

Powered by

Markt & Technik

DIE UNABHÄNGIGE WOCHENZEITUNG FÜR ELEKTRONIK



- Automotive
- Konnektivität
- Applikation
- Inside Rutronik
- Systemtechnik
- Aktuelle Bauelemente

RUTRONIKER

Führende Silizium Karbid Lösungen



life.augmented

Hohe Effizienz für Industrie und Automobil Applikationen



**Antriebe & On-Board Ladegeräte
elektrische Fahrzeuge**



Ladestationen

Längere Fahrzeiten

Schnelleres Laden

Reduziertes Fahrzeuggewicht



**Industrie
Automation**



**Stromversorgung
von Servern**



**Erneuerbare
Energien**

Höhere Leistungseffizienz

Reduzierte Gesamtkosten

Kleinere, kompaktere Systeme



Entdecken Sie das breite ST Portfolio an Silizium Karbid Produkten:

- STPOWER SiC MOSFETs im Bereich von 650 bis 1700 V mit der auf dem Markt höchsten Junction Temperatur von 200°C für effizientere und vereinfachte Designs
- STPOWER SiC Dioden im Bereich von 600 bis 1200 V mit vernachlässigbaren Schaltverlusten und 15% geringerer Abfallspannung als herkömmliche Silizium Dioden



Weitere Informationen unter www.st.com/sic

Augenmaß statt Aktionismus

Liebe Leserinnen und Leser,

die Corona-Krise hat die Welt weiter fest im Griff. Nach anfänglichen Erfolgen in der Bekämpfung der Pandemie stiegen die Infektionszahlen im dritten Quartal wieder an. Das stellt die Weltwirtschaft vor große Herausforderungen: Lieferketten sind unterbrochen, in einigen Ländern gibt es Produktionsengpässe, die wiederum den Warenfluss beeinträchtigen. Auch für jeden Einzelnen bedeutet die Pandemie Einschränkungen.

Trotzdem – oder vielleicht gerade deshalb – kommt es darauf an, mit Augenmaß und Weitblick zu handeln und langfristige Ziele nicht kurzfristigen Schnellschüssen unterzuordnen. Für Rutronik bedeutet das, dass unser Produktmarketing gemeinsam mit Field Application Engineers, Vertrieb, Kunden und Partnern auch weiterhin an den Innovationen von morgen arbeitet.

Ob im Automotive-Bereich bezüglich Ladetechnik, 48-Volt-Bordnetz oder Kleinantrieben für den Innenraum, beim neuen 5G-Mobilfunkstandard, bei Beleuchtungskonzepten für die Landwirtschaft von morgen oder neuen Energiespeicherkonzepten: All diese Themen waren vor Corona wichtig und bleiben es nach wie vor.

Klar ist: Die Weltwirtschaft wird sich verändern und Rutronik mit ihr. Deshalb sind wir als inhabergeführtes Familienunternehmen besonders in der Verantwortung, disruptive Technologien, neue Märkte und Potenziale frühzeitig zu erkennen und uns an der Entwicklung von Innovationen zu beteiligen. So können wir unseren Kunden und Partnern die Unterstützung bieten, die sie von Rutronik gewohnt sind und zu Recht erwarten.

Liefersicherheit ist in Zeiten unterbrochener Lieferketten und stillstehender Produktionen von besonderer Bedeutung. Wir sind stolz, dass es uns gelungen ist, auch während der Hochphase der Pandemie uneingeschränkt lieferfähig zu bleiben. Damit konnten wir unseren Kunden dabei helfen, ihre Produktion aufrechtzuerhalten und letztlich Arbeitsplätze zu sichern. Gerade in wirtschaftlich ungewissen Zeiten ist das ein nicht zu unterschätzender Faktor.

Durch vorausschauende Planung und persönliches Engagement bekommen unsere Partner bei uns die Bauelemente, die zu ihrem Projekt passen, und gleichzeitig Know-how-Unterstützung durch unser qualifiziertes Team – von der ersten Idee bis zum Ende des Produktlebenszyklus. Diese 360-Grad-Unterstützung macht uns aus, und deshalb bauen unsere Partner auf Rutronik als den Distributor ihrer Wahl. Wir planen langfristig und mit Augenmaß, statt auf kurzfristige Gewinne und Quartalsbilanzen zu blicken.

Lassen Sie uns gemeinsam daran arbeiten, gestärkt aus der Krise hervorzugehen – getreu unserem Credo: „Committed to Excellence“!

Ihr
Thomas Rudel



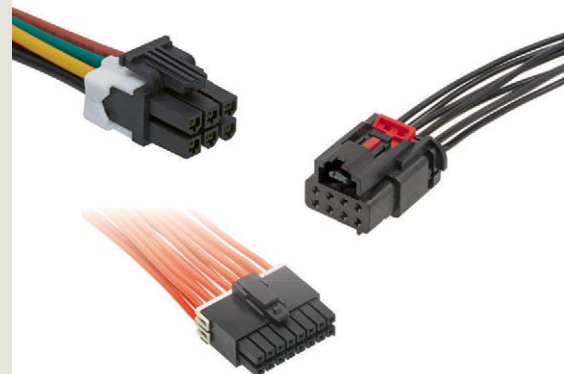
Thomas Rudel,
CEO Rutronik



Die richtige Wahl für Ihre Power-Anwendung

Egal ob Sie ein Smart-Home System oder ein Medizin-Gerät entwickeln – Molex bietet dazu ein breites Spektrum an Steckverbindern und Standardkabelsätzen. Dieses Angebot von Off-the-Shelf-Cable wird konsequent ausgeweitet, damit ihre innovativen Power-Applikationen noch einfacher zu designen sind.

Für weitere Informationen besuchen Sie uns auf rutronik.com/molex



molex

Editorial	3
<hr/>	
• KNOW-HOW	
Leistungselektronik	
Leistungselektronik: Si, Si-Schottky oder SiC-Schottky?	6
<hr/>	
Transistoren	
Bipolartransistoren: Herausforderer für MOSFETs	10
<hr/>	
Prozessoren	
Die Intel-Prozessoren der Serie Atom x6000E: Das Beste aus vielen Welten verbinden	14
<hr/>	
Sensoren	
Hall-Effekt-basierte Differenzialstromsensoren: Neuartige Lösung für die Strommessung	16
<hr/>	
Speicher	
Speicher fürs Internet der Dinge: Die User Experience mit IoT-RAM verbessern	19
<hr/>	
NAND-Flash-Architekturen:	
Was kommt nach 2D-SLC-NAND?	22
<hr/>	
Passive Bauelemente	
Auswahlkriterien für MLCCs:	
Bauteile-Auswahl nicht blindlings Tools überlassen	25
<hr/>	
Technologien für die Mobilität der Zukunft:	
Neues Transformator-Design mit enger Toleranz	29
<hr/>	
Supercaps: 3-V-Technologie für das Plus an Lebensdauer	32
<hr/>	
Miniaturisierung: Den Bauraum von induktiven Bauteilen reduzieren	34
<hr/>	
EMV	
Operationsverstärker mit EMI-Immunität:	
Wenn Hochfrequenzfilter an ihre Grenzen stoßen	36
<hr/>	
Schaltregler	
Abwärtswandler: Von der Schaltung zum komplett integrierten Modul	38
<hr/>	
Thermistoren	
NTC-Sensoren: Schnelle und zuverlässige Temperaturmessungen	40

Schnittstellenwandler

Bridge-ICs: Übersetzer für Bilder und Videos auf allen Geräten	41
--	-----------

Schaltungsentwurf

Kein Platz für Traditionen: Computergestützte Algorithmen als Alternative	44
---	-----------

• EXKLUSIV



Rutronik-CEO Thomas Rudel im Interview:	
»Corona wird uns noch lange begleiten«	46

• INSIDE RUTRONIK

Rutronik Analytics – Business Intelligence & Analytics as a Service: Zielkunden finden, Bestandskunden optimal bedienen	48
<hr/>	
Rutronik SMART:	
Der IoT-Partner für Trendsetter	50
<hr/>	
Sichere MCU-Plattform für Edge Intelligence im IoT: Machine Learning und KI-basierte Signalverarbeitung an der Edge	52
<hr/>	
Automotive Business Unit:	
Netzwerk gegründet, US-Präsenz ausgebaut	58
<hr/>	
Geruchsvernichter: Rutronik sorgt für frische Luft	60
<hr/>	
Rutroniks integriertes Managementsystem:	
Qualität – braucht man die?	62

• SYSTEMTECHNIK

Industrie-Motherboards „Made in Germany“:	
Hohe Rechenleistung für grafikintensive Anwendungen	64
<hr/>	
E-Paper Displays:	
Modern, effizient und lesefreundlich	66
<hr/>	
Betriebskosten senken dank breitem Konnektivitätsspektrum: Ethernet Switches für moderne Industrieumgebungen	68
<hr/>	
Monitore und Displays: Schluss mit Kabelsalat	70

● KONNEKTIVITÄT

5G bietet neue Möglichkeiten: Quantensprung für High-Speed-Übertragung	72
IEEE 802.11ah alias WiFi HaLow: Das Beste von WiFi und LPWAN	76
Time Sensitive Networking (TSN): Basis für die Industrie 4.0	77

● APPLIKATION

Elektromechanische Bauelemente für die Medizintechnik: Für vielfältigen Schutz und maximale Zuverlässigkeit	79
Thermomanagement fürs Horticulture Lighting: Abkühlung für die künstliche Sonne	81
Joystick-Geometrien testen: Spiel, Spaß und Spannung für HMI-Designer	83
UV-C-LEDs: Den Keimen keine Chance!	86

● AUTOMOTIVE

48-Volt-Bordnetz: Brücke oder Schlüssel zur Mobilität von morgen?	89
Lidar für autonomes Fahren: Wie Science Fiction wahr wird	91
Hochstrom-Induktivitäten für die Automobilelektronik: Klein und stark	94
Elektrische Kleinantriebe im Fahrzeug: Mehr Komfort auf dem Weg zum autonomen Fahren	95
Hall-Sensoren in Automotive-Anwendungen: Für viele Messgrößen geeignet	98
Automotive-Motor-System-IC: Neuer Antrieb für die Helferlein im Auto	100
EV Charging: Elektromechanik für Ladestationen	102
Elektromobilität: Die Herausforderungen der Ladeinfrastruktur	104
Impressum	106
Inserentenverzeichnis	106

Anzeige

www.transcend-info.com

 **Transcend®**

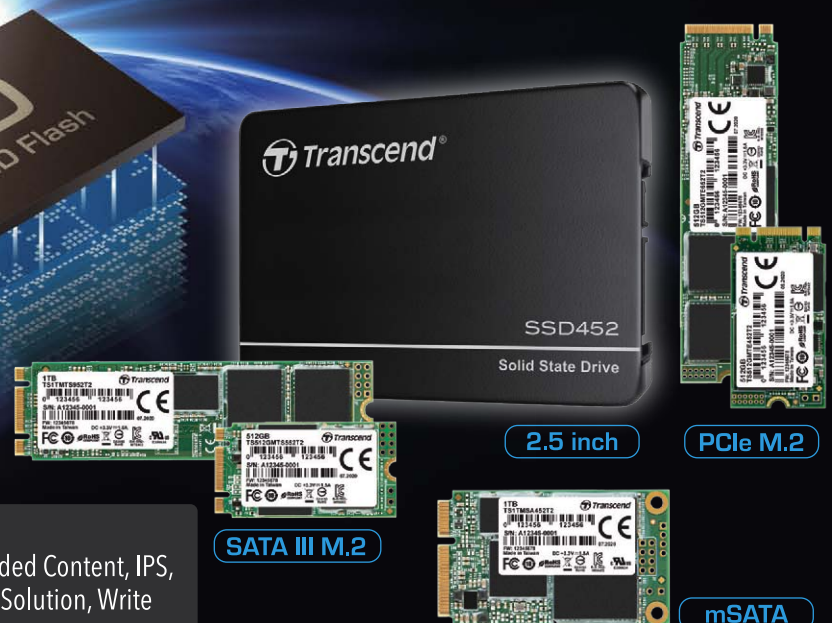
Next Generation 3D NAND SSDs

SATA III 2.5", PCIe M.2, SATA III M.2, and mSATA SSDs designed for the high-end embedded market

- Extended temperature range (-20°C - 75°C)
- 30µ" PCB gold finger
- 3K P/E cycles (Program/Erase cycles) endurance rating
- Key components fortified with default Corner Bond process
- Dynamic thermal throttling

Our Services:

Efficient Product Life Cycle Management, Customized Stickers, Pre-Loaded Content, IPS, AES 256 Bit, TCG Opal 2.0, Underfill, Customized Software, Anti-Sulfur Solution, Write Protection, Conformal Coating, Hardware Provisioning



www.transcend-info.com/Embedded/

Leistungselektronik

Si, Si-Schottky oder SiC-Schottky?

Der Einsatz von Siliziumkarbid (SiC) in der Leistungselektronik nimmt zunehmend Fahrt auf. Es ermöglicht niedrigere Leistungs- und Schaltverluste sowie kompaktere Bauformen als Silizium und wird aufgrund sinkender Preise immer interessanter für Entwickler von Leistungshalbleitern.

VON THOMAS BOLZ
UND EMILIA MANCE,
BEIDE PRODUCT SALES MANAGER
STANDARD PRODUCTS BEI RUTRONIK

In der Leistungselektronik ist eine immer größere Schaltleistung bei höheren Spannungen gefordert. Zudem stellen Platzbedarf, Gewicht und Wirkungsgrad bei der Bauteil-Auswahl für Anwendungen wie industrielle Motorsteuerungen, regenerative Stromerzeugung und Elektromobilität einen entscheidenden Faktor dar. Dabei sollen Kosten und Aufwand minimiert und die Qualität der Applikationen gleichzeitig maximiert werden.

Während hier bisher meist Silizium- (Si) Dioden zum Standard gehörten, bieten Bauteile auf SiC-Basis vor allem ab einer Spannung

von 600 V wesentliche Vorteile. Da Hochleistungsbaulemente in Schaltungstechnik-Applikationen immer im gepulsten Betrieb zum Einsatz kommen, müssen hier mitunter auch die Schaltverluste sowie die aus den Sperrverzögerungsströmen entstehende EMI (Electromagnetic Interference) berücksichtigt werden.

Schalt- und Durchlassverluste

Schaltverluste entstehen bei jedem Schaltvorgang, etwa beim Ein- oder Ausschalten der Bauelemente. Mit höherer Schaltfrequenz nehmen auch die entsprechenden Verluste zu und damit die Gesamtverlustleistung des Systems. Deshalb geht bei hohen Schaltfrequenzen ein Großteil der gesamten Verlustleistung des Systems auf ihr Konto. Kommen Si-Bauelemente in diesen Anwendungen zum Einsatz, erzwingen die hohe Verlustleistung und die daraus entstehende Wärme eine Begrenzung des Laststroms oder eine kostenintensive Kühlung.

Bei Netzfrequenz dominieren die Durchlassverluste, bei Schaltfrequenzen ab einigen 100 Hz überwiegen die hier entstehenden Schaltverluste.

Liegt eine sehr hohe Sperrspannung an, spielen zudem die Sperrverluste eine Rolle – vor allem bei hohen Temperaturen. In diesen Fällen sind SiC-Schottky-Dioden ideal, da sie sich durch sehr niedrige Sperrverzögerungsströme und kurze Sperrverzögerungszeiten auszeichnen. Damit reduzieren sie die damit verbundenen Energieverluste stark.



Bild: burfaloboy/Shutterstock

MOTHERBOARD D3713-V/R mITX

Qualität "Made in Germany"

Für die Gesamtverluste gilt:

$$P_v = P_s + P_t + P_{sperr}$$

(Schalt- + Durchlassverluste + Sperrverluste)

Während mit größer werdendem Durchlassstrom in Durchlassrichtung die Verlustleistung in der Diode steigt, bleibt sie in Sperrichtung konstant. Daher hat der Leckstrom I_R der SiC-Schottky-Diode im Aufwärtswandler (Booster) mit niedrigem Ausgangsstrom einen nicht unerheblichen Anteil an den Gesamtverlusten.

Bei hohen Strömen wiederum überwiegt die Durchlassspannung U_F . Da die Schottky-Diode die meiste Zeit über in Sperrichtung betrieben wird, wirkt sich der Sperrstrom deutlich auf die Verlustleistung der Diode aus. Es genügt deshalb nicht, nur auf eine möglichst geringe Durchlassspannung bei der Diode zu achten. Zielführender ist es hier, I_R und U_F in Kombination zu betrachten und dann zu bewerten, wie beide zur Gesamtverlustleistung der Diode beitragen.

Je höher die Ausgangsspannung des Boosters ausfällt, desto höher ist auch die Einschaltdauer und desto länger bleibt die Schottky-Diode in Sperrichtung. Wird bei Schottky-Dioden die Durchlassspannung reduziert, erhöht sich der Rest-Sperrstrom, sodass hier eine optimale Diode gefunden werden muss.

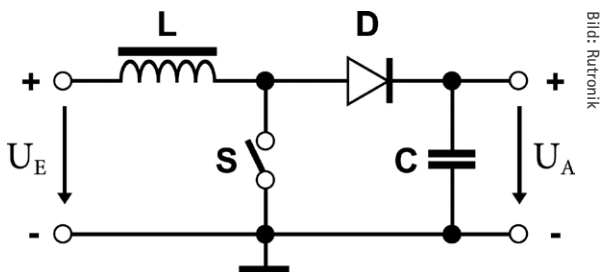


Bild: Rutronik

Schaltprinzip des Boost Converters

Bei der Auswahl von Dioden ist es also entscheidend, die Durchlassverluste, die Schaltverluste und die Speicherladung zu minimieren und gleichzeitig die Durchbruchspannung und das sanfte Kommutierungsverhalten zu maximieren. Um eine gute Energieeffizienz zu gewährleisten, ist bei Schottky-Dioden die Gesamtverlustleistung anstelle individueller Baustein-Parameter oftmals der schlüssigere Ansatz.

SiC-Schottky-Dioden sind aufgrund der niedrigeren Schaltverluste und des Wegfalls der Rückstromspitze beim Ausschalten der Diode wesentlich effizienter als Si-Dioden. Störaussendungen werden entsprechend reduziert und das EMI-Verhalten des gesamten Systems verbessert.



Hohe Konnektivität kombiniert mit ausgezeichneter (Grafik-) Leistung und einem Weitbereichseingang von 8-36 V unterstützt durch AMDs aktuellste Ryzen™ Prozessoren.

- ▶ 5 Versionen mit verschiedenen Prozessoren der AMD Ryzen® Serie mit einer TDP zwischen 12 & 54 Watt verfügbar
- ▶ SoC integrierte AMD Radeon™ Vega GPU für brillante Grafikleistung
- ▶ Ansteuerung von bis zu 4 unabhängigen Bildschirmen in 4K Auflösung via DP V1.4, eDP 1.3 & Dual Channel LVDS
- ▶ M.2 Key-B, M.2 Key-M & Mini-PCI Express®

www.kontron.com

POSSIBILITIES START HERE



kontron
S&T Group

*Betriebstemperatur
und thermische Auslegung*

Die thermische Auslegung spielt bei Systemen der Leistungselektronik eine entscheidende Rolle, um eine hohe Leistungsdichte und somit kompaktere Systeme herstellen zu können. Si-Schottky-Dioden sind bei hohen Strömen anfällig für eine übermäßige Wärmeentwicklung. Die Kombination von großer Wärme und erhöhtem Ableitstrom (I_R) kann zu einem Anstieg der Gehäuse- und Umgebungstemperatur führen. Eine falsche thermische Auslegung erzeugt somit unter Umständen eine Wärmemenge, die nicht mehr abgeleitet werden kann. Die mögliche Folge ist ein „thermisches Durch-

gehen“, also eine extrem schnelle Hitzeentwicklung, die das Bauteil und sogar das ganze System schädigen kann.

Die Temperaturabhängigkeit von SiC-Schottky-Dioden weicht erheblich von der von Si-Schottkys ab: Die thermische Leitfähigkeit von Siliziumkarbid liegt fast um das Dreifache höher als bei Silizium. Damit eignet sich SiC für höhere Betriebstemperaturen. Weniger Verlustwärme beim Einsatz von SiC-Leistungshalbleitern bedeutet gleichzeitig einen höheren Wirkungsgrad und kleinere Kühlkörper, was den Platzbedarf in der Applikation und damit ihr Gewicht verringert.

Da die Flussspannung V_f mit dem Betriebswiderstand bei höheren Temperaturen steigt, hilft das, ein thermisches Durchgehen zu verhindern. Damit ist auch ein Parallelschalten der SiC-Schottky-Dioden möglich. Zudem eignen sie sich wegen des positiven Temperaturkoeffizienten im Vergleich zu Siliziumdioden besser für einen Parallelbetrieb bei hohen Spannungen.

Leistungsfaktorkorrektur

Die europäische Norm EN 61000-3-2 definiert die Grenzwerte für den Oberschwingungsgehalt des Netzstroms für Geräte, die für den Verkauf an die allgemeine Öffentlichkeit vorgesehen sind und eine Wirkleistungsaufnahme besitzen. Zudem sind hier Einschränkungen und Ausnahmen für über 75 W festgelegt. In der Praxis bedeutet dies, dass die einfache Netzgleichrichtung mittels Brückengleichrichter und nachfolgender Siebung in vielen Fällen nicht zulässig ist, weil der Netzstrom oft pulsierend ausfällt und einen hohen Oberschwingungsgehalt aufweist. Um ihn näherungsweise sinusförmig zu halten, kommt ein Aufwärtswandler zum Einsatz, der sogenannte Leistungsfaktor-Vorregler oder Power Factor Preregulator, auch PFC (Power Factor Correction).

Eine CCM-PFC-Stufe (Continuous Conduction Mode, nichtlückender Betrieb) ist die bevorzugte aktive Topologie für sehr leistungsfähige Netzteile. Für die Freilaufdiode gelten in diesem Design folgende Anforderungen:

- eine geringe Rückwärtserholzeit bzw. -ladung (t_{rr}/Q_{rr}), um die Einschaltverluste des MOSFET und die Schaltverluste der Diode zu reduzieren,
- eine geringe Flussspannung V_f , um die Leitungsverluste zu verringern, und

- eine weiche Rückwärtserhol-Charakteristik, um die elektromagnetische Abstrahlung (EMI) zu reduzieren.

Damit stellt eine SiC-Schottky-Diode hier die optimale Lösung dar.

