilindustrie wird sich in den nächsten Jahren enorm verändern. Das hängt zusammen mit sieben Megatrends im Automobil- bzw. Mobilitätsmarkt bis 2030:

1 Vernetzte Fahrzeuge: Mit Konnektivität zu anderen Fahrzeugen (V2V) und Komponenten (V2X) wie dem Smartphone oder Teilen der Verkehrsinfrastruktur, z.B. Ampeln oder smarten Parklösungen, sollen sie den Verkehrsfluss optimieren und zahlreiche Services für Nutzer ermöglichen. Zudem ist die Vernetzung die Voraussetzung für Trend Nummer Zwei.

2 Autonomes Fahren: Hierzu gehören auch alle Assistenzsysteme, die in ihrer Weiterentwicklung schließlich Basis für das vollautonome Fahren sein werden. Interessant ist das au-

tonome Fahren vor allem auch für LKWs, die sich dann mittels „Platooning“, also einer Reihe aus mehreren Fahrzeugen, selbstständig über die Autobahn bewegen können, außerdem für Land- und andere Nutzfahrzeuge sowie solche, die nicht am Straßenverkehr teilnehmen, z.B. Roboterfahrzeuge (Automated Guided Vehicles, AGV).

3 Elektromobilität: Viele Informationen hierzu finden Sie auf den Seiten 66 und 76.

4 HMI: Digitalisierte Steuerkonzepte zur Nutzer-Fahrzeug-Interaktion wie Touchdisplays gehören hier ebenso dazu wie Schalter.

5 Veränderte Kundenstruktur: Das „heilige Blechle“, wie es in Schwaben heißt, wird säkularisiert, und an die Stelle des privaten



Bild: ufotopix10/stockadobe.com

Autokäufer treten zunehmend Einkäufer von Flottenbetreibern bzw. von Anbietern unterschiedlicher Mobility-on-Demand-Modelle.

6 Neuer Vertriebskanal: Einige Fahrzeug-Features, etwa kundenspezifische Funktionen, werden bestimmten Fahrzeughaltern durch einen Remote-Zugang vom Werk aus als Pay-per-Use-Modell freigeschaltet, z.B. eine metergenaue Navigation für Paketzusteller.

7 Digitale Industrie: Der Produktionsprozess wird auf Basis vorausschauender und selbstlernender Systeme weiter digitalisiert.

Für die Bauelementeversorgung bringen diese Trends immense Herausforderungen mit sich. Das gilt im Jahr 2021 ganz besonders: Nach Phase kontinuierlichen Wachstums – über einen langen Zeitraum betrachtet – gab es Ende 2019 und dann 2020 Pandemie-bedingt einen extrem rückläufigen Markt. Produktionskapazitäten der Bauelemente-Hersteller wurden nach unten geschraubt, einerseits wegen des massiven Rückgangs, den es während der ersten Phase der Corona-Pandemie gegeben hatte, andererseits wegen des Wechsels in die

Elektromobilität und des erheblichen Ausbaus der Assistenzsysteme.

Alle Hersteller investieren derzeit viel, um vorne mit dabei zu sein, wenn die nächste Etappe auf dem Weg zum vollautonomen Fahren erreicht wird. Hierfür benötigen sie zahlreiche Kamera- und Sensorsysteme sowie Kommunikationskomponenten. Zudem nimmt die Komplexität der Software in den Fahrzeugen ebenso zu wie die Menge an Daten, die hier verarbeitet werden. Übersetzt in Bauteile bedeutet das einen steil ansteigenden Bedarf an Speicherkomponenten, Embedded-MCUs und Prozessoren – und damit erhebliche Mengen an Mikrochips.

Schlacht um die Halbleiter

Die nötigen Bausteine kommen aus nur ganz wenigen Halbleiter-Fertigungsstätten weltweit. Eine Schlüsselposition nimmt TSMC ein; daneben finden sich nur noch Intel und wenige Speicherhersteller, allen voran Samsung. Vor diesem Hintergrund wäre eine Fertigungsstätte von TSMC in Europa oder gar in Deutsch-

land, die in den letzten Monaten im Gespräch war, ein wichtiger Schritt, trotz der immensen Investition, die teilweise sicherlich auch durch Fördergelder gedeckt werden müsste. Denn ohne solche Partner vor Ort in Europa wird der Hunger nach Halbleitern auch künftig nicht zu stillen sein.

Erschwert wird die Situation noch durch die Tatsache, dass dieselben Komponenten auch für Infrastruktur-Anwendungen und die Konsumgüter-Elektronik in rauen Mengen gebraucht werden. Das hängt teilweise direkt oder indirekt mit dem Automobilmarkt zusammen. Betrachtet man zum Beispiel den Trend der veränderten Kundenstruktur durch Mobility-on-Demand Services bzw. Shared Mobility, sind für alle Elemente in diesem Szenario dieselben Elektronikkomponenten nötig – angefangen beim Smartphone inklusive der entsprechenden Infrastruktur, vor allem wenn man den Aufbau des 5G-Netzes mitdenkt, für die Buchung und Abrechnung bis zu den Fahrzeugen selbst. Ebenso verhält es sich bei der Elektromobilität mit den zugehörigen Lademöglichkeiten und dem Smartphone für die Abrechnung.