*Die beste Diode
für jede Anwendung*

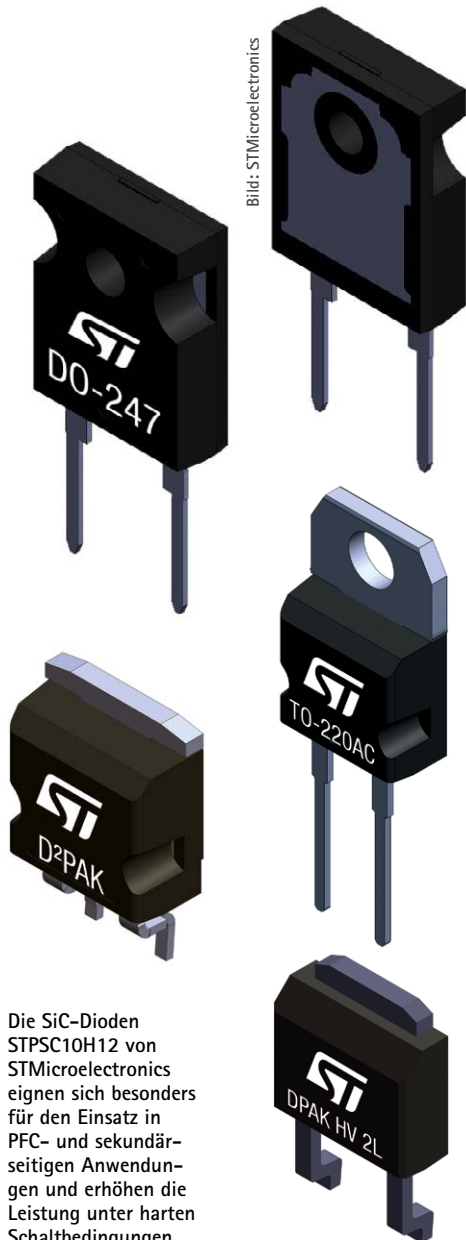
Si-Dioden sind die erste Wahl für Niederspannungsanwendungen. Bei Hochspannungsanwendungen im Bereich von 600 bis 1200 V hingegen bieten SiC-Dioden wesentliche technische Vorteile, welche die höheren Kosten wieder wettmachen. Im Bereich um 200 bis 600 V stellen Schaltfrequenz und Strom die ausschlaggebenden Faktoren dar. SiC-Dioden werden in diversen Applikationen benötigt, darunter Ladestationen für E-Autos und On-Board Charger (OBC), Leistungswandler für Elektro- und Hybridfahrzeuge, Schaltnetzteile bzw. PFC-Schaltungen, als Freilauf-Dioden für Induktivitäten sowie für MOSFETs/IGBTs und Wechselrichter in DC/AC-Wandlern für die Solar- und Windenergie.

Ultraschnelle Hochspannungsdioden bietet Rutronik von STMicroelectronics an. Sie sind ideal für kostensensitive Anwendungen und mit niedriger Vorwärtsspannung V_f passend für die Eingangsseite einer Wechselstrom-Gleichrichterbrücke. Diese STHxx-Si-Dioden mit einer Strombelastbarkeit von 5 A bis 30 A sind für 600 V bis 1200 V ausgelegt.

Die Schottky-Gleichrichterdiode STPSC10H12 aus SiC-Substrat hat dank des Materials mit breiter Bandlücke eine niedrige Flussspannung und eine Nennspannung von 1200 V. Aufgrund der Schottky-Konstruktion zeigt sie beim Abschalten keine Verzögerungszeit sowie eine vernachlässigbare Schwingungsneigung. Ihr minimales kapazitives Abschaltverhalten ist unabhängig von der Temperatur.

Die SiC-Diode STPSC10H12 eignet sich besonders für den Einsatz in PFC- und sekundärseitigen Anwendungen und erhöht die Leistung unter harten Schaltbedingungen. Sie ist für den Betrieb bei Sperrschichttemperaturen zwischen -40 °C und $+175\text{ °C}$ spezifiziert. Mit der STPSC10H12-Y ist darüber hinaus eine AEC-Q101-qualifizierte und PPAP-fähige Version für den Automotive-Einsatz verfügbar.

Ob Silizium-, SiC- oder Si-Schottky-Dioden – es kommt ganz auf das Einsatzgebiet an. Die Experten von Rutronik beraten Kunden gerne applikationsbasiert. ■



Die SiC-Dioden STPSC10H12 von STMicroelectronics eignen sich besonders für den Einsatz in PFC- und sekundärseitigen Anwendungen und erhöhen die Leistung unter harten Schaltbedingungen.



BATTERIEHERSTELLER MIT WELTWEITEM TECHNISCHEM SUPPORT

Stromver-
sorgungsgerät

Medizinische
Digitale Applikationen | IoT
Metering | Sicherheits-und
Trackingapplikationen



Bipolartransistoren

Herausforderer für MOSFETs

Digitale Schalter werden meist mit MOSFETs realisiert. Bipolartransistoren sind inzwischen jedoch eine ernst zu nehmende Alternative – wenn es sich um Modelle mit niedriger Sättigungsspannung handelt. Für Anwendungen mit niedrigen Spannungen und Strömen liefern sie nicht nur eine höhere Stromverstärkung, sondern auch Kostenvorteile.

VON THOMAS BOLZ,
PRODUCT MANAGER STANDARD PRODUCTS
BEI RUTRONIK

Bei Lastschalter-Anwendungen muss der Transistor den Basisstrom exakt so stark verstärken, dass die Ausgangsspannung nahe Null ist bzw. nur noch die Sättigungsspannung des Transistors messbar ist. Hierfür kommen meistens MOSFETs zum Einsatz, weil sie als spannungsgesteuerte Bauteile keine Basisansteuerung benötigen. Im Gegensatz dazu erfordern Bipolartransistoren (Bipolar Junction Transistors, BJTs) als stromgesteuerte Bauteile eine dauerstromfähige Basisansteuerung.

Bipolartransistoren mit einer deutlich höheren Stromverstärkung (h_{FE}) und einer wesentlich geringeren Sättigungsspannung (V_{CEsat}) genügt jedoch ein erheblich kleinerer Basisstrom. Ihre höhere Stromverstärkung reduziert diesen so weit, dass sie mit kleinen Strömen direkt vom Mikrocontroller schalten können. Soll ein Transistor z.B. einen Strom von 1 A leiten und hat er eine h_{FE} von 100, muss der Basisstrom mindestens 10 mA betragen, um sicherzustellen, dass der Transistor gesättigt ist. Bringt der Transistor eine Stromverstärkung von 500 mit, reichen 2 mA.

Zudem verringern sich die Verluste über die Basis-Vorspannungswiderstände und die Ba-

sis-Emitter-Spannung (V_{BE}) deutlich. Wird der Transistor als Niederfrequenzschalter betrieben, reduzieren die geringen Abfälle der Sättigungsspannung hingegen die Leistungsverluste über den Kollektor-Emitter-Übergang und erlauben höhere Kollektorströme (I_C) auf einer normierten Chipfläche.

Zum vollständigen Einschalten benötigen die Low- V_{CEsat} -BJTs deshalb eine geringe Basis-Emitter-Spannung von nur 0,3 bis 0,9 V, sodass sie sich ideal für Schaltanwendungen im Niederspannungsbereich eignen. Diese Ansteuerung gilt über den ganzen Temperaturbereich.

Werden Bipolartransistoren als gesättigte Schalter genutzt, können sie zudem die Leitfähigkeit der Kollektor-Region auf dem Chip beeinflussen und so den Kollektor-Emitter-Widerstand in gesättigtem Zustand ($R_{CE(sat)}$) erheblich reduzieren. Diese Leitfähigkeit haben MOSFETs nicht. Es verlängert sich allerdings die Ausräumzeit der Basis, das heißt, die Schaltzyklen werden größer.

Aufgrund ihrer Transitfrequenz lassen sich die Transistoren jedoch nur für Anwendungen mit bis zu einigen hundert kHz nutzen. Teilt man die Transitfrequenz durch den Stromverstärkungsfaktor, erhält man die Grenzfrequenz. Sie ist definiert als die Schwelle, bei der die Stromverstärkung auf -3 dB (also um den Faktor 0,707) abgesunken ist. Von dieser Grenzfrequenz gilt es Abstand zu halten.

*Höherer Wirkungsgrad
für längere Laufzeit*

Aufgrund ihrer hohen Verstärkung haben die Low- V_{CEsat} -BJTs zudem einen höheren Wirkungsgrad, verglichen mit klassischen BJTs und MOSFETs. So können sie zusammen mit einem Basiswiderstand einen MOSFET und eine



Bild: IB Photography/Shutterstock

Bipolartransistoren schenken mobilen Geräten eine längere Laufzeit.

TOSHIBA



S300 Pro & S300

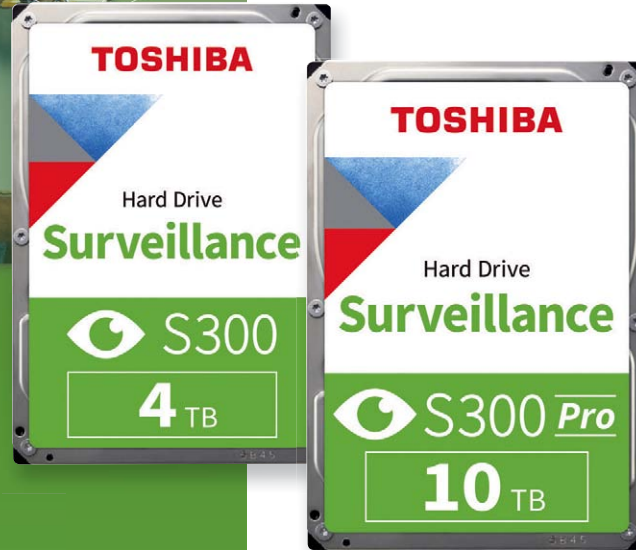
 Surveillance Hard Drives

Mit einer Speicherkapazität von bis zu 10 TB und Unterstützung für bis zu 64 Videokameras sorgt die S300 Pro für eine kontinuierliche, unternehmenskritische Überwachung. Die S300 wurde für die Anforderungen von Überwachungssystemen für kleine und mittlere Unternehmen (SMBs) mit bis zu 32 hochauflösenden Kameraströmen optimiert.

- 3.5"-SATA-Festplatte
- 24/7 Betrieb
- S300 Pro:**
 - 10 | 8 | 6 TB
 - 7200 U/min
 - 256 MB Puffer
 - Unterstützt bis zu 64 Kameras
- S300:**
 - 4 | 2 | 1 TB
 - 5400/5700 U/min
 - Up to 128 MB Puffer
 - Unterstützt bis zu 32 Kameras

Für:

- Digitale Überwachungs-Videorekorder (sDVR)
- Netzwerk-Überwachungs-Videorekorder (sNVR)
- Hybride sDVR (analog und IP)
- RAID-Speicher-Arrays für die Überwachung



24/7-Betrieb.

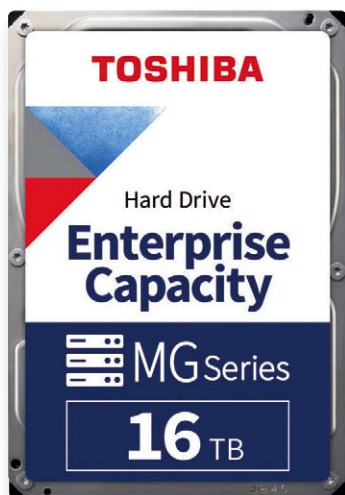
180 TB/Jahr.

Unterstützt bis zu 64 Kameras.

MG-Serie

 Enterprise Capacity HDD

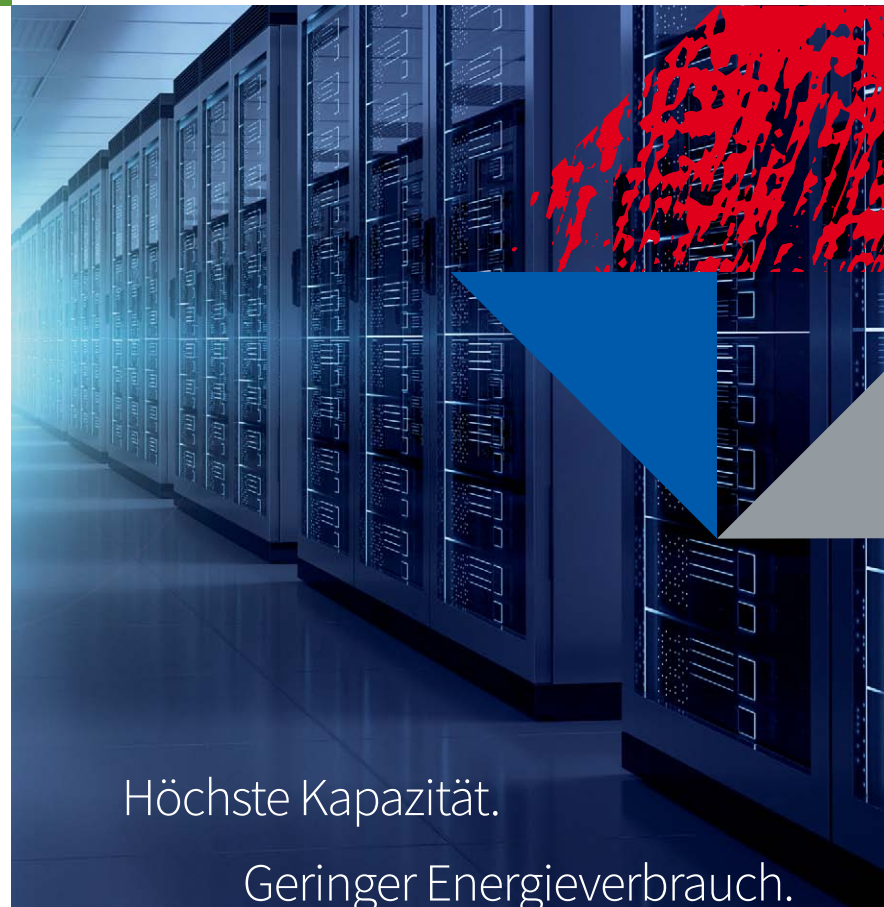
Die MG-Serie bietet formatierten Speicherplatz von 1 TB bis 16 TB und ist damit ideal für Festplattenlösungen für Server- und Speichersysteme in Unternehmen mit hohem Speicherbedarf.



- 3.5"-Festplatte 6,0 Gbit/s SATA oder 12,0 Gbit/s SAS
- heliumgefüllt (16 | 14 | 12 TB)
- luftgefüllt (1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 TB)
- 7200 U/min
- 512e oder 4Kn Advanced Format Sector Technology
- 5 Jahre Garantie

Für:

- Geschäftskritische Server- und Speichersysteme mit hohem Kapazitätsbedarf
- Herkömmliche Speicher-Arrays für Unternehmen (RAID, softwaredefiniert)
- Cloud-Systeme und hyperskalierbare Speichersysteme

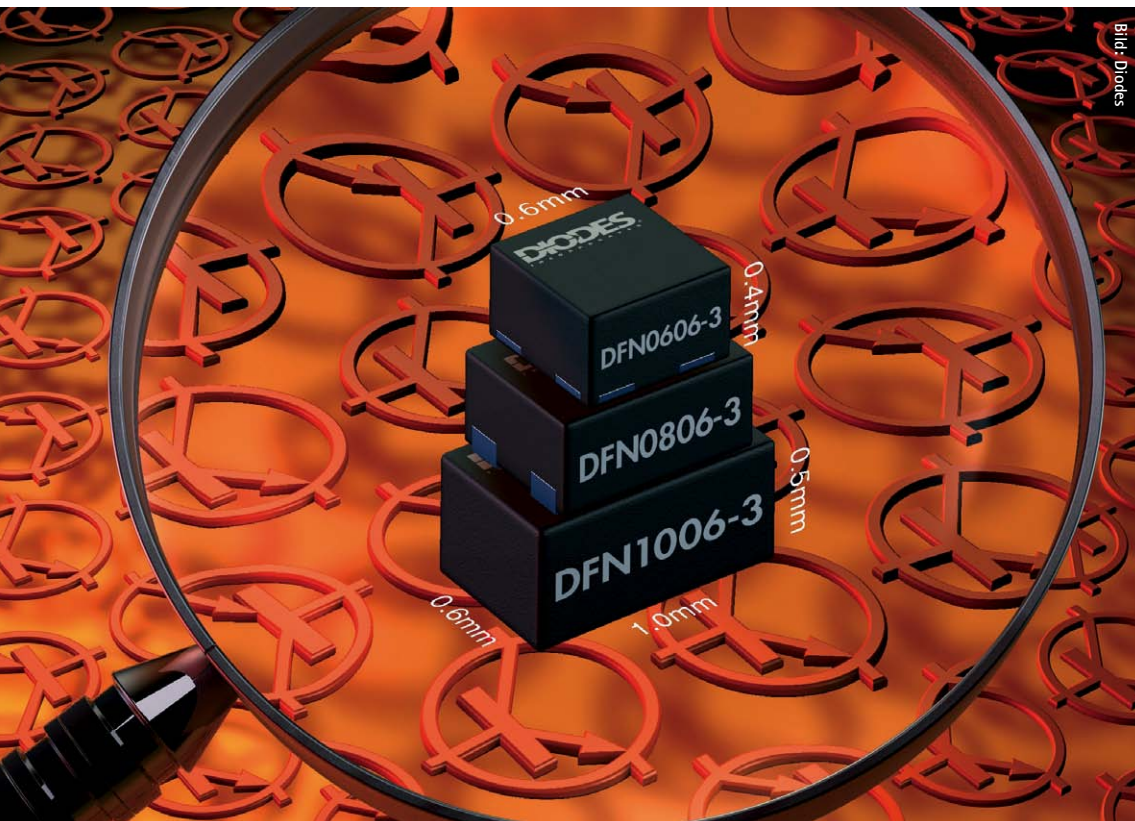


Höchste Kapazität.

Geringer Energieverbrauch.

Rotationsschwingungssensoren.

toshiba-storage.com



Der 45-V-NPN-Kleinsignal-Bipolartransistor BC847BFZ von Diodes ist um 40 % kleiner als vergleichbare DFN1006-, SOT883- und SOT1123-Bauteile, liefert aber eine höhere Leistung.

Schottky-Diode ersetzen. Dies bringt vor allem mobilen und/oder batteriebetriebenen Applikationen wie elektrischen Zahnbürsten, Rasierapparaten oder Handmixern Vorteile durch eine längere Akku-Laufzeit und geringere Bauteilekosten. Zudem sind die Bipolartransistoren deutlich unempfindlicher gegenüber ESD (Electro Static Discharge) als MOSFETs: Sie haben eine ESD-Toleranz von über 8000 V, außerdem einen Selbstschutz gegen Spannungsspitzen.

Mit höheren Temperaturen steigt die Verstärkung der Transistoren noch. Gleichzeitig sinkt der Anteil der Basis-Emitter-Spannung an der bei maximal zulässigem Basisstrom anliegenden Vorwärtsspannung ($U_{BE(sat)}$). Damit ist der Kollektor-Emitter-Widerstand in gesättigtem Zustand ($R_{CE(sat)}$) bei Bipolartransistoren geringer als der On-Widerstand ($R_{DS(on)}$) eines vergleichbaren MOSFET. Zudem erzeugen Bipolartransistoren bei hohen Stromdichten und/oder Dauerströmen weniger Wärme als MOSFETs mit derselben Chipfläche.

Hinzu kommt, dass sich die Sättigungsspannung bei einem gegebenen Laststrom proportional zur Verlustleistung verhält. Low- $V_{CE(sat)}$ -BJTs haben also auch eine geringere Verlustleistung, d.h. es muss weniger Wärme abgeführt werden. Betrachtet man die Gesamtverlustleistung, sind jedoch auch die Ver-

luste zur Ansteuerung der Basis zu berücksichtigen. Diese sind bei Low- $V_{CE(sat)}$ -BJTs mit hoher Verstärkung ebenfalls geringer.

Weiteres Plus der Bipolartransistoren: Sie sperren in beide Richtungen, sodass kein zusätzlicher antiparallel geschalteter MOSFET nötig ist. Zudem sind sie günstiger, wodurch sie gegenüber MOSFETs einen deutlichen Kostenvorteil bieten.

Hohe Schaltleistung

Bipolartransistoren können eine Schaltleistung realisieren, die ein Vielfaches ihrer maximal zulässigen Verlustleistung beträgt, denn ein Transistor als Schalter hat zwei stationäre Arbeitspunkte. Fließt im ersten ein Basisstrom in ausreichender Höhe, ergibt sich ein Kollektorstrom, der den Schalter schließt. Über diesen fällt nur eine Restspannung ab. Da der Basisstrom im zweiten Arbeitspunkt damit Null ist, sperrt der Transistor, an dem die volle Betriebsspannung anliegt. Der Übergang zwischen den Arbeitspunkten geschieht sehr schnell. Dadurch lässt sich die Arbeitsgerade so legen, dass sie die Hyperbel der Verlustleistung schneidet, wenn der Übergang vom durchgeschalteten in den Sperrzustand und umgekehrt ausreichend schnell und nicht zu oft erfolgt. Die stationären Arbeitspunkte müs-

sen sich dabei nur unterhalb der Hyperbel befinden.

Da Bipolartransistoren ein sehr schnelles Schalten im linearen Bereich erlauben und dabei einen hohen Impulsstrom bei hoher Stromdichte liefern, eignen sie sich auch als Treiber zur Ansteuerung von MOSFETs. Das bedeutet in der Applikation geringere Abmessungen und niedrigere Kosten als mit speziellen IC-Treiberlösungen.

Kleine Bauteile mit großer Leistung

Low- $V_{CE(sat)}$ -BJTs sind typischerweise mit 12 bis 100 V maximaler Kollektor-Emitter-Spannung (V_{CE0}) und Kollektorströmen von bis zu mehreren Ampere in SOT-Gehäusen erhältlich. Die derzeit weltweit kleinsten Bipolartransistoren kommen im DFN0606-3-Miniaturgehäuse von Diodes. Mit einem Footprint von $0,36 \text{ mm}^2$ und einer Höhe von nur $0,4 \text{ mm}$ ist der 45-V-NPN-Kleinsignal-Bipolartransistor BC847BFZ um 40 % kleiner als vergleichbare DFN1006-, SOT883- und SOT1123-Bauteile. Dabei liefert er eine höhere Leistung als vergleichbare Transistoren in deutlich größeren Formfaktoren. Sein bleifreies Gehäuse erlaubt mit einem Wärmewiderstand von nur $135 \text{ }^\circ\text{C/W}$ eine höhere Leistungsdichte.

Mit den Modellen von Diodes können Niederspannungsapplikationen mit weniger als 1 V schalten. So lassen sich mobile Anwendungen auch mit geringer Leistung vollständig einschalten. Mit einem Kollektorstrom von 100 mA und einer Verlustleistung von 925 mW eignen sie sich besonders für Wearables wie Smart Watches, Gesundheits- und Fitness Gadgets sowie Konsumgüter wie Smartphones und Tablets. Der passende PNP-Transistor ist der BC857BZ.

Fazit

Für viele Schaltungen sind Bipolartransistoren mit geringer Sättigungsspannung nicht nur ein adäquater Ersatz für MOSFETs, sondern bringen auch noch einige Vorteile mit: Sie haben einen geringeren On-Widerstand, arbeiten mit einer Ansteuerspannung von unter 1 V, haben eine hervorragende Temperaturstabilität und sind unempfindlich, was ESD angeht. Da sie in beide Richtungen sperren, können sie einen zweiten MOSFET überflüssig machen. Ihre Verlustleistung und damit die Wärmeentwicklung ist geringer, ebenso ihr Preis.

KIOXIA

We are Memory

Enabling world-changing innovations with industry-leading flash memory technology.



KIOXIA

We are SSDs

Best-in-class quality and performance for client, hyperscale and enterprise.



Die Intel-Prozessoren der Serie Atom x6000E

Das Beste aus vielen Welten verbinden

Die Prozessoren-Serie Intel Atom x6000E, Codename „Elkhart Lake“ (EHL), ist das neueste Mitglied der Prozessoren-Familie und bringt Funktionen für eine Vielzahl industrieller Anwendungen mit. Als System-on-a-Chip (SoC) enthält es zahlreiche Ein- und Ausgänge (E/As), wie es sie in einem Intel-SoC bisher noch nicht gegeben hat.

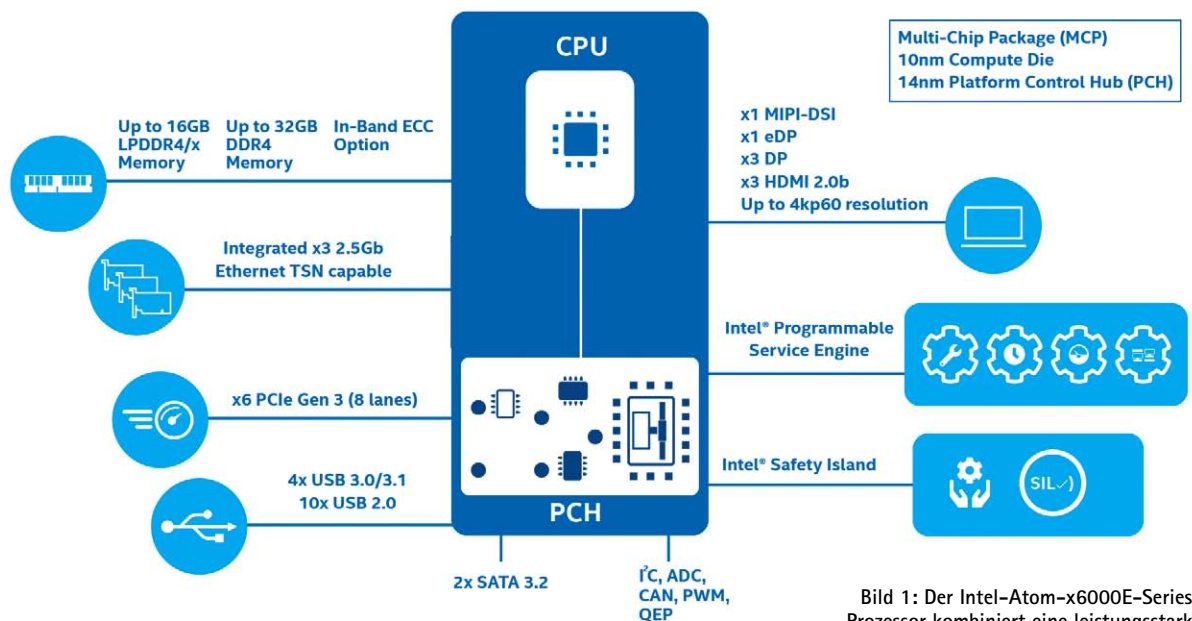
VON BERNIE ESTERMANN,
BUSINESS DEVELOPMENT MANAGER INTEL
BEI RUTRONIK

Der Kern des Intel-Atom-x6000E-Serie-Prozessors bildet eine Dual-Chip-Lösung, die in einem BGA-Gehäuse von 35 mm x 24 mm integriert ist. Der CPU-Komplex basiert auf Intels 10-nm-Prozesstechnologie mit bis zu vier (Tremont-) Kernen mit 1,5 MB L2- und 4 MB LLC-Cache. Dadurch wird bei gleicher Verlustleistung eine um bis zu 1,5-fach (Single Thread) und 1,7-fach (Multi-Thread) höhere Verarbeitungsleistung gegenüber der Intel-Apollo-Lake-Architektur erzielt. Die Intel-Ultra-High-Definition- (UHD) Grafikeinheit mit zweifacher Grafikleistung kann bis zu drei unabhängige Displays mit bis zu 4Kp60 ansteuern. Der Speicher-Controller unterstützt DDR4/LPDDR4 mit bis zu 32 GB und 4267 MT/s. Der Platform Controller Hub (PCH) basierend auf der 14-nm-Prozesstechnologie ist über ein

leistungsstarkes On-Package Interface (OPI) mit 4 GT/s verbunden. Der PCH hält neben den üblichen E/As für PC-Kompatibilität eine Fülle von E/As bereit, die es in einem Intel SoC wie diesem noch nicht gegeben hat: UARTs, SPI, I²C, CAN FD, PWM, Quadrature Encoder Peripheral (QEP) und ADCs. Bild 1 zeigt das Blockschaltbild.

In-Band-Fehlerkorrektur

Ein sehr interessantes Merkmal ist die In-Band-Fehlerkorrektur ECC (IB-ECC), mit der die Sicherheit und Zuverlässigkeit verbessert wird, ohne dass ein zusätzlicher externer ECC-Speicher erforderlich ist. Die IB-ECC speichert ECC-Korrekturbits in internen Caches und externen



Bilder: Intel

Bild 1: Der Intel-Atom-x6000E-Serie-Prozessor kombiniert eine leistungsstarke CPU mit einem Platform Controller Hub (PCH) mit zahlreichen Interfaces.

reservierten Speicherblöcken. Die ECC-Prüfung selbst ist für den Anwender völlig transparent. Sie kann für Speicherbereiche des externen DDR-Speichers mit hohen Sicherheits- und Zuverlässigkeitsanforderungen aktiviert und für andere deaktiviert werden. Aktivierte IBECC-Speicherbereiche unterliegen einer Bandbreitenreduzierung, allerdings wird die Erhöhung der Speicherbandbreite insgesamt in den meisten Fällen im Vergleich zu Apollo Lake ausgeglichen.

Programmable Services Engine

Die Programmable Services Engine (PSE) ist eine Offload Engine auf der Basis eines ARM Cortex-M7 mit 384 kB Tightly Coupled Memory (TCM) und 1 MB L2-Cache, die sich auf dem Platform Controller Hub befindet. Die PSE ist vollständig benutzerprogrammierbar, wobei Intel zahlreiche Referenzdesigns im Quellcode und/oder binär anbietet:

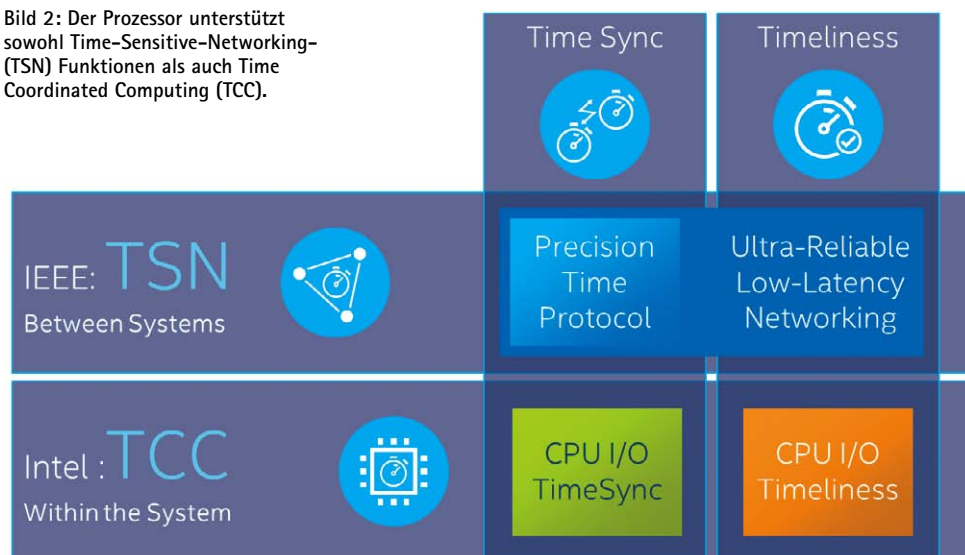
- Embedded Controller (EC) Light: Verlagerung einiger EC-Funktionen von der Plattform auf den PCH, Batteriemanagement, Wärmemanagement
- Out-of-Band Management (OOB): ferngesteuerter Neustart-, Ein-/Ausschalt-Management
- Netzwerk-Proxy: Netzwerkantwort, System Wake
- General Purpose Low Power Computing: Unterstützung von Echtzeitfunktionen, Low DMIPs Computing, Low-Speed-E/A für IoT-Anwendungen (alternativ zur Unterstützung durch einen zusätzlichen externen Mikrocontroller)
- Sensor-Hub: Entlastung der Sensoranwendung und Datenfusion bei niedrigem Stromverbrauch

Kunden mit vorhandener ARM-optimierter Software können mit dem Zephyr Software Development Kit (SDK) ihren eigenen Code generieren, kompilieren und in die PSE portieren.

Echtzeit-Funktionalität

Der Intel-Atom-x6000E-Serie-Prozessor verfügt über drei integrierte 2,5-Gbit-MACs (Media Access Control), die Time-Sensitive-Networking- (TSN) Funktionen unterstützen. Zusätzlich unterstützt der Prozessor Time Coordinated Computing (TCC) (Bild 2).

Bild 2: Der Prozessor unterstützt sowohl Time-Sensitive-Networking- (TSN) Funktionen als auch Time Coordinated Computing (TCC).



Die Intel TCC Time Synchronization bietet einen Hardware-Mechanismus zur Koordination der verschiedenen Zeitgeber in den einzelnen IP-Blöcken.

Intel TCC Timeliness bietet darüber hinaus einen Hardware-Mechanismus zur Angabe der Latenzzeit von Datenpaketen zwischen IP-Blöcken. TSN bezieht sich auf eine Reihe von Standards/Spezifikationen und Funktionen, die auf Standard-Ethernet-Netzwerken basieren und zeitkritische Anwendungen unterstützen.

Funktionale Sicherheit (FuSi)

Intel bietet eine umfassende Softwarelösung für die Intel Safety Island (SI) Engines innerhalb des PCH, um FuSi-Anwendungen zeitnah (TTM) und mit wenigen zusätzlichen Komponenten zu implementieren:

- Leistung: Sicherheitsfunktionen für Multi-core-Hochleistungssysteme mit geringem Stromverbrauch, hoher Integration und hoher Leistung
- Zertifikat: Zertifiziert nach SIL2/Cat.3 PL d, Unterstützung von SIL3/Cat.4 PL e
- Sicherheitspaket: Eine vollständige technische Dokumentation zur Kundenunterstützung für die Systemzertifizierung
- Safety Island: Integrierte Intel Safety Island Controller zur Reduzierung des kundenseitigen Aufwands bei der Implementierung von Sicherheitsmechanismen
- FuSi-Software: Eine Reihe von Sicherheitssoftwarekomponenten zur Erkennung von Hardwareausfällen

- Gemischte Kritikalität: Konsolidierung von sowohl sicheren als auch nicht sicheren Arbeitslasten mit gemischter Kritikalität auf einer zentralen Computing-Plattform

Boot-Lösungen

Eine der Herausforderungen bei der Entwicklung eines eigenen Intel-Prozessor-Basisystems war bislang die Notwendigkeit eines BIOS. Dies bedeutete in der Regel den Einsatz einer BIOS-Standardlösung und eine entsprechende Hardware-Anpassung, was Mehrkosten und Lizenzzahlungen nach sich zog.

Intel bietet nun den Slim Bootloader für ausgewählte Intel-Plattformen an, darunter die Atom-x6000E-Serie. Der Slim Bootloader ist ein Linux-Basissoftwarepaket mit BSD-Lizenzmodell, wodurch anders als mit GPL keine Kundenanpassungen zurückgeladen werden müssen.

Vollständig integrierter Spannungsregler (FIVR) für vereinfachtes Design: Der Intel-Atom-x6000E-Serie-Prozessor ist für viele Anwendungen geeignet, die über die Verwendung der Standardmodule SMARC, Qseven und COMExpress hinausgehen. Das SoC verfügt über zahlreiche E/A-Funktionen, die mit den Standard-Formfaktoren nicht abgedeckt werden können. Um all diese neuen Funktionen nutzen zu können, sind oft kundenspezifische Designs erforderlich.

Unterstützung für funktionale Sicherheit (FuSi): Mit der industriellen Automatisierung steigt die Komplexität von Hardware- und Softwaresystemen und es stellt sich zunehmend die Frage nach der Haftung bei Ausfällen.

Sicherheit für High Performance Computing: Bereitstellung von Sicherheitsfunktionen für Multicore-Hochleistungsmodule mit geringem Stromverbrauch, hoher Integration und hoher Leistung. Integrierte ISI für geringeren Aufwand bei der Implementierung von Sicherheitsmechanismen.

Kürzere Zertifizierungsdauer: Senkung der Gesamtbetriebskosten beim Kunden und Reduzierung der Zertifizierungsdauer im Einklang mit internationalen Standards (IEC 61508).

Konsolidierung und Kostensenkung: Konsolidierung von sowohl sicheren als auch nicht sicheren Arbeitslasten mit gemischter Kritikalität auf einer zentralen Computing-Plattform zur Senkung der Kosten.

Einsatzbedingungen und Zuverlässigkeit für den industriellen Einsatz: Intel-Produkte sind auf hohe Zuverlässigkeit und eine lange Lebensdauer ausgelegt. Für den EHL bietet Intel eine garantierte Verfügbarkeit von 15 Jahren. Für IoT-Geräte, die in rauen Industrieumgebungen zum Einsatz kommen, bietet der EHL einen erweiterten Temperaturbereich von -40

bis +85 °C. Darüber hinaus dient IBEC zum Schutz vor Systemausfällen für eine höhere Zuverlässigkeit.

Sicherheit und Steuerbarkeit: Die integrierten grundlegenden Sicherheitsfunktionen sind in allen Intel-Prozessorreihen verfügbar. Sie helfen Technologieanbietern, die Plattform und die Daten zu schützen und vertrauenswürdige Anwendungen einheitlich zu erstellen. Aus Sicht von Intel erfordern die meisten IoT-Implementierungen eine Kombination von intelligenten Funktionen, hoher Leistung und umfassenden, integrierten Sicherheitsfunktionen. EHL bietet eine vollständige IoT-Sicherheitsreferenzarchitektur, die zeigt, wie integrierte Sicherheitsfunktionen intelligente Geräte auf Basis von Intel-Technologie schützen können.

KI, DL und Machine Vision: Künstliche Intelligenz (KI) eröffnet Produktions- und Industrieunternehmen eine Welt voller neuer Möglichkeiten. KI ermöglicht Herstellern die Vorhersage von Ertrag, Qualität, Energieverbrauch und anderen kritischen Faktoren. Außerdem kann KI helfen, Anlagen bereits vor

einem möglichen Ausfall zu reparieren, Öltaschen zu lokalisieren, Erntebefall frühzeitig zu unterbinden und sicherere Arbeitsumgebungen zu schaffen.

Fazit

Neben der standardmäßigen Kompatibilität mit Windows 10, Linux und vielen Echtzeit-Betriebssystemen bietet die Intel-Atom-x6000E-Serie die bekannten Arbeitslastkonsolidierungen und Virtualisierungen. Die PSE auf dem PCH mit vielen industriellen E/As kann zahlreiche Funktionen übernehmen, für die in der Vergangenheit ein separater Mikrocontroller erforderlich war. Ausgewählte SKUs offerieren funktionale Sicherheit. TSN steuert zusammen mit TCC präzise programmierbare Logic Controllers, PLCs und andere zeitsensible Aufgaben, die mit reinen Windows-basierten Systemen nicht zu bewältigen waren.

Durch die große Anzahl industrieller E/As eignet sich dieses SoC über den Standard-Formfaktor hinaus für preis- und funktionsoptimierte Lösungen. ■

Hall-Effekt-basierte Differenzialstromsensoren

Neuartige Lösung für die Strommessung

Wir digitalisieren, legen Wert auf Ökostrom und arbeiten am Internet der Dinge und an der Industrie 4.0 – große Projekte, die einer ständig wachsenden Weltbevölkerung zur Verfügung gestellt werden müssen. Um sie zu realisieren, benötigen wir Strom zukünftig aus der richtigen Quelle, in der richtigen Menge und an der richtigen Stelle.

VON JENS RHEINSTÄDTER,
PRODUCT SALES MANAGER
ANALOG & SENSORS BEI RUTRONIK

Stromsensoren helfen uns mit ihrer Flexibilität und Vielfalt dabei, den Energieverbrauch zu überwachen und zu regulieren. Allerdings gibt es auch hier Einschränkungen: Durch parallel laufende Stromflüsse und elektromagnetische Strahlung entstehen ungewollte Beeinträchtigungen, die Messergebnisse verfälschen oder stören. Ist ein Stromsensor jedoch in der Lage, diese Streufelder auszublenden, so erweitert sich das potenzielle Einsatzgebiet und öffnet Türen zu den

Applikationen der Zukunft. Hall-Effekt-basierte Stromsensoren mit Streufeldunterdrückung sind in verschiedenen Varianten von wenigen Anbietern erhältlich. Der belgische Hersteller Melexis hat einen kompakten und sehr robusten Stromsensor für die präzise Messung von Gleich- und Wechselströmen in Hochspannungs-Leistungsanwendungen auf den Markt gebracht. Zu den Fokus-Märkten des MLX91220 gehören Automotive, Industrie und erneuerbare Energien.

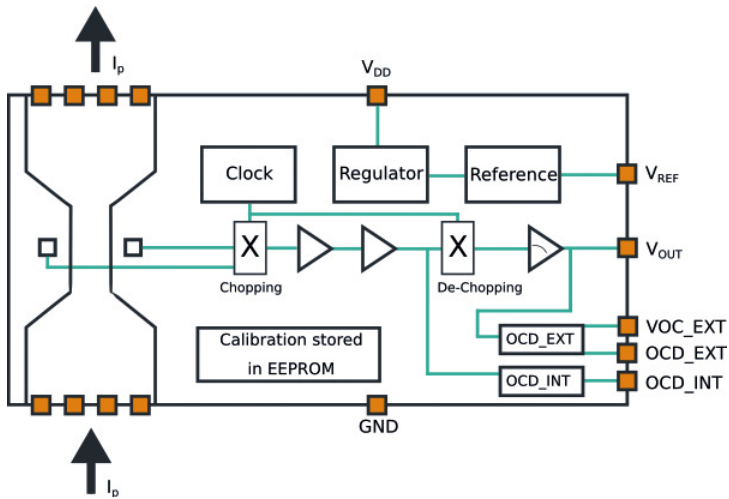


Bild 1: Blockdiagramm des Stromsensors MLX91220 (SOIC16 pinout)

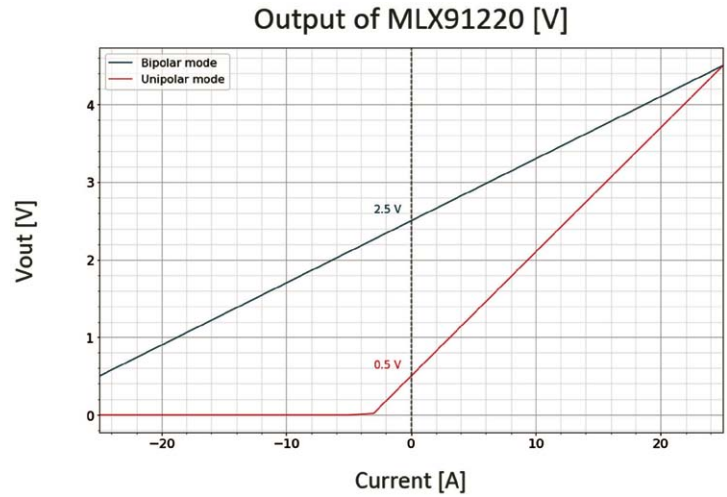


Bild 2: Bipolarer und unipolarer Ausgang des MLX91220

Bilder: Melexis

Das Konzept

Die Funktionsweise des MLX91220 basiert auf einem proprietären Melexis-Design: Der Stromsensor misst das Differenzmagnetfeld, das durch den Stromfluss im primären Kupfer-Leadframe des IC in einem Standard-SMD-Gehäuse erzeugt wird. So erzielt er eine sehr kurze Ansprechzeit sowie eine hohe Immunität gegen externe Streufelder und Übersprechen. Damit eignet er sich ideal für kompakte Leistungselektronik- und Hochgeschwindigkeitsanwendungen. Ein zusätzlicher Überstromerkennungs- (Over Current Detection, OCD) Pin mit einer Ansprechzeit von 2 μ s detektiert mögliche zerstörerische Überströme und/oder Kurzschlüsse, um die Leistungselektronik schnellstmöglich abzuschalten bzw. zu schützen.

Werkskalibrierte Plug-and-Play-Lösung mit Basisisolierung

Der Sensorausgang jedes IC ist werkseitig für einen spezifischen Strombereich kalibriert. Sei-

ne Kompensation sorgt über die gesamte Lebensdauer hinweg für optimale Stabilität, unter anderem hinsichtlich der Temperatur – und damit für Langzeitgenauigkeit.

Die Stromsensoren geben ein lineares Analogsignal aus, das proportional zu dem Strom ist, der direkt durch den Leadframe des IC fließt. Für Anwendungen mit unidirektionalem Strom lässt er sich so einstellen, dass er nur eine Strompolarität ausgibt. Dies ermöglicht einen höheren Ausgangsbereich und eine bessere Auflösung.

Der MLX91220 ist einfach integrierbar. Die Evaluation Boards sind für 32 A RMS-Dauerstrom sowie Stromspitzen von 100 A und mehr ausgelegt. Sie stellen eine komplette Plug-and-Play-Anwendungslösung dar: Es sind weder externe Abschirmungen noch Kerne erforderlich. Zudem liegt keine ferromagnetisch induzierte Sättigung oder Hysterese vor und es ist keine Kalibrierung durch den Endkunden nötig. Die Boards sind sowohl im SOIC-8-Gehäuse mit einer Bemessungsisolierung von 2,4 kV RMS erhältlich als auch im breiten, oberflächenmontierbaren SOIC-16-Gehäuse mit einer Basisisolierung von 4,8 kV RMS gemäß IEC/UL 62368.

Stromsensoren für neue Mikrocontroller

Um die neueren Mikrocontroller-Trends zu unterstützen, fokussiert die neue Generation integrierter Stromsensoren zusätzliche Funktionen wie OCDs und eine weitere Option der Versorgungsspannung (3,3 V). Ein erhöhtes Signal-Rausch-Verhältnis (SNR, Signal to Noise Ratio) sorgt für höhere nutzbare Auflösung und Signalintegrität für die nachfolgenden ADCs in der Signalverarbeitungskette und erweitert gleichzeitig die Bandbreite um mehr als den Faktor vier im Vergleich zur ersten Generation MLX91210.

Fester und ratiometrischer Modus

Der Stromsensor kann je nach Anwendung in einem von zwei Modi verwendet werden. Beide beruhen darauf, dass die Ausgangsspannung des Sensors proportional zum Stromfluss ist, die Differenz jedoch im Ausgangssignal liegt.