Anzeige

NEUES PCB-LEISTUNGSRELAIS G6QE – **OMRON** HOHE SCHALTLEISTUNG VON 36A BEI KLEINER BAUGRÖSSE

Das neue einpolige Miniatur-Leistungsrelais mit geringer Bauhöhe erreicht eine 10-kV-Stoßspannungsfestigkeit und eine reduzierte Leistungsaufnahme von 12% im Vergleich zur Nennspulenaufnahme. Das G6QE wurde so konstruiert, dass es den cULus-, EN- und CQC-Normen entspricht. Bei einer Größe von nur 30,5 x 16 x 20,5 mm ist das Leistungsrelais G6QE nicht nur winzig, sondern auch unglaublich vielseitig und kann in einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt werden, z. B. in der Industrie, in Haushaltsgeräten, in der Gebäudeautomation und in kommerziellen Anwendungen wie Stromversorgung und Wechselrichtern.

- Geringe Größe von 30,5 x 16 x 20,5mm
- Hohe Leistung von 36A Schaltvermögen
- Energiesparend
- Geringe Wärmeentwicklung



Scannen Sie den QR-Code,
um einen Vertriebspartner zu finden.

www.components.omron.eu



In besonderem Maße gilt das auch für China. Nach den ersten großen Corona-Lockdowns verzeichnet das Land einen enormen Aufschwung aufgrund immenser Investitionen in die 5G-Infrastruktur und in die Elektrifizierung der Fahrzeuge. Der Bedarf an Bauteilen ist damit ebenso immens, was sich auf die weltweite Verfügbarkeit auswirkt. Eine kurzfristige Trendwende zeichnet sich hier nicht ab.

*Elektromobilität
braucht SiC und GaN*

Betrachtet man die Elektrifizierung der Fahrzeuge, so geht es bei der reinen Leistungselektronik für die Ladeinfrastruktur, die Ladekomponenten im Fahrzeug und die Antriebskomponenten vorrangig um Siliziumkarbid- (SiC) und Galliumnitrid- (GaN) Bauteile. Erstere sind zwingend nötig für die großen Antriebe im Fahrzeug und für das Schnellladen mit 150 kW oder höher, denn hier entstehen schon durch geringe Verlustleistungen beträchtliche Wärmequellen. Bei den SiC-Dies oder -Modulen ist die Situation ganz ähnlich wie bei den Halbleitern: Nur wenige Hersteller teilen sich den globalen Markt. Dazu gehören zwei Rutronik-Partner, die auch stark in die SiC-Technologie investieren: Rohm und Bosch Halbleiter.

Bosch Halbleiter verfügt über eine ausgeklügelte SiC-Roadmap: Die Massenproduktion ist noch nicht angelaufen, doch A- und B-Muster sind bereits verfügbar. Damit wird Bosch als Tier-One-Zulieferer quasi zum SiC-Selbstversorger; das Unternehmen wird jedoch auch als Anbieter von SiC-Bauteilen agieren. Wie Bosch Halbleiter produziert auch Rohm in Europa, was in diesem Marktszenario nicht üblich und damit umso wichtiger ist für die hiesige Industrie.

Rutronik selbst unterstützt in der aktuellen Übergangszeit vom Verbrenner zur reinen Elektromobilität alle Konzepte vom Mildhybrid über Plug-in-Hybride bis zu reinen Elektrofahrzeugen sowohl mit den nötigen Bauteilen als auch

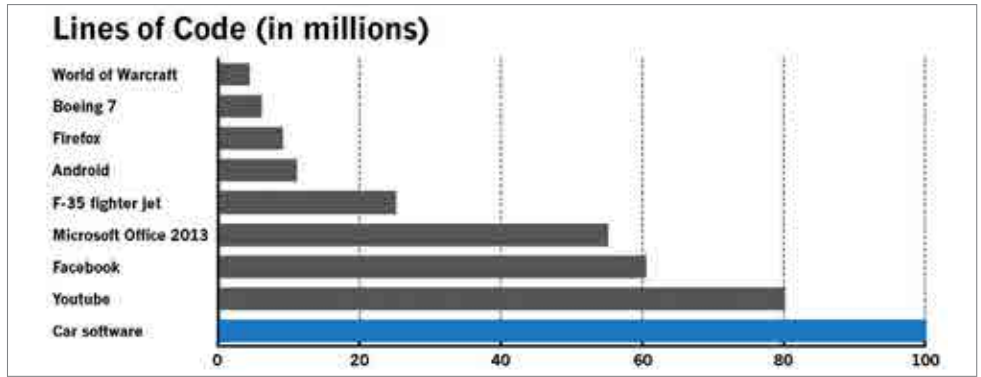


Bild: Rutronik

In einem aktuellen Auto finden sich 15-mal so viele Zeilen an Code wie in einer Boeing 787 (nur Bordelektronik und Online Support Tools).

mit technischem Support. Die Schwerpunkte in der Arbeit der Applikationsingenieure (FAEs) liegen derzeit entsprechend bei den Batterie- und Backup-Systemen, der Ladeinfrastruktur und im elektrischen Antriebsstrang.