Im ratiometrischen Modus steigt die Ausgangsspannung proportional zur Versorgungsspannung V_{DD} . Der Offset beträgt bei bipolaren

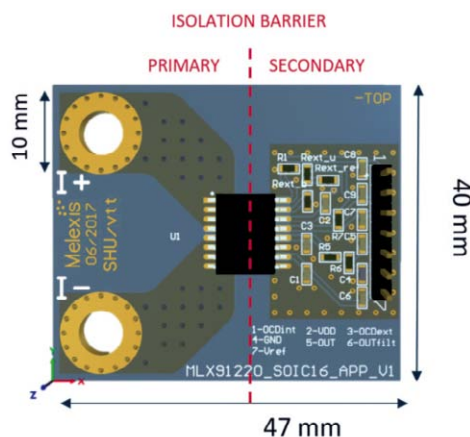


Bild 3: Evaluation Board für den MLX91220 SOIC-16

	OCD _{INT}		OCD _{EXT}	
	Min	Max	Min	Max
Typical Application	Short-circuit detection		Out-of-range detection	
Overcurrent effect	OCD _{INT} pin to V _{SS}		OCD _{EXT} pin to V _{SS}	
Detection mode	Bidirectional		Unidirectional / bidirectional	
Accuracy	Lower		Higher	
Threshold trimming	EEPROM		Voltage divider on VOC _{EXT}	
Response time	1.4 μ s	2.1 μ s	10 μ s typical	
Required Input holding time	1 μ s		1 μ s	
OCD output dwell time	10 μ s		10 μ s	

Kernparameter von interner und externer Überstrom-Erkennung (OCD)

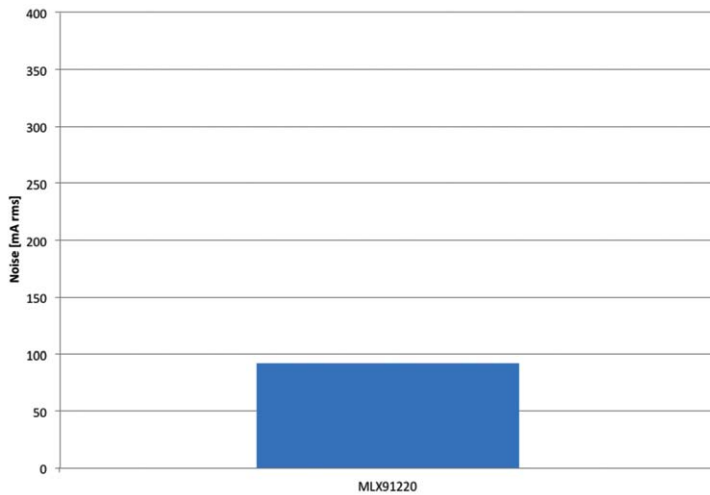


Bild 4: Typisches eingangsbezogenes Rauschen für den MLX91220 mit 80 mV/A Empfindlichkeit bei 5 V

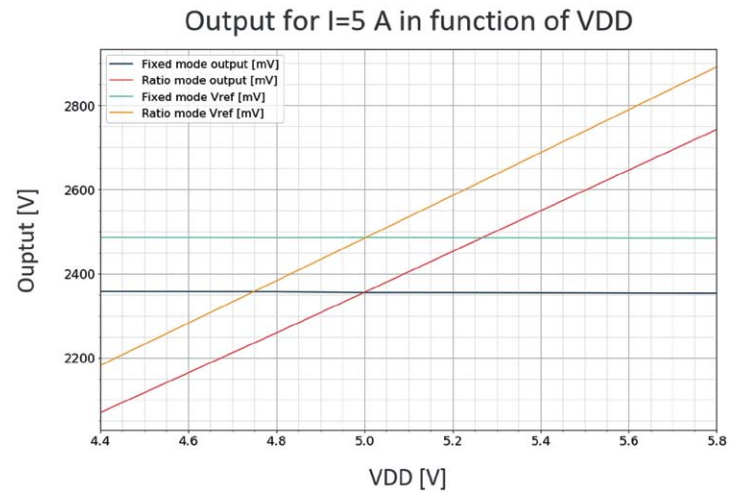


Bild 5: Fester und ratiometrischer Modus des MLX91220, kalibriert auf 5 V

Anwendungen 50 % von V_{DD} , bei unipolaren 10 %.

Im festen Modus ist der Ausgang immun gegen Schwankungen der Versorgungsspannung. Die Ausgangsspannung entspricht stets dem Wert von V_{REF} bei einem Stromfluss von 0 A durch den Primärleiter. Bei der 5-V-Version ist sie auf 2,5 V eingestellt, bei der 3,3-V-Version auf 1,65 V im bipolaren Modus bzw. 0,5 V im unipolaren Modus, unabhängig von V_{DD} . Es ist jedoch auch möglich, für das Ausgangssignal ein externes Referenzsignal zu nutzen, das vom Applikations-Board kommt und vom Sensor verwendet wird.

Überstrom-Erkennung

Für das SOIC16-Gehäuse bietet der MLX91220 zwei OCD-Funktionen, die es ermöglichen, einen an den integrierten Sensor primär angelegten Überstrom zu erkennen. Der interne OCD (OCD_{int}) ist werkseitig abgeglichen und kann auf Wunsch auf einen Schwellenwert zwischen 20 % und 288 % des Skalenendwerts festgelegt werden.

Den externen OCD (OCD_{ext}) kann der Kunde über einen ohmschen Teiler einstellen (vgl. R_{ext} und R_{ext_bi} in Bild 4). Der Schwellenwert wird durch den Ausgabebereich begrenzt. Die wichtigsten Parameter bei den beiden Verfahren sind in der Tabelle auf Seite 17 dargestellt.

Bild 6 zeigt eine bidirektionale Konfiguration der externen OCD. Hier gilt:

$$VOC_{EXT} = V_{REF} \cdot \frac{R_{ext_bi}}{R_{ext} + R_{ext_bi}}$$

Von VOC_{EXT} lassen sich zwei Schwellenwerte ableiten:

$$\text{Lower threshold} = VOC_{EXT}$$

$$\text{Higher threshold} = 2 \cdot V_{REF} - VOC_{EXT}$$

Liegt V_{OUT} außerhalb des Bereichs, der durch die beiden Schwellenwerte definiert ist, wird der OCD_{ext} -Pin mit der Open-Drain-Implementierung auf dem IC nach Masse gezogen.

Fazit

Der MLX91220 ist eine ideale Lösung für kleine, robuste, genaue und kostengünstige Strommessungen. Seine Stärke besteht darin, dass er das Sensorelement, die Signalaufbereitung und die Isolierung auf einer Fläche von wenigen Quadratmillimetern kombiniert und seine thermischen Verluste sehr gering sind – ein erhebliches Plus gegenüber herkömmlichen Shunt-basierten Schaltungen.

Hinsichtlich Strommessbereich, Strommesspolarität, ratiometrischem oder festem Ausgang, Überstromerfassungspegel und Versorgungsspannung ist der MLX91220 kundenspezifisch anpassbar. Er ist sowohl im SOIC-8- als auch im SOIC-16-Gehäuse für verschiedene Basis-Isolationsebenen und mit den entsprechenden Kriech- und Abstandsmaßen erhältlich.

Damit hat der MLX91220 einen sehr breiten Einsatzbereich: Im Automobilmarkt eignet er sich hervorragend für die High-Side-Strommessung von DC/DC-Wandlern und die 50/60-Hz-Phasenstrommessung am Eingang von On-Board Chargers (OBC) – typischerweise ein Teil der PFC- (Power Factor Correction) Schaltung. Weitere Automotive-Anwendungen umfassen die PTC- (Positive Temperature Coefficient) Heizstromüberwachung, HVAC- (Heating, Ventilation and Air Conditioning) Kompressorsysteme sowie die verteilte Stromüberwachung am 12-V-Bordnetz und an Sicherungskästen.

Im industriellen Markt reicht die Anwendungspalette von kleinen Antrieben und Servos über Stromversorgungen bis hin zu Solaranwendungen, DC-Eingangsstrommessungen und industriellen Ladegeräten bis zu 20 kW.

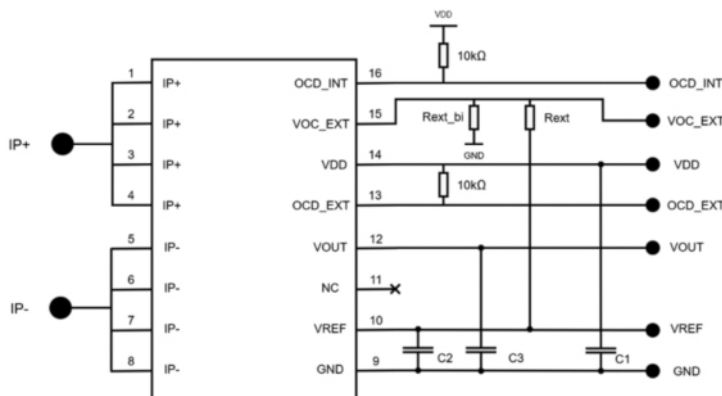


Bild 6: Applikationsdiagramm für den Stromsensor MLX91220 im SOIC-16-Gehäuse

Speicher fürs Internet der Dinge

Die User Experience mit IoT-RAM verbessern

IoT- und Embedded-Anwendungen erfordern immer mehr Speicher mit höherer Bandbreite, kleinem Formfaktor und geringer Leistungsaufnahme. So stellt sich für viele Entwickler die Frage, wie ein idealer Speicher für diese Anwendungen aussehen könnte.

VON CHEN GRACE WANG,
PRODUCT MANAGER BEI RUTRONIK, UND
WESLEY KWONG, BUSINESS DEVELOPMENT
MANAGER BEI AP MEMORY

Die Messlatte für die Nutzererlebnisse von IoT- und Embedded-Anwendungen wird immer höher. Hierfür sind mehr Speicher mit höherer Bandbreite, kleinem Formfaktor, geringer Leistungsaufnahme und damit weniger Wärmeentwicklung bei gleichen oder sogar niedrigeren Bauteilekosten nötig. Das gilt umso mehr, wenn künstliche Intelligenz (KI) und/oder maschinelles Lernen (ML) dazukommen.

SRAM (statisches RAM) ist nach wie vor der Speicher, der die höchste Geschwindigkeit und geringste Latenz aufweist und dem Prozessor am nächsten liegt. Doch er hat einige Nachteile: Die reguläre 6T-SRAM-Layout-Topologie hat sich nicht in gleichem Maß verkleinert wie die Prozessknoten. Zudem nimmt die Verlust-

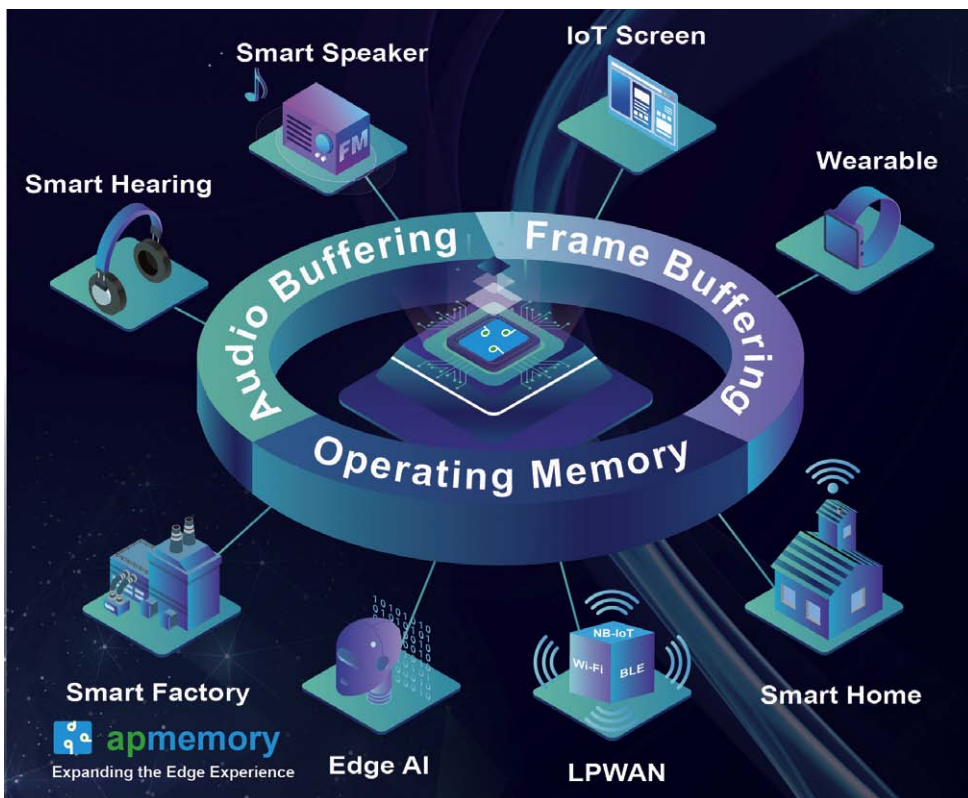
leistung bei Embedded SRAM mit steigendem CPU-Stromverbrauch zu. Dadurch lassen sich die Beschränkungen bei der Leistungsaufnahme und die steigenden Speichieranforderungen der neuesten IoT-Applikationen mit Embedded SRAM immer schwerer erfüllen. Bei externen SRAMs kommt hinzu, dass die hohe Anzahl an Transistoren für steigende Speicherkosten sorgt. Damit können auch die eingeschränkten Formfaktoren kaum erfüllt werden.

Externes DRAM (dynamisches RAM) bietet immer noch erhebliche Kostenvorteile gegenüber SRAMs. Es liefert mit einem einzigen Transistor und Kondensator eine vergleichbare Leistung und ermöglicht so eine wesentlich höhere Array-Dichte. Für Anwendungen, die immer oder meistens an eine Stromversorgung angeschlossen sind, kann externes DRAM eine akzeptable Lösung darstellen. Allerdings kommen die Bausteine mit einer hohen Pinzahl und sind aufgrund ihrer Aktualisierungsanforderungen und dem stetig komplexeren Routing aufwändig zu integrieren. Ältere SDRAMs (synchrone DRAMs) mit niedriger Dichte wurden für ältere Prozessknoten entworfen und eignen sich aufgrund ihrer Größe kaum für kompakte und energieeffiziente Systeme.

Gefragt ist also eine Speicheralternative, die ein hohes Leistungsniveau bei niedrigeren Kosten und geringerem Stromverbrauch bietet und gleichzeitig die steigenden Anforderungen eines umfassenden IoT-Nutzererlebnisses erfüllt.

IoT-RAM kombiniert Vorteile von DRAM und SRAM

IoT-RAM basiert auf der Technologie des pseudostatischen RAM (PSRAM). Sie kombiniert die Vorteile von DRAM – kleine Fläche sowie Produktkosten von bis zu einem Zehntel von



Bilder: AP Memory

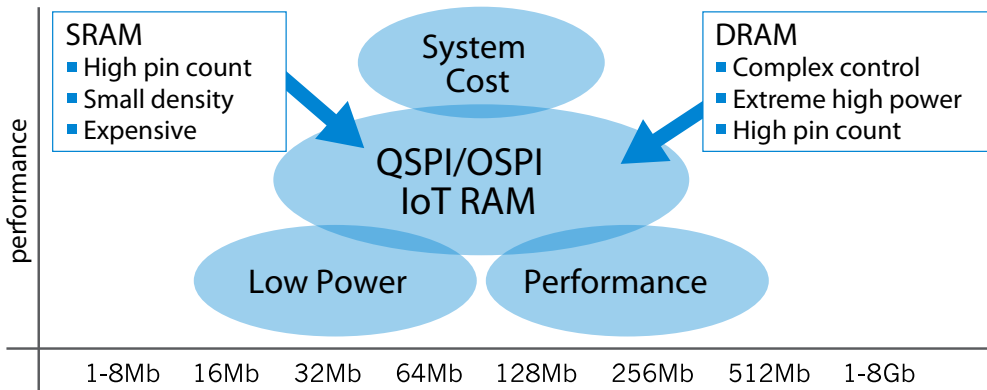


Bild 1: IoT-RAM erfüllt die Forderungen von IoT-/Embedded-Anwendungen nach mehr Speicher bei geringem Energiebedarf und niedrigen Kosten.

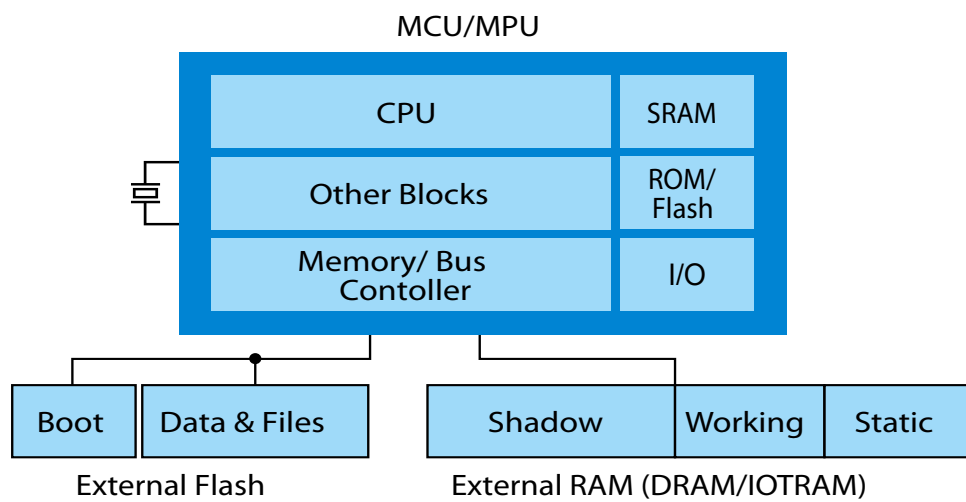


Bild 2: Typisches MCU-basiertes System mit den üblichen Speichern

SRAM und eine Dichte bis zu zehnmal höher als bei SRAM – mit denen von SRAM – hohe Geschwindigkeit, geringe Latenzzeiten und einfache Ansteuerung. PSRAM arbeitet intern mit DRAM-Zellen; diese bestehen nur aus einem Transistor und einem Kondensator, haben aber das Verhalten eines gewöhnlichen SRAM und die klassischen, relativ einfachen SRAM-Schnittstellen.

IoT-RAM bietet darüber hinaus Flash-SPI-Schnittstellen mit niedriger Pinzahl, die von vielen MCUs und FPGAs verwendet werden. Die kostengünstigen IoT-RAM-Lösungen von AP Memory sind mit den SPI-Schnittstellen der meisten MCUs, SoCs und FPGAs kompatibel, einschließlich Quad-SPI (QSPI) und Octal-SPI (OSPI).

System-in-Package- (SiP) Varianten des IoT-RAM eignen sich für die Fälle, in denen SoCs einen größeren Speicher benötigen, als sich mit internem SRAM realisieren lässt. Die SiP-Optionen, vor allem mit sogenanntem Known Good Die (KGD), also einem als fehlerfrei qualifizierten Die, ermöglichen durch höheren Systemspeicher alle genannten Vorteile – und damit „More than Moore“.

Die geringe Latenzzeit von IoT-RAM erlaubt ein schnelles Aufwachen aus Modi mit extrem niedrigem Stromverbrauch, ein sofortiges Aufwachen aus dem Standby-Modus sowie schnelle Einschaltzeiten. Damit kommt IoT-RAM mit einem extrem niedrigen Stromverbrauch aus, je nach Speicherdichte in der Regel 0,15 bis 0,5 µA/Mbit.

	64 Mbit SDRAM	64 Mbit ADMUX PSRAM	64 Mbit OPI IoT-RAM
Active IDD – @200 MB/s 100 MHz	60 mA	35 mA	15 mA
Max Standby Current @25 °C	5000 µA	200 µA	30 µA
Signal Pin Count	38	35	11

IoT RAM punktet vor SDRAM und PSRAM mit niedrigerem Stromverbrauch und geringerer Pinzahl.

Internes Refresh

Betrachtet man das exemplarische MCU-Diagramm (Bild 2), müssen die Bereiche für Arbeitsspeicher und statische Speicherbereiche zunehmend erweitert werden. Kommt hierfür DRAM zum Einsatz, erhöht sich der Stromverbrauch des Systems; zudem wird die Integration eines Refresh Controllers erforderlich.

Mit IoT-RAM ist kein Controller nötig, da die gesamte Refresh-Logik für die DRAM-Zellen – für den Nutzer unmerklich – intern abläuft. Das reduziert die Schnittstellenkomplexität und die damit verbundenen Validierungskosten. Ältere MCU-basierte Systeme, die noch SDRAM verwenden, profitieren von IoT-RAM durch geringeren Stromverbrauch und vereinfachte Schnittstellen (Tabelle).

Flüssige Video-Wiedergabe an der Edge

Betrachtet man einen Anwendungsfall mit Frame Buffering, wird deutlich, wie externes RAM bessere Nutzererlebnisse ermöglicht: Das System muss für Lese- und Schreibaktivitäten seltener auf den langsameren nichtflüchtigen Speicher zurückgreifen; dadurch verbessert sich die gesamte Systemleistung. Das lässt sich auch anhand der Coremark-Testsuite zeigen. Der Nutzer profitiert von einer geringeren Latenzzeit, einer flüssigeren Wiedergabe und zuverlässigeren Aufzeichnungen.

IoT-RAM-Speicherlösungen von AP Memory arbeiten bereits nahtlos mit vielen bestehenden MCUs, SoCs und FPGAs in IoT-/Embedded-Geräten zusammen, bei denen hohe Performance, niedrige Kosten und schnelle Reaktionsfähigkeit gefordert sind. Hierfür pflegt AP Memory enge Partnerschaften mit einer wachsenden Zahl an MCU-, SoC- und FPGA-Anbietern. Die IoT-RAM-Lösungen bieten vereinfachte Signalprotokolle (QSPI, OPI, ADMUX) und Package-Möglichkeiten (KGD, WLCSP, SOP, USON, BGA) für flüchtige Speicher in IoT- und Edge-Produkten. Über Rutronik ist eine umfassende Auswahl sowohl an IoT-RAM- als auch PSRAM-Lösungen mit verschiedenen Speicherdichten von AP Memory erhältlich, die unterschiedliche Leistungs- und Bandbreiten-Anforderungen erfüllen. ■

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.

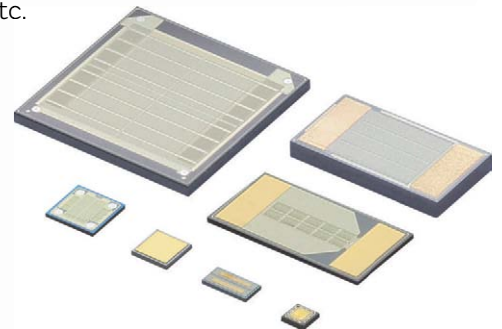
Feature product

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)



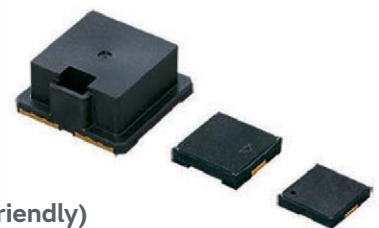
Feature product

Piezo sounders

High quality, high sound volume piezo sounders. Ideal for a wide variety of applications including automotive, white goods, and more...

Features:

- Small size and low profile
- Low power consumption
- SMD package (& reflow-friendly)
- High sound pressure level (volume)
- Suitable for automotive applications



muRata

INNOVATOR IN ELECTRONICS

NAND-Flash-Architekturen

Was kommt nach 2D-SLC-NAND?

Derzeit ist 2D-SLC-NAND noch unangefochtener Platzhirsch für wechselbare Speichermedien. Doch in Kürze wird die 43-nm-Generation abgekündigt; kleinere Strukturen mit 24 nm werden mittelfristig das gleiche Schicksal ereilen. Entwickler sollten sich also schon jetzt mit möglichen Alternativen befassen.

VON DANIEL ZAJCEV,
PRODUCT SALES MANAGER STORAGE BEI RUTRONIK

Mit 100.000 Schreib- und Löschrunden, extrem schnellen Zugriffszeiten, geringen Latenzen, Energieeffizienz, Robustheit sowie Verfügbarkeit kleiner Kapazitäten (z.B. micro-SD mit 128 MB) und mehreren Formfaktoren ist 2D-SLC-NAND derzeit noch unangefochten die Technologie für wechselbare Speichermedien in Industrieanwendungen. Doch in Kürze wird die 43-nm-Generation abgekündigt, und auch kleinere Strukturen werden mittelfristig verschwinden. Da eine Neuqualifizierung Monate, wenn

nicht Jahre dauern kann, sollten sich Entwickler jetzt damit befassen, auf welche Speichertechnologie sie künftig setzen.

Seit der Einführung von NAND-Flash 1987 richtete sich der Fokus bei Weiterentwicklungen auf Kostensenkung durch Strukturverkleinerung. Um den Bedarf nach stets wachsenden Datenmengen abzudecken – bis 2025 sollen 175 ZB an Daten generiert werden – und gleichzeitig die Kosten zu senken, gingen die Innovationen in Richtung dreidimensiona-

les NAND (3D-NAND) sowie die Erhöhung der Anzahl der Bits auf einer Zelle von SLC (Single Level Cell) mit einem bit pro Zelle über MLC (Multi Level Cell) mit zwei und TLC (Triple Level Cell) mit drei bit pro Zelle bis zu QLC (Quad Level Cell) mit vier bit pro Zelle (Bild 1). Die vertikale Schichtung von NAND-Zellen erhöht die Speicherdichte und damit die Speicherkapazität. Damit einher gehen jedoch eine geringere Zuverlässigkeit und weniger Schreib- und Löschrunden.

Hauptmärkte Consumer und Data Center

Charge distribution for NAND Technologies

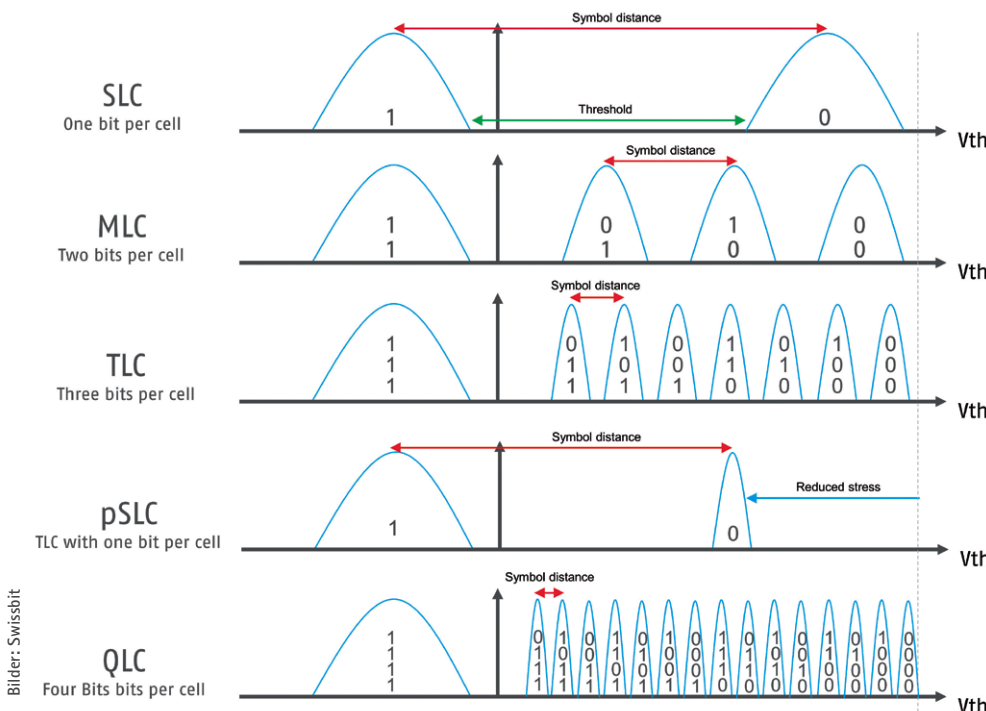


Bild 1: Die Ladungsverteilung bei SLC-, MLC-, TLC- und QLC-NAND-Flash-Speichern zeigt, warum die Zuverlässigkeit und die Anzahl an Schreib- und Löschrunden abnimmt – zumindest ohne Korrekturmechanismen und bessere Controller- und Firmware-Features.

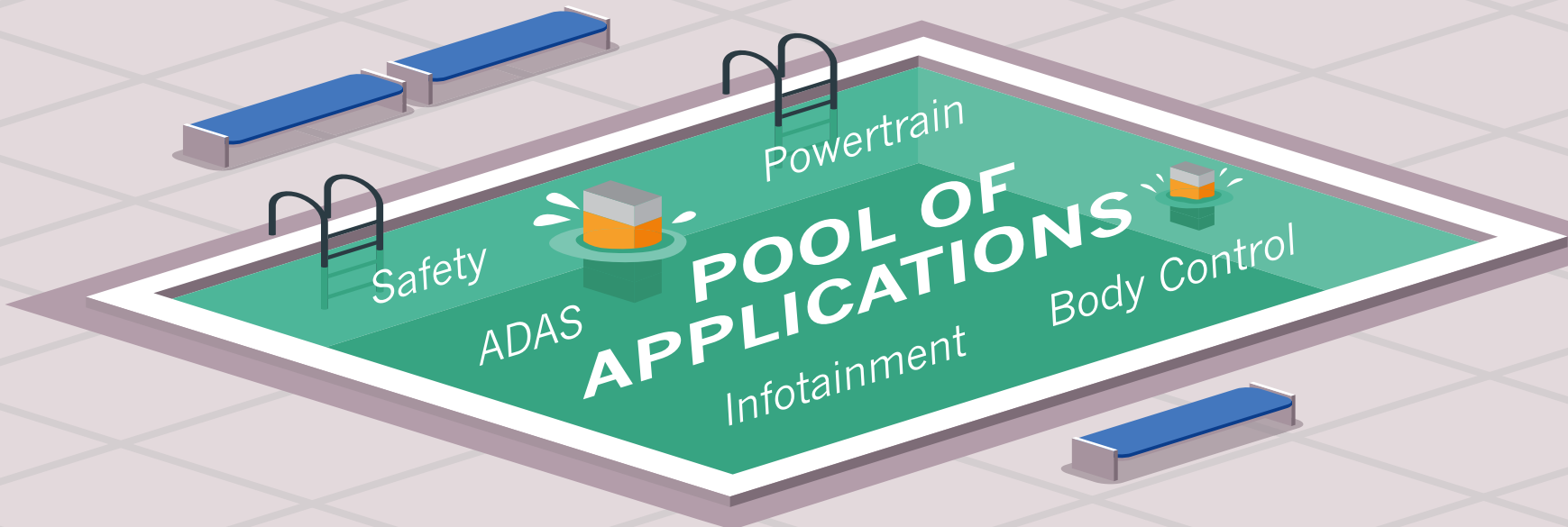
Der Flash-Markt wird maßgeblich vom Consumer- und Data-Center-Markt getrieben; rund 80 % des Absatzes entfallen darauf. Dass hier die Kapazität im Vordergrund steht und nicht – wie bei Industrieanwendungen – die Zuverlässigkeit und Lebensdauer, spiegelt sich in den Produktionszahlen: Inzwischen sind ungefähr 80–90 % der hergestellten NAND-Flash-Speicher 3D-Typen. Den Roadmaps der Hersteller zufolge erhöht sich die Anzahl der Schichten mit jeder neuen Generation. Das ermöglicht wiederum noch größere Kapazitäten pro NAND-Chip. Die Kunden profitieren von spürbar geringeren Kosten, allerdings zu Lasten der Qualität. Doch es gibt auch Modelle, die dieselbe Haltbarkeit bieten wie 2D-NAND.

Für eine lange Lebensdauer von 3D-TLC-NAND-Speichern sorgt die Charge-Trap-Technologie in Kombination mit intelligenteren Controllern, ECC- (Error Correcting Code) und LDPC- (Low Density Parity Check Code) Verfahren. Ein direkter Vergleich ihrer Lebensdauer mit der von aktuellen 2D-SLC-NANDs lässt sich jedoch nur schwer ziehen. Hersteller ma-

AUTOMOTIVE HIGH CAP. MLCC

SAMSUNG

SAMSUNG
ELECTRO-MECHANICS



AEC-Q200

PREMIUM QUALITY

VW80808

Voltage	Application	Size	X7R/X7S Standard - PN Series	X7R/X7S 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	1210" 1206" 0805"	10μF: CL32Y106KBJ4PNE 10μF: CL31Y106KBKVPNE 1μF: CL21B105KBFVPNE	10μF: CL32Y106KBJVPJE 10μF: CL31Y106KBKVPJE 1μF: CL21B105KBFVPJE
25V		1210" 0805"	22μF: CL32Y226KAVVPNE 4.7μF: CL21Y475KABVPNE	10μF: CL32B106KAJVPJE 4.7μF: Coming Soon
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"	2.2uF: CL31E225KAH4PNE 470nF: CL21E474KAF4PNE 220nF: CL10E224KA84PNC

chen ganz unterschiedliche Angaben zu Endurance, Drive Writes per Day (DWPD) und Data Retention. Die Anbieter Intel und Kioxia geben die maximale Anzahl von Schreib- und Löschrunden für ihre 3D-TLC-NAND-Modelle mit 300 bis 3000 an. Zum Vergleich: Auch ein 2D-MLC-NAND-Speicher in 15-nm-Technologie kommt auf maximal 3000 Schreib- und Löschrunden.

Ist 3D-NAND industrietauglich?

Für den Einsatz von NAND-Flash in Industrieanwendungen sind jedoch noch weitere Kriterien ausschlaggebend. Dazu gehören unter anderem die Langzeitverfügbarkeit, das PCN Handling, eine fixierte Bill of Material (BoM) sowie eine hohe Endurance, Data Retention, Temperaturbeständigkeit etc. Einige von ihnen können die Flash-Hersteller garantieren, etwa das PCN Handling und eine fixierte BoM – und inzwischen auch die Funktionalität im erweiterten Temperaturbereich.

Ganze fünf Jahre hat es von der Einführung von 3D-NAND-Flash bis zur Massenproduktion der ersten Modelle mit einer Temperaturbeständigkeit, wie sie in Industrieanwendungen

3D NAND
Endurance vs. Error Correction (P/E cycles)

Technology	BCH 8b/512B	BCH 40b/1KB	LDPC 120b/1KB
SLC	60k	100k	-
pSLC 2D Planar	-	20k	-
MLC 2D Planar	-	3K	-
TLC 2D	-	300	1K
TLC 3D	-	1k	3K
pSLC 3D	-	20K	30k-60K

Bild 2: Für die Anzahl der Schreib- und Löschrunden ist nicht nur die NAND-Technologie ausschlaggebend; auch die Mechanismen zur Fehlerkorrektur beeinflussen die Lebensdauer.

nicht für den erweiterten Temperaturbereich qualifiziert. Das kann auch bedeuten, dass nicht jede Generation an 3D-NAND-Flash für Industrieanwendungen freigegeben wird.

Kleinere Kapazitäten unter 8 GB lassen sich mit der 3D-TLC-NAND-Technologie – zumindest mit den heutigen technologischen Möglichkeiten – nicht realisieren. Denn die 3D-TLC-Speicherchips werden mit einer Kapazität von 32 GB pro Die hergestellt, d.h. als kleinste Kapazität sind 32 GB verfügbar. Kunden, die Kapazitäten von unter 4 GB benötigen, haben bei der Anschaffung auch weiterhin einen preislichen Vorteil, wenn sie 2D-SLC-NAND-Produkte nutzen. Denn hier wird eine kleinere Grundkapazität quasi vom Die finanziert.

Optimierte Firmware und Controller

Einen weiteren Hinweis darauf, dass 3D-TLC-NAND gekoppelt mit immer besseren Firmware- und Controller Features in Zukunft auch für Industrieanwendungen infrage kommt, liefert die 452K-Serie von Transcend. Die TS128GSSD452K im 2,5"-Formfaktor und mit SATA-3-Schnittstelle ist mit dem BiCS4-3D-TLC-NAND bestückt. Laut Herstellerangaben und den durchgeführten Tests soll die SSD 100.000 Schreib- und Löschrunden überstehen. Dafür sorgen der Betrieb des 3D-TLC-NAND im SLC-Modus und massives Overprovisioning, bei dem ein Bereich des Speichers nicht zur Datenspeicherung zur Verfügung steht, sondern für das Datenmanagement reserviert ist.

Fazit

Auch wenn bis zur endgültigen Abkündigung von 2D-SLC-NAND noch einige Jahre vergehen und mit der End-of-Life Notification eine Last-Time-Buy-Bevorratung möglich ist, sind im Hinblick auf den langwierigen Design-in-Prozess frühzeitige Tests von 3D-NAND-Produkten zu empfehlen.

Mit den aktuell zu beobachtenden Entwicklungen und Innovationen seitens der NAND-Flash- und Controller-Hersteller sind Speicherprodukte, die annähernd an die Qualität von 2D-SLC-NAND herankommen, zu erwarten. Ob die Langzeitverfügbarkeit gewährleistet werden kann und 100.000 Schreib- und Löschrunden möglich sein werden, bleibt abzuwarten.

Als Partner von Swissbit, Apacer, Intel, Kioxia, Transcend und Wilk steht Rutronik in engem Kontakt mit führenden Herstellern von NAND-Speichermedien. So finden Entwickler und Einkäufer bei der Auswahl der geeigneten Speichertechnologie umfassende Unterstützung und Beratung durch das Rutronik-Storage-Team.

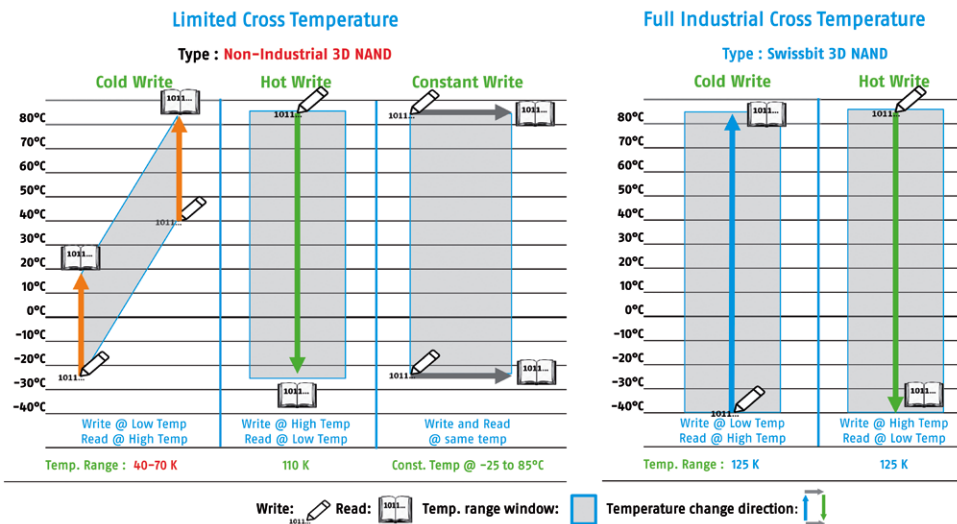


Bild 3: Hochwertige industrielle 3D-NAND-Flash-Speicher können bei sehr tiefen und sehr hohen Temperaturen sowohl lesen als auch schreiben.

gen häufig gefordert ist, gedauert. Die unterschiedlichen Zellgrößen und dementsprechend unterschiedlichen Ladungszustände im oberen und unteren Teil des Dies sorgen für Ungleichmäßigkeiten beim Erkennen der einzelnen Bit-Zustände. Äußere Temperaturzustände erschweren das noch.

Bei Kioxia ist der erweiterte Temperaturbereich aktuell für den BiCS3-Speicher mit 64 Layern freigegeben. Die neue Generation von Kioxia, der BiCS4 mit 96 Layern, ist noch

Inzwischen gibt es jedoch auch Lösungen für Unternehmen, die kleinere Kapazitäten im kompakten Formfaktor benötigen, z.B. für Anwendungen mit einer Grafikschnittstelle in Verbindung mit einem Display. Durch integrierte Intelligenz in Form von Features, die in der Firmware und dem eingebauten Controller stecken, lassen sich auch kleine Kapazitäten realisieren. So bietet zum Beispiel Swissbit den S-46u-8GB-3D-pSLC mit 3D-NAND-TLC und bis zu 30.000 garantierten Schreib- und Löschrunden.

Auswahlkriterien für MLCCs

Bauteile-Auswahl nicht blindlings Tools überlassen

Miniaturisierung ist bei Mehrschicht-Keramikchipkondensatoren schon lange en vogue. Das Downsizing ist jedoch nicht trivial, denn es gilt, viele Randbedingungen zu berücksichtigen.

Digitale Tools können helfen, doch dabei geraten entscheidende technische Überlegungen häufig aus dem Blickfeld.

VON JÜRGEN GEIER, TECHNICAL SUPPORT
CERAMIC CAPACITORS BEI RUTRONIK

Mehrschicht-Keramikchipkondensatoren (Multi-Layer Ceramic Chip Capacitors, MLCCs) sind klein und unterstützen deshalb die Miniaturisierung. Doch dabei muss man Aspekte wie ESD-Schutz (Electrostatic Discharge), EMV-Störungen und Thermomanagement berücksichtigen, außer-

dem die typischen Charakteristiken und die damit verbundenen Driften. Um die Bauteile-Auswahl zu erleichtern, kommen immer häufiger digitale Tools zum Einsatz. Trotzdem muss der Entwickler alle genannten Aspekte im Auge behalten, um schnell zum Ziel zu gelangen und unnötige Designschleifen zu vermeiden.

Anzeige

mpe
GARRY

POWER- & HOCHSTROMKONTAKTE ZUR STROMVERSORGUNG

- Ausführungen : Einpresstechnik / SMT / THT
- automatische Bestückung in T&R Verpackung
- Standardproduktprogramm, sowie kundenspezifische Lösungen möglich



E24-Reihe	10	11	12	13	15	16	18	20	22	24	27	30	33	36	39	43	47	51	56	62	68	75	82	91
E12-Reihe	10		12		15		18		22		27		33		39		47		56		68		82	
E6-Reihe	10				15				22				33				47				68			
E3-Reihe	10								22								47							

Tabelle 1: Kapazitätswertstaffelungen

Code	C ≤ 10 pF	C > 10 pF
A	±0,05 pF	
B	±0,10 pF	
C	±0,25 pF	
D	±0,50 pF	
F		±1 %
G		±2 %
J		±5 %
K		±10 %
M		±20 %
S		-20 ... +50 %
Z		-20 ... +80 %

Tabelle 2: Toleranz-Codes

Low Temp. Requirement (a)	Letter Code for Column (a) (b)	High Temp. Requirement (c)	Numerical Code for Column (c) (d)	max (+/-) %ΔC Over Temp. (e)	Letter Code for Column (e) (f)
-55	x	+45	2	±1.0	A
-30	y	+65	4	±1.5	B
+10	z	+85	5	±2.2	C
		+105	6	±3.3	D
		+125	7	±4.7	E
		+150	8	±7.5	F
				±10.0	P
				±15.0	R
				±22.0	S
				±22/-33	T
				±22/-56	U

For example, X5R = ± 15% ΔC over -55°C~+ 88°C

NP0	E24	bevorzugt E12, Toleranz: ±0,25 pF bzw. ±5 %
X7R	E12	bevorzugt E6, Toleranz: ±10 %
Z5U	E6	bevorzugt E3, Toleranz: ±20 %
Y5V	E6	bevorzugt E3, Toleranz: -20 ... +80 %

Tabelle 3: Vorzugskombinationen bei der Auswahl von MLCCs (Kapazitäten >1 µF: bevorzugt E3-Reihe)

Tabelle 4: Temperaturdriften verschiedener MLCCs (Quelle: Samsung)

Zuallererst empfiehlt es sich, beim Downsizing nicht einfach auf bestehende Wertekombinationen der MLCCs – insbesondere von Kapazität (C-Wert) und Spannung – zurückzugreifen, sondern sich an den tatsächlichen Erfordernissen der Applikation und sogar an der Funktion der einzelnen Bauteile zu orientieren. Idealerweise werden dabei auch die Vorzugsversionen der Hersteller berücksichtigt. Neben C-Wert und Spannung zählen die Impedanz bzw. ESR (Ersatzserienwiderstand) zu den wichtigen Parametern.

Vor allem bei den sogenannten HiCaps, also MLCCs mit C-Werten im µF-Bereich, ist zudem der DC-Bias zu berücksichtigen. DC-Bias ist ein Effekt, der die Kapazität abhängig von der angelegten Gleichspannung absinken lässt. Dieser reicht je nach Bauteil bis herunter auf nur noch ca. 20 % des Ausgangswertes bei Nennspannung. Es ist also zwingend zu beachten, welcher C-Wert im Betrieb nicht unterschritten werden darf.

Bild 1 zeigt einige beispielhafte DC-Bias-Verläufe. Sie machen deutlich, dass die DC-Bias-Rate bei kleineren Bauteilen deutlich höher ist.

Ein weiterer Einflussfaktor auf den DC-Bias ist die Betriebstemperatur, wie die Grafik in Bild 2 zeigt. Hier wird außerdem ersichtlich, dass die verbleibende Kapazität über DC-Bias und Temperatur bei kleineren Bauformen mit höherem Nominalwert deutlich über der von

Temperature characteristics

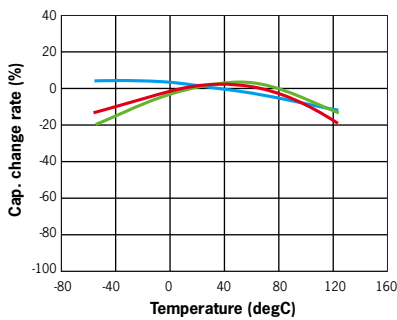
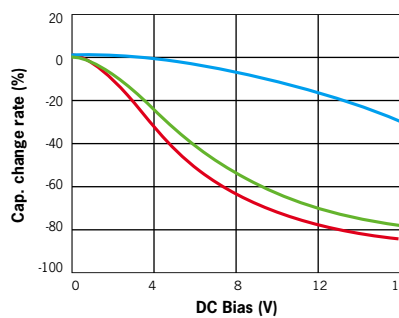


Bild: Murata

Bild 1: Kleinere Bauformen haben eine höhere DC-Bias-Rate.

DC bias characteristics



Comparison of Electrical characteristics

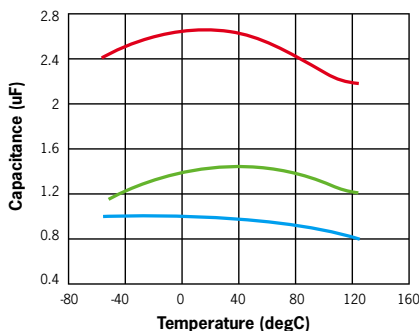


Bild: Murata

DC-biased temperature characteristic (Temp. Char. with 5 V_{DC})

■ GRM21BR71C105KA01, C-Temp., capacitance, DC5.0V, AC1.0Vrms
 ■ GRM188C71C225KE11, C-Temp., capacitance, DC5.0V, AC0.2Vrms
 ■ GRM188C71C475KE21, C-Temp., capacitance, DC5.0V, AC0.2Vrms

Bild 2: Kleinere Bauformen haben eine höhere verbleibende Kapazität als größere.

größeren Bauformen mit kleinerem Nominalwert liegt.

Bei der Staffelung der nominalen C-Werte sollten sich Entwickler auf die Grundorientierung stützen (Tabellen 1 bis 3). Das heißt, sie sollten möglichst nur die „Preferred“-Werte mit den Standard-Toleranzen verwenden. Auf die sogenannten Keramikarten Z5U und Y5V sollte sogar ganz verzichtet werden, da diese mehr und mehr abgekündigt werden bzw. schon abgekündigt sind.

Neben dem Thema DC-Bias sind bei den Klasse-2-Keramikkondensatoren (z.B. X7R, X5R) auch die Temperaturdriften und die Alterung zu berücksichtigen.

Die Temperaturdriften lassen sich relativ einfach aus Tabelle 4 ablesen. Ein X5R-MLCC hat also im Temperaturbereich zwischen $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ und $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ eine zulässige Temperaturdrift von $\pm 15\text{ }%$.

Auch MLCCs altern

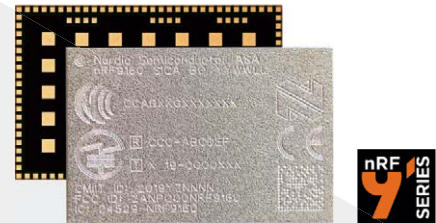
Die Alterung (Aging) bewirkt, dass die MLCCs mit der Zeit an Kapazität verlieren. Der Verlust liegt bei ca. 1 % bis zu ca. 6 % pro Zeitdekade, also jeweils nach einer Stunde, nach zehn Stunden, nach 100 Stunden usw. Dabei gilt: Je höher die C-Werte und je dünner die internen Lagen eines MLCC, desto stärker ist das Aging ausgeprägt. Im Vergleich zu den Effekten DC-Bias und Temperaturdrift ist das Aging während des Betriebes jedoch fast vernachlässigbar, beim Messen von C-Werten zur Prüfung der Toleranzeinhaltung kann es jedoch durchaus eine entscheidende Rolle spielen.