*Autonomes Fahren
fördert andere Anwendungen*

Beim autonomen Fahren ist noch ein anderer Trend erkennbar: die Kommodisierung der eingesetzten Systeme. Inzwischen gibt es sehr preisgünstige Systeme, die mit derselben oder einer ähnlichen Technologie quasi als Abfallprodukt aus dem autonomen Fahren auch in anderen Anwendungen innovative, neue Möglichkeiten eröffnen. Ein Beispiel ist die Intel-RealSense-Kamera, deren Bildqualität autonomes Fahren außerhalb des Straßenverkehrs ermöglicht. Sie ist inzwischen in robuster Form auch für das Industrieumfeld verfügbar, etwa für Anwendungen in der Landwirtschaft oder im Konsumgüterbereich, z.B. Rasenmäher-Roboter.

Für derartige Anwendungen sind sogar bereits einige Software-Plattformen, auch Open Source, sowie Softwaremodule entstanden, die zahlreiche komplexe Lösungen unterstützen und deren Realisierung erheblich vereinfachen, z.B. die Objekterkennung innerhalb eines geschlossenen Umfelds.

*Datengetriebene
Geschäftsmodelle*

Einige Mobilitätstrends, etwa das autonome Fahren, die vernetzten Fahrzeuge oder Pay-per-Use-Modelle, basieren auf Daten. Das führt dazu, dass neue Player wie Apple oder Google auf dem Automarkt eingestiegen sind. Sie haben, wie andere große Internet-Konzerne, jahrelange Erfahrung in der Erhebung, Verwaltung und Nutzung von Daten, wohingegen die Automotive-OEMs solche Geschäftsmodelle erst aufbauen müssen. Letztere setzen vor allem auf Plattform-Strategien, also ganz wenige, skalierbare Hardware-Plattformen, auf die ein datengetriebenes Geschäftsmodell aufgesetzt wird.

Beide Ansätze, Top-Down, kommend von den Daten, und Bottom-Up, ausgehend von der Hardware, also dem Fahrzeug, eröffnen der Distribution eine große Chance, mit Komponenten für die Daten- und Signalverarbeitung in datengetriebene Geschäftsmodelle einzusteigen. Diese umfassen nicht nur das Fahrzeug, sondern gehen mit den vernetzten Autos, der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge und Shared-Mobility-Modellen bis in die Infrastruktur der Smart Cities. ■





Modular Components for Custom Solutions

Choose the right small, powerful Intel® NUC Element for every deployment

The modular components of the Intel® NUC Element family give you an entirely new way to design, build, and refresh integrated systems and mini PCs.

Start your deployment with a small, powerful Intel® NUC Compute Element. Then, depending on your needs, add a third-party or Intel® NUC Board and Chassis Element. That's all it takes to create the exact systems your clients want—with lower inventory costs and less R&D time.



Intel NUC Compute Element



Intel NUC Board Element
or 3rd-party board



Intel NUC Chassis Element
or 3rd-party board & chassis

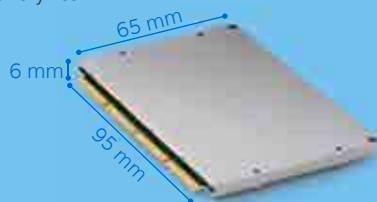
Intel® NUC Compute Element Product Line

Every deployment begins with a small Intel NUC Compute Element featuring processor, memory, storage, and I/O.

U-Series

Powered by 11th Gen Intel® Core™ processors, Intel NUC Compute Element products are best for:

- Digital signage
- Smart screens
- Collaboration
- Workstations
- Edge analytics



Intel® NUC 11
Compute Element



H-Series

Powered by 9th Gen Intel® Core™ H-series processors or Intel® Xeon® processors, Intel NUC Compute Element products are best for:

- Gaming
- Content creation



Intel® NUC 9 Pro
Compute Element



Intel® NUC 9 Extreme
Compute Element





Measure what matters with Infineon's XENSIV™ PAS CO₂

Our XENSIV™ PAS CO₂ sensor breaks the boundaries of CO₂ sensing with its exceptionally small form factor and high accuracy.

This disruptive sensor leverages photoacoustic spectroscopy (PAS) to provide an exceptionally small CO₂ sensor that overcomes size, cost and performance challenges of existing CO₂ sensor solutions.

Start evaluating the performance of the XENSIV™ PAS CO₂ sensor for your target application.

www.infineon.com/CO2