Anders als bei Lebewesen ist die Alterung von MLCCs jedoch ein reversibler Prozess. Durch entsprechende Temperaturbehandlung lässt sich der Effekt rückgängig machen. Hierfür setzt man die Bauteile üblicherweise für eine Stunde $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$ aus und lässt sie dann 24 Stunden ruhen. Auch das Löten führt zu diesem sogenannten Deaging.

Betrachtet man nun die verschiedenen Driften des C-Wertes in Summe, wird sehr deutlich: Es ist nicht sinnvoll, die Klasse-2-Kondensatoren in einer eingengten Nominal-Toleranz von $\pm 5\text{ }%$ anstatt in der Standard-Toleranz von $\pm 10\text{ }%$ einzusetzen – auch wenn das nach wie vor von einigen Herstellern zugestanden, sprich: angeboten und geliefert, wird. Dadurch entstehen nicht zielführende Diskussionen über die Einhaltung der Toleranz. Insbesondere



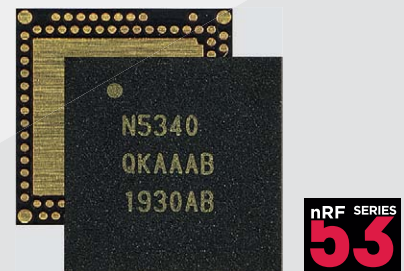
NORDIC
SEMICONDUCTOR



nRF9160 SiP

A compact and highly-integrated System-in-Package that makes the latest low power LTE technology and advanced processing and security accessible and easy to use, for a wide range of single device low power cellular IoT designs.

Read more: nordicsemi.com/nRF9160



nRF5340 SoC

The world's first wireless System-on-Chip with two Arm Cortex-M33 processors. The ideal choice for professional lighting, advanced wearables, and other complex IoT applications.

Read more: nordicsemi.com/nRF5340

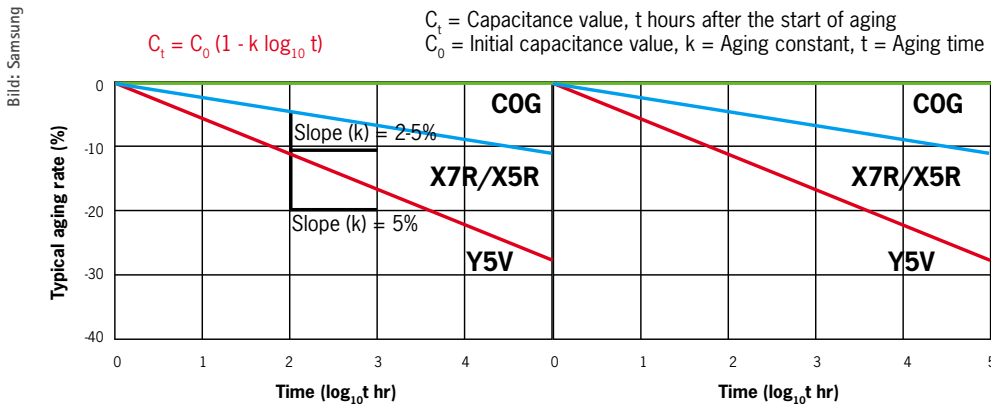


Bild 3: Setzt man MLCCs eine Zeitlang sehr hohen Temperaturen aus, lässt sich ihre Alterung wieder rückgängig machen.

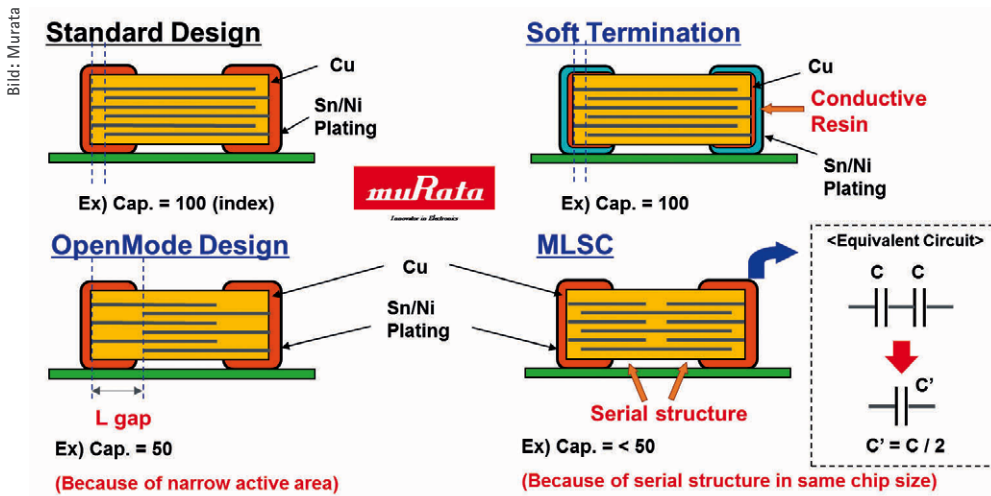


Bild 4: MLCCs mit spezifischen Merkmalen erfüllen auch besondere Anforderungen.

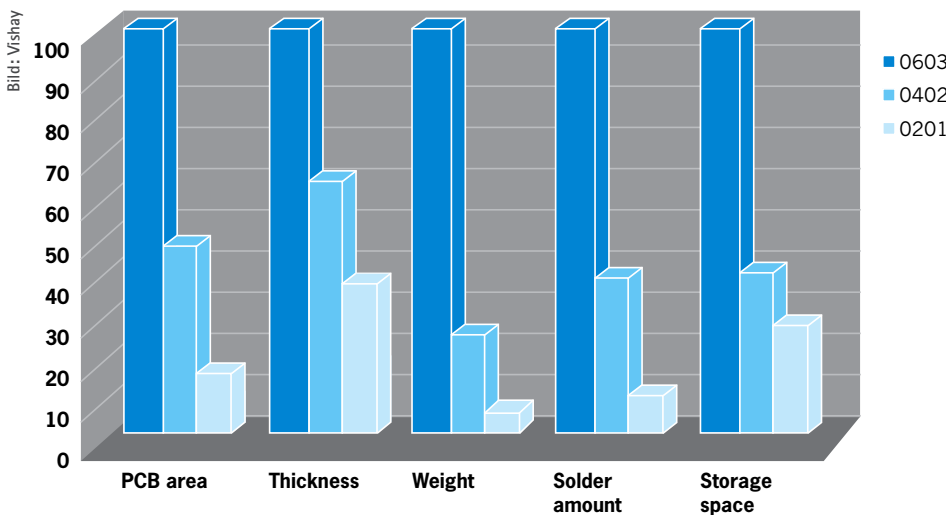


Bild 5: Wirtschaftlichkeitsvergleich verschiedener Baugrößen

er werden beim Messen häufig die erforderlichen Messgeräte und -bedingungen unzureichend eingehalten, z.B. indem die Messspannung, die meist mit 1,0 V als Effektivwert definiert ist, während der Messung einbricht. Das führt dann zur Anzeige eines zu niedrigen Kapazitätswertes.

Spannungsanforderungen besser übererfüllen

Die Angabe der Spannung erfolgt prinzipiell als Gleichspannung – auch wenn sie nicht explizit so gekennzeichnet ist. Handelt es sich

um Wechselspannung, findet sich ein entsprechender Hinweis, z.B. „250 V AC“. Zusätzliche Details und Hinweise, etwa im Zusammenhang mit Ripple-Strom, Peak to Peak usw., beschreiben die Hersteller üblicherweise in den ausführlichen Datenblättern oder Spezifikations- bzw. Applikationshinweisen. Dabei ist aber auch zu beachten, dass MLCCs bei gleichem C-Wert, aber höherer Spannungsfestigkeit (unabhängig von Zuverlässigkeits- oder Fehlerratenbetrachtungen) tendenziell auch dickere Innenschichten aufweisen. Damit zeigen sie einen weniger ausgeprägten DC-Bias.

Andererseits spezifizieren einige Hersteller Kondensatoren, die heute schon in einer Nennspannung z.B. von 50 V möglich sind, weiterhin auch mit kleineren Spannungsangaben.

Bei beiden Konstellationen gilt letztlich: Es ist unkritisch, die Spannungsanforderungen zu übertreffen, also z.B. bei geforderten 16 V einen mit 25 V oder 50 V spezifizierten Kondensator einzusetzen.

Neben den betrachteten Grundparametern spielen bei der Auswahl der Bauteile einige weitere Aspekte eine Rolle. Dazu gehören je nach Applikation und Einsatzgebiet beispielsweise geforderte Qualitäts-Level oder -merkmale, z.B. Automotive Grade (üblicherweise AEC-Q200-qualifiziert) oder Merkmale wie Soft Termination (auch Flexitem, Flexcrack Resistant, Resin External Electrode, Polymer Termination o.Ä. genannt), die die Bildung von Rissen verhindert, wie sie v.a. beim Biegen von Leiterplatten entstehen können (Bild 4).

Motivation für Miniaturisierung

Die Miniaturisierung hat noch andere Implikationen, bedingt durch die Motivation, die dahintersteht. War sie bis vor Kurzem dadurch getrieben, dass moderne Elektronik immer mehr Performance forderte und dafür immer weniger Platz auf der Platine zur Verfügung stand, stehen heute eher Verfügbarkeits- und Wirtschaftlichkeitsaspekte (Bild 5) im Vordergrund, vor allem seitens der Hersteller.

Für Entwickler bedeutet das, dass sie sich verstärkt dem Schritttempo der Hersteller anpassen und genügend Raum für Alternativen lassen müssen, um flexibel und wirtschaftlich zu bleiben – Stichwort Second Source. Dies gilt ganz besonders in schwierigen Marktsituationen, wie sie immer wieder, auch kurzfristig, auftreten können.

Technologien für die Mobilität der Zukunft

Neues Transformator-Design mit enger Toleranz

Elektrofahrzeuge und das Zukunftsversprechen autonomen Fahrens erfordern Fortschritte bei vielen Schlüsseltechnologien – so etwa zum Laden von Hochleistungsbatterien. On-Board-Ladegeräte (On Board Charger, OBC) können von einem neuartigen Design für Leistungstransformatoren profitieren.

VON JOCHEN NELLER,
TECHNICAL SUPPORT BEI RUTRONIK,
UND GERARD HEALY, PRODUCT MANAGER
BEI PULSE ELECTRONICS

Um auch im hohen Leistungsbereich einen guten Wirkungsgrad zu erzielen, sind Leistungsschalter mit niedrigsten Schaltverlusten erforderlich. Moderne Produkte setzen häufig Resonanzwandler-Topologien ein, deren Vorteil darin besteht, die Schaltverluste über das sogenannte ZVS (Zero

Voltage Switching, Nullspannungsschaltung) zu verringern. Es wird insbesondere bei LLC-Resonanzwandlern eingesetzt, bei denen die Resonanzinduktivität den Null-Volt-Schaltbetrieb ermöglicht. Sie eignen sich somit ideal für hocheffiziente Multi-kW-OBC-Anwendungen.

G2RL-SERIE - LOW-PROFILE-LEISTUNGSRELAIS

G2RL-Serie: EN61810-1, UL508 und CSA22.2 zertifizierte Relais mit geringer Bauhöhe für verschiedene Anwendungen mit begrenztem Platzbedarf

- Verfügbar in mehreren Versionen:
 - Hohe Kapazität (Spulenspannung bis zu 48VDC bei 400mW)
 - Hohe Empfindlichkeit (Spulenspannung 5-24VDC bei 250mW)
- Klasse F Spulenisoliersystem
- Sonderausführung für hohe Ströme: E2(23A) entwickelt für hohe Ströme (23A) bei 105°C
- Anwendungsbereiche: Weiße Ware, Industriemaschinen, HVAC



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

www.components.omron.eu

OMRON



Anzeige

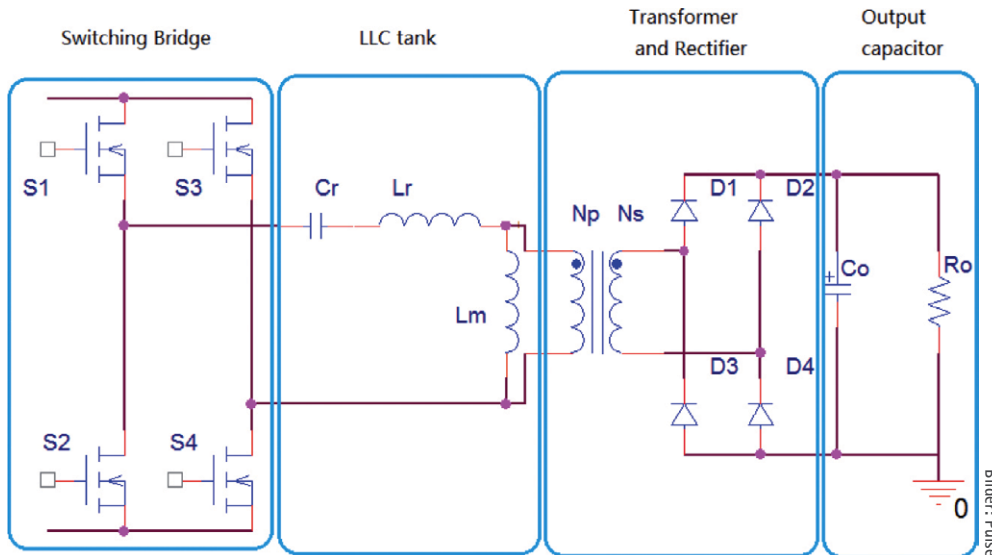


Bild 1: LLC-Wandler mit einem idealisierten Modell für den Transformator

Ein vollständigeres Modell, das die Streuinduktivitäten der Primär- (L_{k_prim}) und der Sekundärwicklung (L_{k_sec}) sowie einer möglichen externen Resonanzinduktivität (L_{ext}) enthält, ist in Bild 2 dargestellt. Es gilt:

$$L_r = L_{ext} + L_{k_prim} \quad \text{(Gleichung 2)}$$

Wie erwähnt, lässt sich die Notwendigkeit der diskreten Resonanzinduktivität beseitigen, indem der Transformator mit ausreichend hoher Streuinduktivität ausgelegt wird. Die Herausforderung dabei ist es, die enge Toleranz für einen solchen parasitären Parameter zu realisieren. Erreicht hat Pulse dies mit einer neuartigen Wicklungskonstruktion.

Spulenkonstruktion im Sandwich-Design

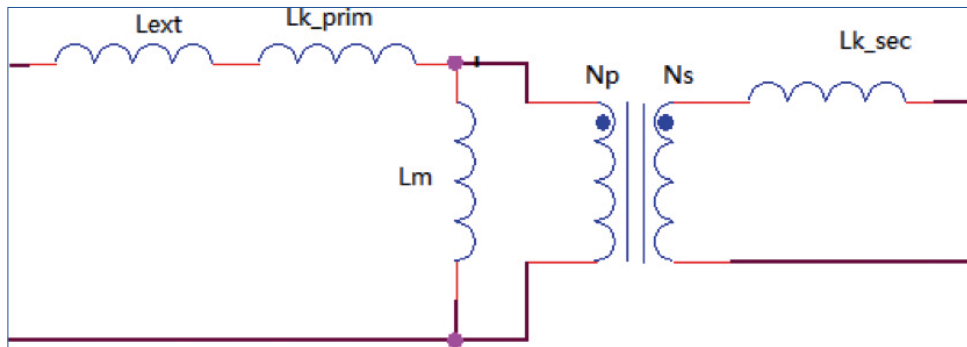


Bild 2: Transformatormodell inklusive der Streuinduktivität

Als Beispiel dient die PQ50/50-Plattform mit Primär- und Sekundärwicklungsdrähten, die entsprechend der Leistung von 3,6 kW dimensioniert wurden. Unter Berücksichtigung der Systemanforderungen, für die der Transformator entwickelt wurde, stellte sich mittels der Gleichungen 1 und 2 zur Bestimmung des Streuinduktivitätswertes heraus, dass eine geteilte Primärwicklung mit einer Sekundärwicklung in Sandwich-Konstruktion dem Zielwert am nächsten kommt.

Die Bezeichnung LLC ist daraus abgeleitet, dass der Schwingkreis auf der Funktion von drei Komponenten beruht: der Magnetisierungsinduktivität des Transformators sowie der Streuinduktivität des Transformators und dem Resonanzkondensator. Dies ist eine bekannte Möglichkeit, um die notwendige Resonanzinduktivität durch die Streuinduktivität des LLC-Transformators zu ersetzen, wenn der Wert richtig dimensioniert und mit der erforderlichen engen Toleranz eingehalten wird.

Die Verstärkung des LLC-Wandlers wird nach folgender Formel ermittelt:

$$\text{Verstärkung} = (L_m + L_r) / L_r \quad \text{(Gleichung 1)}$$

Die Toleranz der Magnetisierungsinduktivität L_m lässt sich kontrollieren, indem ein enger Toleranzwert des Kernluftspaltes eingehalten wird. Die Resonanzinduktivität L_r muss jedoch weiter untersucht werden.

Bild 3 zeigt die Wicklungsquerschnittsfläche einer patentierten Spulenkonstruktion zur Feinabstimmung der Streuinduktivität auf den richtigen Wert. Das Besondere an dieser Konstruktion ist die Möglichkeit, den Abstand zwischen den Wicklungssegmenten unabhängig voneinander zu steuern und die erforderliche Streuinduktivitätsanforderung zu erreichen. Die Breite jedes Wicklungsabschnitts und die Drahtbündelgröße sind sorgfältig auf die Wickelpräzision und damit auf die Einhaltung der Streuinduktivitätstoleranz abgestimmt.

Mithilfe der Finite-Elemente-Modellierung hat der Hersteller Pulse einen 3,6-kW-Leistungübertrager konstruiert, der die Resonanzinduktivität eines LLC-Wandlers mittels der hochgenauen und eng tolerierten Streuinduktivität des Transformators bildet.

Bild 1 zeigt das LLC-Blockdiagramm mit hervorgehobener Resonanzinduktivität L_r . Der Resonanzkreis ist induktiv mit dem Ausgangs-/Glättungskreis gekoppelt. Die magnetische Kopplung wird vorrangig durch die Geometrie der Spulen und des Kernluftspaltes bestimmt.



Finite-Elemente-Methode

Mithilfe der Finite-Elemente-Methode (FEM) lassen sich Bauteile am Computer berechnen. Sie wird häufig verwendet, um mechanische Verformungen von Festkörpern durch Einfluss z.B. von Druck und Temperatur zu simulieren. So lassen sich im Voraus konstruktive Fehler erkennen,

vermeiden und infolgedessen Kosten sparen. Hierfür wird ein Körper virtuell in kleinste, endliche (finite) Elemente zerlegt. Im hier genannten Fall wird mithilfe der FEM simuliert, wie sich ein Ferritkern-Transformator unter Einfluss der magnetischen Durchflutung verhält.

*Finite-Elemente-Methode
für optimiertes Transformator-Design*

Um das Design zu komplettieren und dafür zu sorgen, dass sich die Streuinduktivität auf die Primärwicklung konzentriert, sind eine optimal ausgelegte Konstruktion der Primär- und Sekundärwicklung sowie die optimale Position des Kernluftspaltes notwendig.

Mithilfe der Finite-Elemente-Modellierung, einer modernen Methode, um technische magnetische Probleme zu analysieren und effektive Lösungen zu entwickeln, wurde dieser Entwurf simuliert. Das Ergebnis ist der Magnetfluss, der zum gewünschten Resultat führt. Bild 4 zeigt die Finite-Elemente-Modellierung der einzelnen Flusspfade der Primär- und der Sekundärwicklung.

Ein Prototypenaufbau (Bild 5) und ein elektrischer Test bestätigten die Simulation der Finite-Elemente-Modellierung des optimierten Transformator-Entwurfs. Die Messung der elektrischen Parameter zeigt, dass die angestrebte Streuinduktivität und -toleranz eingehalten wurden. Das heißt: Mit der neuartigen Kon-

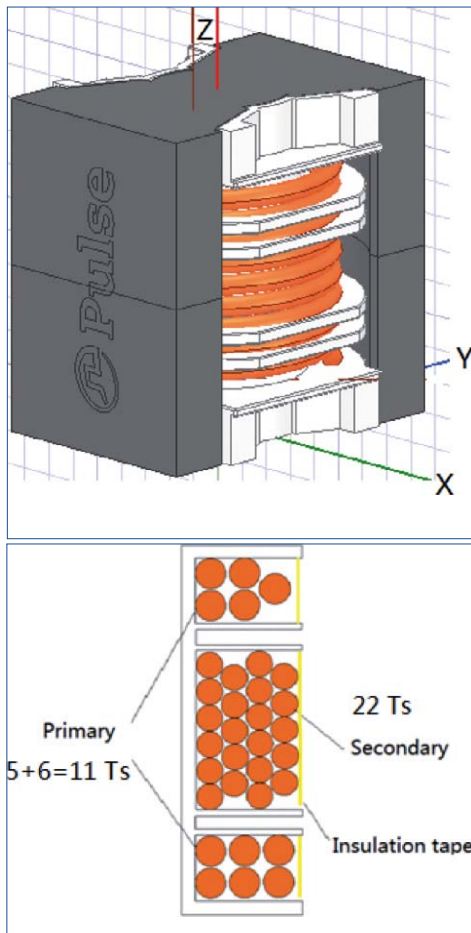


Bild 3: Wicklungsquerschnittsfläche der patentierten Spulenkonstruktion zur Feinabstimmung der Streuinduktivität

OUR PORTFOLIO YOUR SOLUTION



PANJIT is a leading supplier of power semiconductor devices with in-house device design as well as packaging capability. Our product portfolio of MOSFET, FRED, SiC/Si Schottky, Rectifier, TVS, Zener, ESD protection, and BJT will help system engineers to solve design challenges in Automotive, Industrial, Communications, Computing, Consumer, Green Power, and Medical applications.



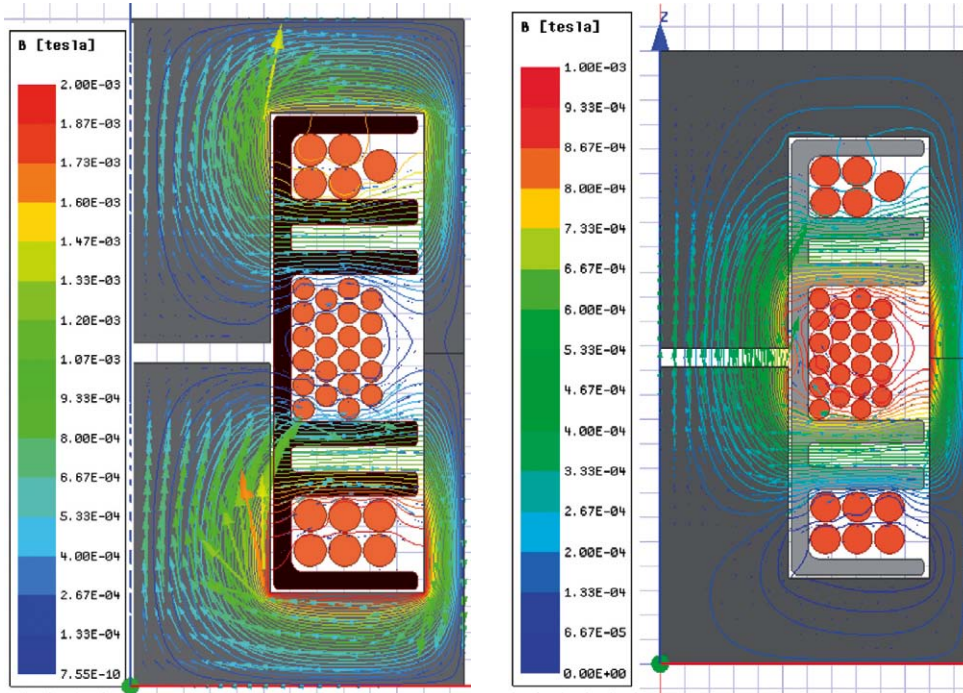


Bild 4: Finite-Elemente-Modellierung der einzelnen Flusspfade der Primärwindung (links) und der Sekundärwindung (rechts)

struktions lässt sich die Streuinduktivität des LLC-Transformators durch eine diskrete Resonanzinduktivität ersetzen.

Einen ausführlichen Bericht finden Interessenten unter www.power.pulseelectronics.com/hubfs/LLC%20Transformer%20Final.pdf.

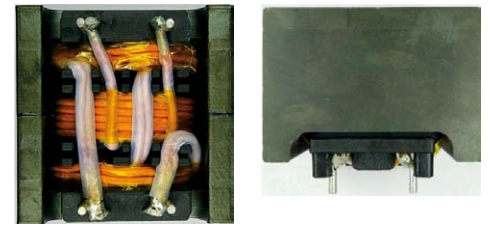


Bild 5: Prototyp des optimierten LLC-Transformators

Supercaps

3-V-Technologie für das Plus an Lebensdauer

Supercaps, auch Ultrakondensatoren genannt, zählen noch zu den Newcomern. Die erst in den letzten Jahren in den Fokus gerückte, aber dennoch erprobte und bewährte Doppelschicht-Technologie erfreut sich schon großer und stetig wachsender Beliebtheit. Mit der 3-V-Technologie dürfte ihre Popularität noch weiter steigen.



VON TOBIAS BAISCH,
PRODUCT SALES MANAGER CAPACITORS BEI RUTRONIK

Eine Reihe von technologischen Vorteilen macht Supercaps oder EDLCs (Electric Double-Layer Capacitors) für viele Einsatzgebiete attraktiv: Die elektrostatischen Energiespeicher weisen sehr niedrige Werte beim Innenwiderstand (ESR) auf; das Temperaturverhalten ist stabil in einem weiten Arbeitsbereich. Aufgrund ihrer hohen Kapazität und vieler Schaltzyklen können sie aktuelle Batterien bzw. Akkus ergänzen oder in seltenen Fällen auch ersetzen.

Für die Kombination aus Supercaps und Li-Ionen-Batterien verfügt Rutronik über eigens

patentierte Lösungen basierend auf einer hocheffizienten DC/DC-Wandler-Topologie mit ultraschnellen Schaltfunktionen für sehr dynamische Lasten mit hohen Spitzenströmen. Damit wird ein Hochenergiespeicher (Batterie) mit einem Hochleistungsspeicher (Supercap) kombiniert und emuliert damit quasi eine neue Generation von Energiespeichern mit den gleichzeitigen Vorteilen der Li-Ionen-Batterie und der Supercaps. Im Ergebnis verdoppelt sich die Lebensdauer der Batterie bei hervorragenden Spitzenströmen, und die nichtreversiblen Verluste werden reduziert.

In den letzten zwei Jahrzehnten haben die Hersteller von Ultrakondensatorzellen viel in ihre Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten investiert. Eines der Hauptziele: die Zellspannung von ursprünglich 2,3 V sukzessive zu steigern. Aktuell ist die 3-V-Technologie der Stand der Technik. Hieraus ergeben sich im Vergleich zu früheren Versionen mit geringen Spannungswerten einige Vorteile: Je höher die Spannung, desto höher der Energiegehalt der Zelle. Je nach Applikation kann dadurch eine geringere Anzahl von Kondensatoren genutzt werden, sodass sich Einsparungen bei Platzbedarf, Gewicht und Kosten ergeben. Bei Ver-

Bilder: AVX, Eaton, Maxwell, Samwha, Sech



wendung der gleichen Anzahl von Kondensatoren ist eine Erhöhung der Lebensdauer ein großes Plus. Außerdem lassen sich Applikationen realisieren, die vorher mit Supercaps aufgrund mangelnden Energiegehaltes nur eingeschränkt umsetzbar waren, wie z.B. bei der Rekuperation von Bremsenergie in Fahrzeugen.

Um ein Spannungsniveau von 3 V zu erreichen, müssen alle Materialien optimal aufeinander abgestimmt sein. Entscheidend sind die Oberflächenstruktur der Aktivkohleschicht sowie die Zusammensetzung des Elektrolyts. Um eine möglichst große zugängliche Oberfläche zu erreichen, wurden vor allem die Größe der Poren, ihre Verteilung und Geometrie sowie die chemischen Oberflächeneigenschaften des Kohlenstoffmaterials verbessert. Zudem trägt es zu einem besseren Spannungspotenzial bei, wenn die positive und negative Karbonschicht den Eigenschaften des Elektrolyt-Anions und -Kations angepasst sind. Das Verhältnis der verschiedenen geladenen Ladungsträger ist somit optimal aufeinander abgestimmt und ergibt die größtmögliche elektrische Oberfläche.



Dabei wird gewährleistet, dass die Zelle gleichzeitig auch den aktuellen Anforderungen in der Industrie bestens gerecht wird. Das heißt: Unter Berücksichtigung definierter End-of-Life-Kriterien, das sind herstellerabhängig beispielsweise 20 % Kapazitätsverlust und/oder eine ESR-Erhöhung um 100 %, muss die 3-V-Zelle mindestens dieselbe Lebensdauer aufweisen wie eine 2,7-V-Zelle. Diese liegt häufig bei 1500 Stunden bei 65 °C Umgebungstemperatur.

Heute ist die 3-V-Technologie State of the Art und bietet mit ihren Vorteilen die Möglichkeit, Projekte und den künftigen Einsatz von Supercaps in diversen Applikationen voranzutreiben und weiter zu optimieren.

Wer eine 2,7-V-Zelle in einem bestehenden Layout eins zu eins gegen eine 3-V-Zelle austauscht, hat zwar dieselbe Anzahl an Bauteilen und dieselben Bestückungskosten, aber einen deutlichen Zugewinn an Lebensdauer des Supercaps. Durch die 0,3 V mehr an Spannungsfestigkeit reduziert sich die Spannung im Verhältnis zum Nominalwert der Zelle, sodass der Supercap bei gleichbleibender Spannungsbelastung ein Plus an Lebensdauer gewinnt. Das kann für manche Applikationen das letzte benötigte Quäntchen an Lebensdauer bedeuten und diese somit realisierbar machen. Dabei kann es sich um eine Neuentwicklung handeln oder um ein Redesign, das aufgrund der bisherigen technischen Spezifikation nicht erfolgreich gewesen wäre, mit der neuen Technologie nun aber die Anforderungen an die Lebensdauer erfüllt. Bei einem bestehenden, funktionierenden Layout bzw. Design, aufgebaut mit 2,7-V-Zellen, kann durch den Einsatz der 3-V-Zelle die Applikation mit einer höheren Lebensdauer ausgewiesen werden als zuvor.



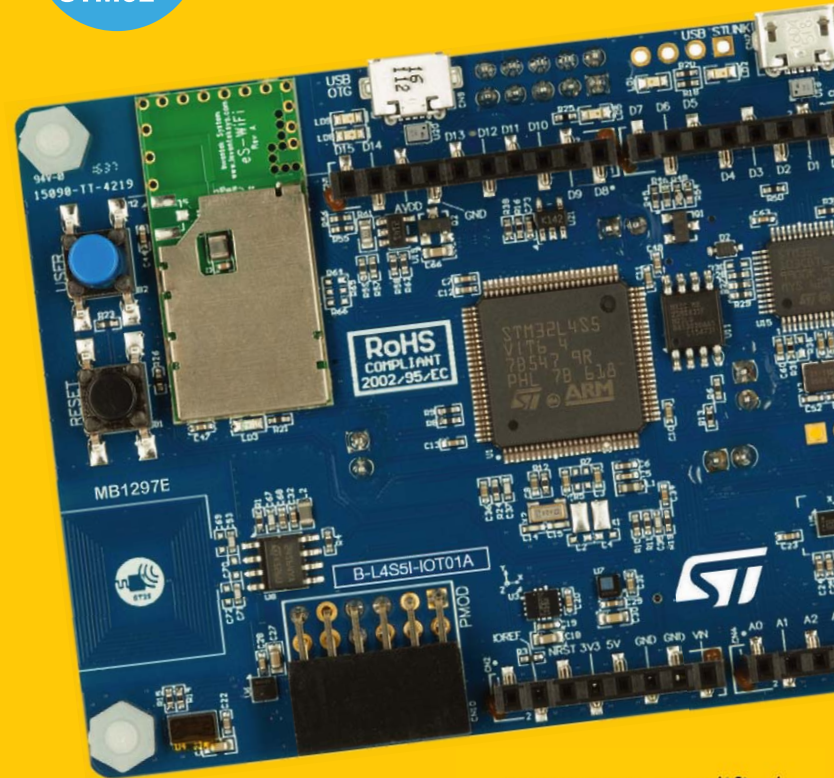
Manchmal lohnt es sich aber auch, zu prüfen, wie viele Zellen tatsächlich benötigt werden – gerade bei Schaltungen mit vielen Einzelzellen in Serie. Können durch die höhere Spannung je Zelle Bauteile eingespart werden, ergibt sich ein Platzvorteil, der die bei vielen Applikationen gefragte Miniaturisierung erfüllt. ■



B-L4S5I-IOT01A



STM32L4+ Discovery Kit IoT Knoten, Low-Power Wireless, BLE, NFC und WiFi



- Ermöglicht die Entwicklung von Applikationen mit direkter Verbindung zu Cloud Servern
- Ultra-Low-Power 32-Bit Arm® Cortex®-M4 Mikrocontroller STM32L4S5VIT6 aus der STM32L4+ Serie
- Umfassende Referenz Design Lösung:
 - STSAFE-A110 Secure Element
 - Bluetooth® 4.2 und WiFi® Module
 - NFC Tag mit PCB Antenne
 - ST MEMS Sensoren
- Komplett integriert ins STM32Cube Ecosystem und bereit zur Anbindung an AWS

Weitere Informationen unter www.st.com/B-L4S5I-IOT01A

Miniaturisierung

Den Bauraum von induktiven Bauteilen reduzieren

Platz auf der Platine ist knapp. Gleichzeitig steigen die Anforderungen an die technischen Eigenschaften der induktiven Komponenten.

Doch durch die Auswahl der richtigen Technologie gelingt der Spagat zwischen Platzbedarf und Performance.

VON MARTIN DOSSMANN,
PRODUCT SALES MANAGER INDUCTORS
BEI RUTRONIK

Im Automobilbereich ist es längst üblich, den verfügbaren Bauraum von Modulen festzulegen, bevor mit der Entwicklung der eigentlichen Komponente überhaupt begonnen wird. Auch in der Industrie gibt es verstärkt Größenrestriktionen, um Platz, Gewicht und Kosten einzusparen. Gleichzeitig erfordern moderne Designs vieler Applikationen höhere Ströme, höhere Schaltfrequenzen, höhere Effizienz und ein besseres Temperaturmanagement.

Power-Induktivitäten

Ein klassischer Anwendungszweck für Induktivitäten ist die Filterung von elektrischen Störungen in einem Leiter. Zum Filtern von Gegenakt-Störungen in einem Stromsignal werden Spulen mit einfacher Wicklung eingesetzt. Um den Filterungseffekt zu verstärken, ist die Nutzung eines Ferritkerns üblich. Bei hohen Strömen und Temperaturen tritt jedoch ein Sättigungseffekt auf. Oft werden Spulen genutzt, die deutlich höhere Puffer-Induktivitätswerte aufweisen als eigentlich für die Applikation notwendig, um diesen Effekt zu umgehen. Nachteil dieser Überspezifizierung ist, dass die Bauteile dadurch signifikant größer und teurer werden.

Ein eleganter Ansatz, um das zu vermeiden, ist die Verwendung von Spulen mit einem anderen Kernmaterial, etwa Eisen- oder Metallpulver. Bild 2 zeigt den Induktivitätsverlauf von Ferrit- und Metallpulver-Drosseln bei steigenden Strömen und verschiedenen Temperaturen. Die Metallpulver-Bauteile haben sowohl bei 25 °C als auch bei 150 °C einen stabileren Verlauf des Induktivitätswerts als die Ferrit-Modelle.

Für die Produktauswahl in der realen Anwendung bedeutet das, dass Spulen mit niedrige-

rer Nenninduktivität gewählt werden können. Das geht in der Regel mit einem kleineren Footprint und dadurch einer günstigeren Komponente einher.

Inzwischen sind Technologie und Produktionsprozess der Metallpulver-Induktivitäten den Anforderungen des Marktes angepasst: Sie erfüllen die technischen Anforderungen moderner Applikationen und sind kommerziell wettbewerbsfähig.

Doch ein genauerer Blick auf die Spezifikation der Applikation lohnt sich. Anstatt bei der Komponentenauswahl den Nennwert der Induktivitäten im Datenblatt zu vergleichen, sollte man sich die Frage stellen: „Welcher Induktivitätswert wird bei realem Betriebsstrom und der üblichen Umgebungstemperatur benötigt?“ Das konstante Verhalten der Metallpulver-Spulen gibt außerdem die Sicherheit, dass sie den EMV-Test zuverlässig bestehen.

Übertrager und EMI-Filter

Übertrager und EMI- (Electromagnetic Interference) Filter werden vergleichsweise selten mit Standardprodukten realisiert – zu vielfältig sind die Anforderungen an diese Produkte. Die Hersteller haben die Komponenten in den letzten Jahren technologisch deutlich weiterentwickelt. Insbesondere bei Stromversorgungen im Bereich der Leistungselektronik werden bei klassischen Ferritkern-Designs für Hochfrequenz-Übertrager gerne die Grenzen der Spezifikation ausgereizt. Der Übertrager ist oft das Bauteil mit der größten Bauhöhe auf der Platine. Dadurch ist dessen Miniaturisierung von besonderer Bedeutung. Außerdem trägt er mit seinem großen Volumen signifikant zur Erwärmung des Gesamtsystems bei.



Bild 1: Induktivität in Ferrit- und Eisenpulvertechnologie

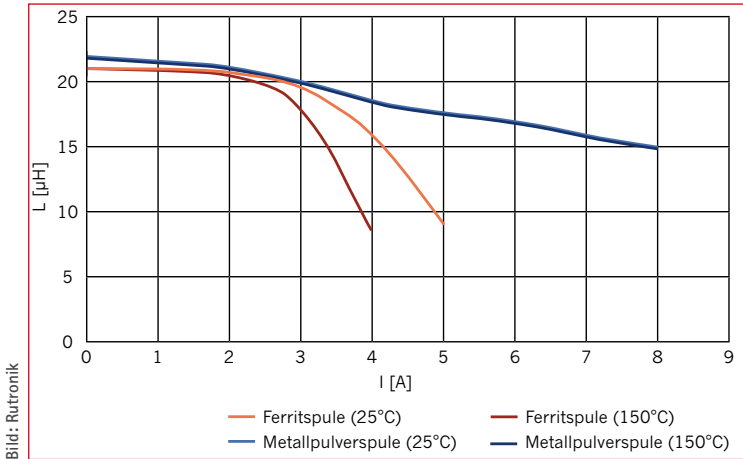


Bild: Rutronik

Bild 2: Typischer Sättigungsverlauf von Spulen verschiedener Technologien mit einem Nennwert der Induktivität $L_0 = 22 \mu\text{H}$ und Footprint von $10 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$.

Um kleinere Bauformen und effizientere Schaltungen realisieren zu können, wurden sogenannte nanokristalline Kerne entwickelt. Diese Materialien verfügen über eine deutlich erhöhte magnetische Permeabilität (s. Tabelle). Dadurch lässt sich eine größere magnetische Flussdichte im Bauteil erzeugen. Außerdem ermöglichen sie Übertrager mit einer höheren Schaltfrequenz, was geringere Verluste bedeutet.

Ein weiterer Trend sind offene Designs, die nicht von einem Gehäuse umschlossen sind, sondern zur Einhaltung der Kriechstromfestigkeit lediglich auf einer Grundplatte montiert werden. Das spart Platz und begünstigt eine bessere Temperaturabfuhr.

Fazit

Heute stehen Induktivitäten mit verschiedenen, teils neuen Materialien und Designs zur Verfügung, die alle zentralen Anforderungen zeitgemäßer Applikationen beantworten: geringe Größe und niedriges Gewicht sowie höhere Ströme und Schaltfrequenzen und ein optimiertes Temperaturverhalten. Bei der Komponentenauswahl ist es entscheidend, nicht nur die Nennwerte der Induktivitäten zu berücksichtigen, sondern auch die Werte im realen Betrieb der Applikation. ■

Materialklasse	Magnetische Permeabilität μ
NiZn-Ferritkerne	10–3500
MnZn-Ferritkerne	300–20.000
nanokristalline Ferritkerne	700–200.000

Gängige Kernmaterialien mit ihren Permeabilitätswerten

HAL 39xy – 3D HAL® Technology based Stray Field Robust



master|HAL[®]
Technology

- Stray-Field robust detection
- 3D capability enabled by 3D HAL® Technology
- Various output formats: SPI - SENT/PWM - PSi5
- Magnetic range ± 10 to $\pm 100 \text{ mT}$
- Angular error: $\pm 0.6^\circ$
- Setpoint linearization (17 variable & 33 fixed)
- Wide supply voltage range: 3.0 V... 16 V
- ISO 26262 development: ASIL-B ready
- Various packages



TDK-Micronas GmbH
Hans-Bunte-Str. 19 · 79108 Freiburg · Germany

Operationsverstärker mit EMI-Immunität

Wenn Hochfrequenzfilter an ihre Grenzen stoßen

IEEE802.11, Bluetooth, UMTS, GSM: Diese Funk-Kommunikationsprotokolle könnten unterschiedlicher nicht sein, und doch haben sie eine Gemeinsamkeit: elektromagnetische Wellen, die die Signalverarbeitung integrierter Schaltungen stören können. Abhilfe gegen Hochfrequenzstörungen schaffen EMI-feste Schaltungen.

VON DAVID MITTBRODT,
PRODUCT SALES MANAGER
ANALOG & SENSORS BEI RUTRONIK

Die kabellose Datenübertragung besitzt viele Vorteile, und in den letzten Jahren haben sich verschiedene Kommunikationsprotokolle etabliert. Allerdings können die hochfrequenten elektromagnetischen Wellen, mit deren Hilfe Geräte kabellos miteinander kommunizieren, in elektronischen Schaltkreisen und Komponenten erhebliche Störungen verursachen.

Der Frequenzbereich von HF-Signalen erstreckt sich, je nach Definition, von 3 MHz bis zu 30 THz. Das größte Problem der meisten analogen ICs ist ihre Anfälligkeit gegenüber demodulierenden und intermodulierenden Hochfrequenzstörungen, die außerhalb ihres linearen Frequenzbereichs liegen. Dieser Effekt spielt vor allem dann eine Rolle, wenn Signale verstärkt oder angepasst werden sollen.

Im Mobilfunk werden Frequenzen im Mikrowellenbereich verwendet. Sie liegen zwischen 900 und 2700 MHz. Auch wenn diese Signale außerhalb der Bandbreite eines betroffenen Operationsverstärkers liegen, können sie in diesem EMI (Electromagnetic Interference) Störungen induzieren. Sie entstehen, da die Wellenlänge des HF-Signals beispielsweise bei 900 MHz mit 33 cm oder bei 2,4 GHz mit 13 cm ausreichend länger ist als die Gehäuseanschlüsse des Operationsverstärkers. Und so fungieren Leiterbahnen, Platinen, Bonddrähte und Anschlüsse der Komponenten als effektive Antennen, die diese hochfrequenten Störungen aufnehmen.

Ein Beispiel aus der Praxis ist das Autoradio: Das Audiosignal wird durch einen Operationsverstärker verstärkt. Werden hochfrequente

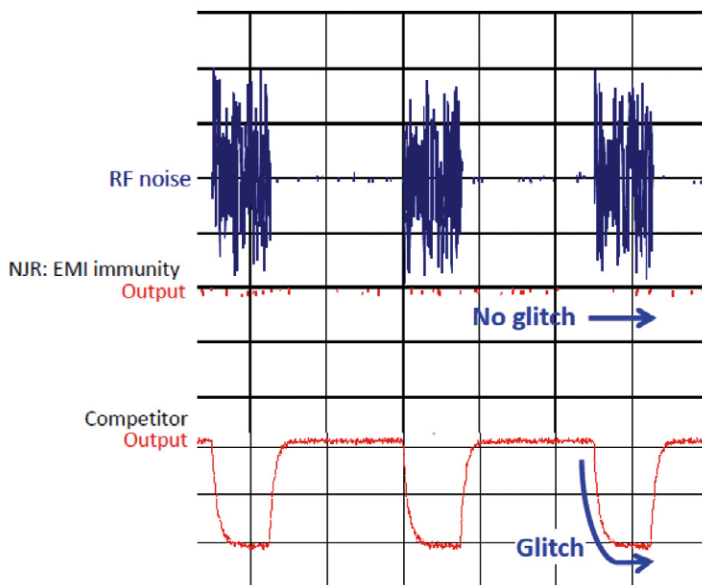


Bild 1: Vergleich des Ausgangssignals zweier Operationsverstärker bei Eintritt eines HF-Signals, davon einer mit und einer ohne EMI-Störfestigkeit

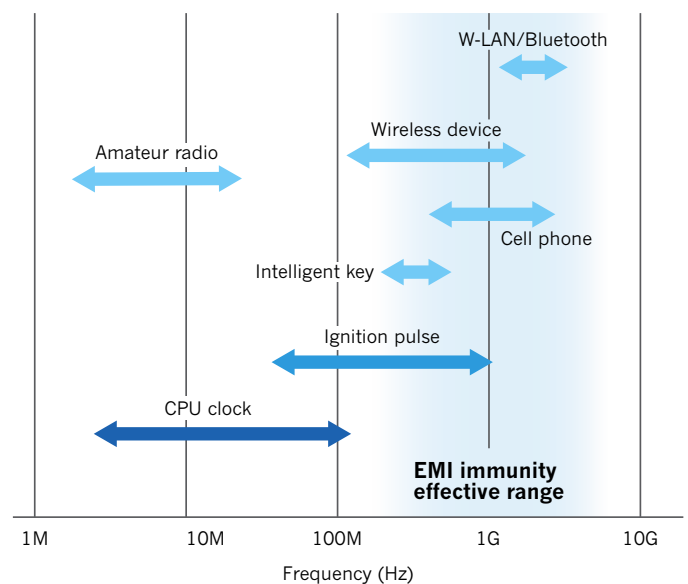


Bild 2: Hochfrequenzbereiche verschiedener Geräte; in Blau der Bereich, der von Operationsverstärkern mit EMI-Immunität abgedeckt wird

Signale, die über die eigentliche Nutzbandbreite des Geräts hinausgehen, in die Schaltung eingekoppelt, schwankt die Spannung am Eingang des Operationsverstärkers. Das hat wiederum einen negativen Einfluss auf die Qualität des Signals am Ausgang des Operationsverstärkers. Die Eingangsspannung am Operationsverstärker steigt schlagartig an und verursacht an diesem eine Verschiebung der Ausgangsspannung.

Wie lassen sich Störungen in Schaltkreisen vermeiden?

Bei analogen Niederfrequenz-Schaltkreisen ist es oft möglich, Filter und Abschirmungen einzubauen, die die gesamten hochfrequenten Störsignale dämpfen bzw. filtern. Dies führt jedoch häufig zu umfangreichen und komplexen Schaltungstechniken, die das Gerät zudem verteuern, und damit zu nicht wettbewerbsfähigen Produkten. Hinzu kommt, dass es für Schaltungen mit einer Bandbreite von mehr als 20 kHz kaum kostengünstige Filter gibt, die ausreichend gute Eigenschaften haben, ohne dass gleichzeitig auch signifikant die

funktionale Bandbreite beeinträchtigt wird. Hier können Operationsverstärker mit hoher HF-Störfestigkeit Abhilfe schaffen.

Bild 1 zeigt beispielhaft das Signal am Ausgang zweier Operationsverstärker bei Eintritt eines HF-Signals von 2,4 GHz im Vergleich. Die Bildmitte (rot) zeigt den Verlauf am Ausgang eines Operationsverstärkers mit eingebauter EMI-Immunität, der untere das Verhalten eines Verstärkers ohne HF-Schutz. Bei Letzterem ist eindeutig eine Störung (transiente Spannungsspitzen; Glitch) beim Eintritt des HF-Signals ersichtlich, die auch eine Offset-Spannungsverschiebung am Ausgang zur Folge hat. Bei periodischen Störungen kommt es zu regelmäßigen Fehlfunktionen. Bei sporadischen Störungen, wie sie in der Praxis häufig auftreten, sind die Fehlfunktionen oft gar nicht nachvollziehbar. Ein Beispiel sind hier die Datenpakete beim Digitalfunk, die in unregelmäßigen Abständen gesendet werden. Diese Störung kann zu Fehlfunktionen der gesamten elektronischen Ausrüstung führen.

Hersteller wie New Japan Radio (NJR) oder STMicroelectronics bieten Lösungen an, die auf

das beschriebene Problem zugeschnitten sind. Die neue Serie NJU7755x von NJR kommt serienmäßig mit einem um bis zu 85 % reduzierten Versorgungsstrom, einer Verstärkungsbandbreite von 1,7 MHz und einer hohen EMI-Störfestigkeit. Damit eignen sich die OPs von NJR perfekt für die präzise analoge Sensorsignalverarbeitung. In Bild 2 sind die verschiedenen Hochfrequenzbereiche zu sehen; blau hinterlegt ist der Bereich, in dem die Operationsverstärker von NJR EMI-Immunität besitzen.

Von STMicroelectronics empfiehlt sich etwa der STPA003, der für Hochleistungs-Autoradios entwickelt wurde. Er arbeitet störungsfrei selbst bei GSM-Signalen (unteres Frequenzband von 380 MHz bis 1910 MHz, oberes Frequenzband von 390 MHz bis 1990 MHz), was gerade für den Einsatz im Auto relevant ist.

Mit hochfrequenten Störeinflüssen auch im Audioband ist also immer zu rechnen. Geeignete Operationsverstärker filtern sie aus, ohne die Gesamtkosten der Schaltung immens in die Höhe zu treiben. ■

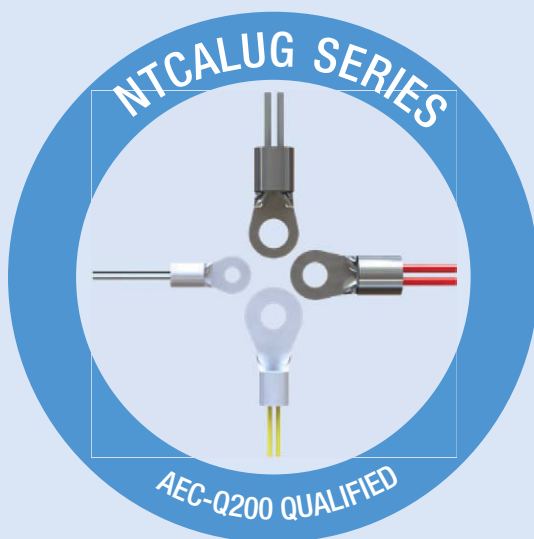
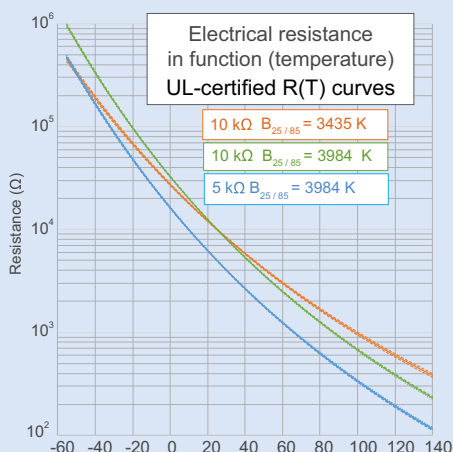
Anzeige



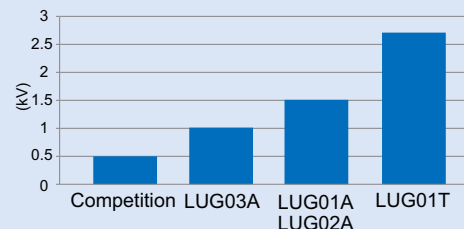
NTC LUG THERMISTORS

SURFACE TEMPERATURE SENSORS

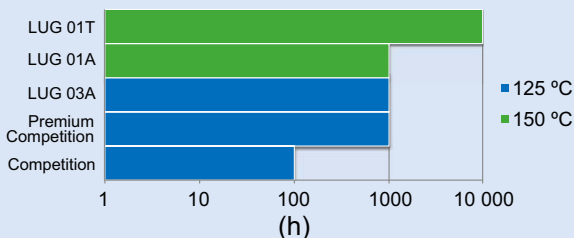
www.vishay.com



HIGH INSULATION VOLTAGE FOR EV HIGH POWER INVERTERS



RELIABLE OPERATING TEMP. OVER TIME



KEY APPLICATIONS IN AUTOMOTIVE / INDUSTRIAL

- AC to DC: Inverters
- Battery Management
- Charging Plugs
- DC/DC: DC/DC Converters
- On-Board Chargers
- Robotics

Abwärtswandler

Von der Schaltung zum komplett integrierten Modul

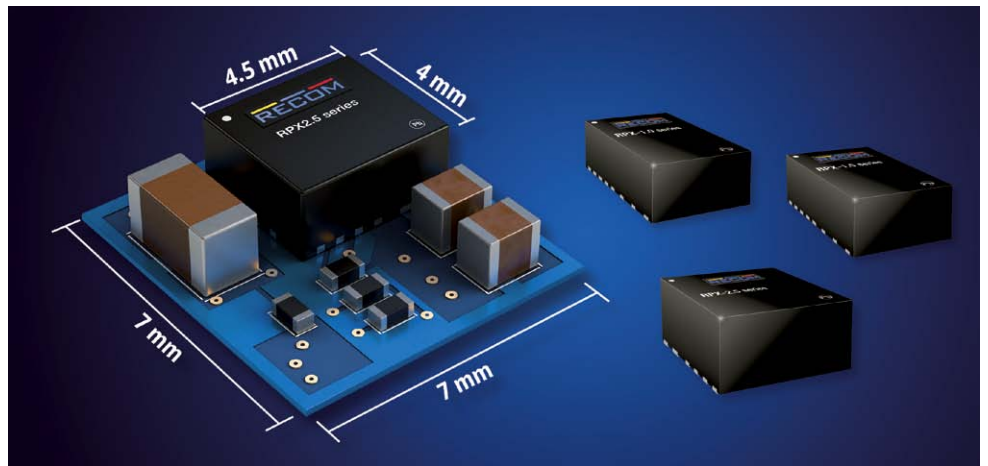
Der Abwärtswandler findet bereits seit einem Jahrhundert Verwendung und ist aus heutigen elektronischen Schaltkreisen nicht mehr wegzudenken. Wie sich aus einem groben elektromechanischen Bauteil eine Aufbaukomponente im Miniaturformat entwickelt hat, die Hunderte von Watt Leistung verarbeiten kann, beschreibt dieser Artikel.

VON AXEL STANGL, PRODUCT SALES MANAGER POWER BEI RUTRONIK, UND STEVE ROBERTS, RECOM INNOVATION MANAGER

Der Abwärtswandler wandelt eine Eingangsspannung in eine niedrigere Ausgangsspannung um. Seine Grundelemente sind in Bild 1 dargestellt. Zunächst ist der Schalter SW1 geschlossen; das heißt, es fließt Strom in die Spule L1. Dadurch steigt der Stromfluss stetig an, bis der Schalter SW1 geöffnet und SW2 geschlossen wird. Somit ändert sich der Stromfluss. Der Kondensator C1 ist ein integrierendes Bauteil; die resultierende Ausgangsspannung ist daher eine Funktion des Stromes und der Einschaltzeiten der Schalter SW1 und SW2. Ursprünglich waren S1 und S2 tatsächlich mechanische Schalter. Diese wurden schnell durch Silizium ersetzt – S1 mit einem Transistor und S2 mit einer Diode.

Schaltungen verändern sich mit dem technologischen Fortschritt

Im Laufe der Jahre wurden möglichst viele Bauteile in den Steuerschaltkreis integriert, um



die Kosten und die Größe zu reduzieren. Ein Durchbruch war es, den Hauptschalter S1 direkt im Controller-IC zu integrieren. Die Spule sowie die Diode befanden sich immer noch extern. Um den Wirkungsgrad noch zu erhöhen, wurden dann bei neueren Versionen beide Schalter (SW1 und SW2) mit MOSFETs realisiert, womit Schaltfrequenzen bis zu 2 MHz möglich wurden.

Nun galt es, einen weiteren Schritt hin zur Miniaturisierung zu gehen. Durch die immer höheren Schaltfrequenzen war es jetzt möglich, die Spule in ihrer Bauform zu reduzieren. Die

Amplituden der Ströme sanken, was Auswirkungen auf die Größe des Ausgangskondensators hatte. Die Verwendung von höherwertigen Kondensatoren mit geringerer Eigenerwärmung unterstützte diese Verbesserung noch.

Mehr Effizienz bei geringerer Größe

Aktuell besteht das Ziel darin, die Designgrößen zu reduzieren und die Effizienz noch weiter zu steigern. Dafür müssen die getakteten Stromkreise minimiert und die Komponenten

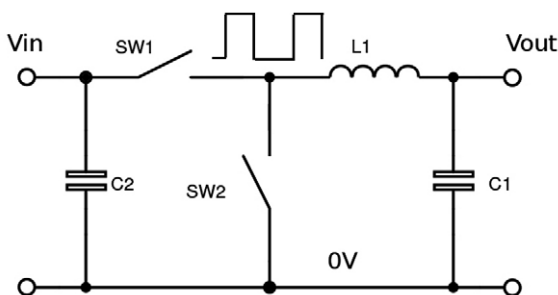


Bild 1: Die Grundelemente eines Abwärtswandlers

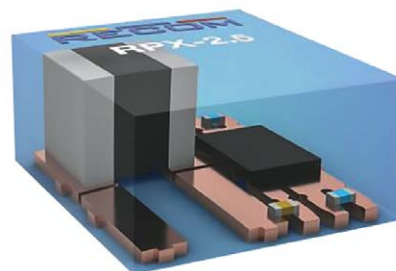
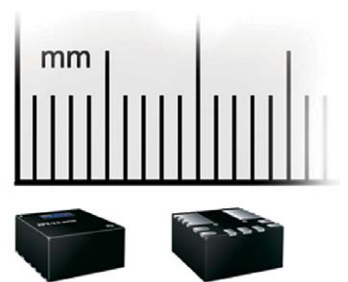


Bild 2: Flip-Chip-on-Leadframe-Konstruktion



Bilder: Recom

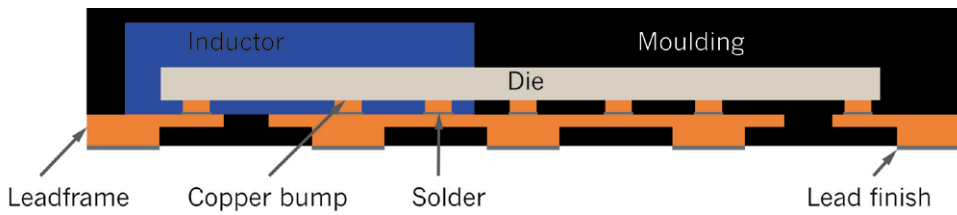


Bild 3: Das Point-of-Load-Modul des RPX-Abwärtswandlers von Recom mit integriertem Chip-Induktor und Flip-Chip-on-Leadframe-Konstruktion

auf der Z-Achse übereinander montiert werden. Dies lässt sich am einfachsten mit der Flip-Chip-on-Leadframe- (FCOL) Packaging-Technologie umsetzen. Hier ist der Controller-IC (mit integrierten Leistungstransistoren) kopfüber direkt mit dem Leadframe-Stanzgitter verbunden – neben einer SMD-Drossel, die ebenfalls direkt am Leadframe angebracht ist (Bild 2).

Diese Konstruktion ermöglicht eine vollautomatisierte Fertigung von sehr kompakten Abwärtswandler-Modulen. Die dadurch verkürzten Verbindungen der selbstabschirmenden Induktivität wirken sich zudem positiv auf das EMV-Verhalten aus. Auf diese Weise hergestellte Produkte können auch umspritzt wer-

den, wodurch ein bleifreies QFN-Gehäuse (Quad Flat No-lead) mit MSL3-Rating und vollem Umweltschutz entsteht. Ein Beispiel hierfür ist die Recom-RPX-Serie (Bild 3) mit einem von 1,2 V bis 6 V einstellbaren 2,5-A-Ausgang in einem 4,5 mm x 4 mm x 2 mm kleinen Gehäuse, das lediglich externe Eingangs- und Ausgangskondensatoren benötigt.

Bei diesen Modulen handelt es sich um eine Komplettlösung, die mithilfe von Standard-SMD-Bestückungs- und Ofenlötprozessen auf die Leiterplatte des Anwenders montiert werden kann. Recom hat kürzlich zwei weitere Leistungsmodule der RPX-Serie herausgebracht, die auf der FCOL-Technologie basieren: Die Module der Serien RPX-1.0 und RPX-1.5

können in ultrakompakten, weil 3 mm x 5 mm x 1,6 mm kleinen QFN-Gehäusen bei bis zu 36 V DC hohen Eingangsspannungen bis zu 1,5 A liefern.

Fazit

Abwärtswandler haben sich über viele Jahrzehnte hinweg erheblich weiterentwickelt. Innovationen aus der Kondensator-, Induktor-, Steuer-IC- und Gehäusetechnologie ermöglichen eine Integration aller Komponenten in immer kleineren Gehäusen mit immer höherer Leistungsdichte. Das Ziel, DC/DC-Wandler mit geringem Stromverbrauch IC-ähnlich zu machen, wird jetzt weitgehend durch eine Kombination innovativer 3D-Power-Packaging-Technologien sowohl für isolierte als auch für nicht isolierte Wandler erreicht. Für die Zukunft sind noch weitere Verbesserungen der Leistung und der Leistungsdichte zu erwarten. Für den allgemeinen Gebrauch als Module weisen die voll ausgestatteten Abwärtswandler allerdings die gleiche Größenordnung wie normale SMT-Bauteile auf und werden in der Endanwendung ebenso ihren Platz finden. ■

Anzeige



MAKE PASSIVE INTO ACTIVE

YAGEO - The Innovative Passive Component Leader

www.yageo.com

NTC-Sensoren

Schnelle und zuverlässige Temperaturmessungen

Wo eine präzise Temperaturüberwachung gefragt ist, sind NTC- (Negative Temperature Coefficient) Sensoren bzw. -Thermistoren durch vielfältige Standardversionen und kundenspezifische Anpassungsmöglichkeiten die ideale Wahl.

VON JOSE IGLESIAS, PRODUCT MANAGER RESISTORS BEI RUTRONIK, UND MANDY MAIER, PRODUCT MARKETING MANAGER NON-LINEAR-RESISTORS BEI VISHAY ELECTRONIC

Aufgrund ihrer Technologie bieten NTC-Thermistoren die höchste Empfindlichkeit gegenüber Temperaturwechseln: Sie verzeichnen Änderungen von -3 % bis -5 % pro Grad Celsius, während andere resistive Technologien wie Temperatursensoren auf Basis von Platin oder Nickel lediglich unter 1 % pro Grad Celsius erreichen. Zudem bieten NTC-Thermistoren eine hohe Breite an Widerstandswerten, die in niedrigen Spannungen resultieren. Dadurch ermöglichen sie Zweipunktmessungen mit höchster Präzision.

Diese Eigenschaften machen NTC-Thermistoren zum idealen Oberflächen-Temperatursensor für viele elektronische Geräte, etwa in der Leistungselektronik, der Regelung von Kühlsystemen, in Verbraucherelektronik sowie zahlreichen Industrie- und Automotive-Anwendungen. Vor allem für die Lebensdauer von Batterien und Wechselrichtern ist ihre thermische Zuverlässigkeit und Genauigkeit entscheidend.

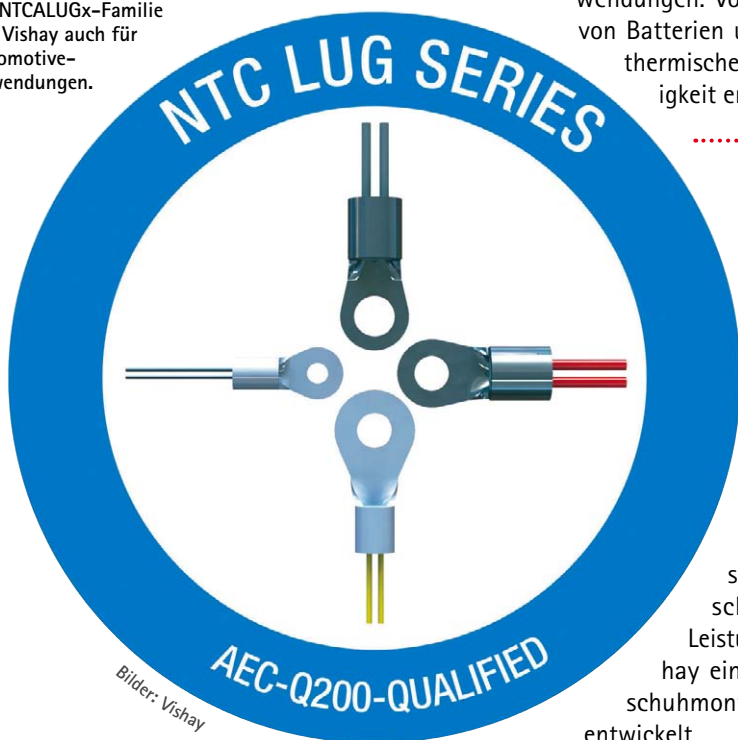
Durch den Kabelschuh lassen sich die Thermistoren einfach mit einer Schraube an der Metalloberfläche des Systems montieren. Sie befinden sich normalerweise direkt auf den Kühlkörpern, Batteriepolen, Hochspannungsschienen, Hochstrom-Steckverbindern oder dem Gehäuse. Das Portfolio der NTCALUGx-Standard-Familie umfasst Kabelschuh-Anschlüsse von M2 bis M6, größere Varianten sind als kundenspezifische Lösungen verfügbar.

Der NTC-Chip selbst befindet sich innerhalb der Hülse des Kabelschuhs; es kommen entsprechende thermisch leitfähige und elektrisch isolierende Schutzvorrichtungen zum Einsatz. Mit isolierten Leitungen bieten die NTC-Thermistoren eine gute thermische Verbindung und halten dauerhaft Betriebstemperaturen von bis zu 150 °C stand.

Die elektrischen Eigenschaften des Kabelschuhs und der Anschlüsse sind kritische Aspekte bei der Endmontage. Um spezifische Designanforderungen zu erfüllen, steht eine sehr große Auswahl an Standardgrößen und kundenspezifischen Optionen zur Verfügung. Beispielsweise reduziert ein Nickel-Kabelleiter in einer geschlossenen Ringzunge mit niedrigem Profil den Wärmegradienten der Endbaugruppe, was insbesondere für die Temperaturmessung von Kühlkörpern wichtig sein kann.

Die Notwendigkeit, die Temperatur an Hochspannungs- und stromleitenden Elementen zu erfassen, erfordert eine höhere Isolationsspannung zwischen der Sensorfläche oder dem Kabelschuh und den Anschlüssen des NTC. Die Serie NTCALUG von Vishay bietet zum Beispiel Isolationsspannungen bis zu 5 kV AC und damit einen entscheidenden Vorteil besonders für Anwendungen rund um Elektrofahrzeuge, wie Ladegeräte (On-Board Charger, OBCs), DC/DC-Inverter, Ladekabelstecker und

Mit AEC-Q200-Qualifizierung eignen sich die NTC-Thermistoren der NTCALUGx-Familie von Vishay auch für Automotive-Anwendungen.



Bilder: Vishay

Widerstandsfähig gegenüber mechanischem Stress

Darüber hinaus gibt es immer mehr Anwendungen, die starken Vibrationen ausgesetzt sind und hohe Leistungen und Spannungen auf engem Bauraum beherrschen müssen. Hierfür werden robuste NTC-Sensoren mit spezifischer elektrischer und mechanischer Leistung benötigt. Deshalb hat Vishay eine große Auswahl an kabelschuhmontierbaren NTC-Thermistoren entwickelt.

-buchsen, Ladestationen, Kupplungs- und elektrische Fahrmotoren, Batterien und Batteriemanagementsysteme (BMS), Temperaturregelung von MOSFETs und Zwischenkreiskondensatoren.

In der Regel erfordern diese Anwendungen auch eine höhere mechanische Festigkeit, die sich durch größere Kabelschuhe und dickere Drahtabschnitte (NTCALUG01x) für den Anschluss an Automobil-Steckverbinder erreichen lässt. Die Mini-Kabelschuh-Version NTCALUG03x bietet aufgrund der Minimierung der mechanischen Parameter eine verbesserte Reaktionszeit und einen geringen Temperaturgradienten. Damit eignet sie sich perfekt für Module mit begrenztem Platzangebot, beispielsweise bei LED-Beleuchtung. Die Auswirkungen von mechanischem Stress, verursacht durch Einschränkungen des Schaltungsdesigns und durch die Anforderungen an die Kabelführung, lassen sich mithilfe von rechtwinkligen Kabelschuhen und mehradrigen flexiblen Drähten mildern.

Abgesehen von den elektrischen Auswahlkriterien des NTC-Bausteins sind die Schraubgrößen und die Drahtstärke wählbar. Zudem sind Anpassungen der Kabellängen, das Entfernen der Kabelisolierung zum Lötens, verstärkte Kabelisolierungen (z.B. Schrumpf- oder Silikonschlauch), Kabelbäume und die Integration beliebiger Steckverbinder zur einfacheren Endgeräteproduktion möglich.

Rutroniks breite Palette an Standard- und kundenspezifisch anpassbaren LUG-NTC-Sensorprodukten bietet vielfältige Möglichkeiten für die Temperaturerfassung und ein hervorragendes Preis-Leistungs-Verhältnis. Die Bausteine mit vielen Material-Optionen geben Entwicklern eine hohe Flexibilität bei der Integration in Gerätedesigns und bei der Optimierung der Produktionseffizienz. Darüber hinaus liefern sie eine sehr zuverlässige Leistung. Die Produkte von Vishay sind mit AEC-Q200-Qualifikation, UL-Zertifizierung und als Pb-freie Version/RoHS-konform (ohne Ausnahme) erhältlich.

EASY MOUNTING MECHANICAL OPTIONS

Mounting screw ->							
Metric screw ->	M2	M3	M3,5	M4	M5	M6	M8
Stud screw ->	#1-2	#3-4	#5-6	#8	#10	#1/4	#5/16
CABLE AWG24							
CABLE AWG26							
CABLE AWG28							
CABLE AWG30							
CABLE AWG32							

Die kabelschuhmontierbaren NTC-Thermistoren der NTCALUGx-Familie von Vishay sind in vielen Größen und Varianten verfügbar.

Bridge-ICs

Übersetzer für Bilder und Videos auf allen Geräten

In immer mehr Geräten sind Displays zu finden – sei es im Kühlschrank, in der Smart Watch oder im Auto. Nutzer erwarten hier gestochen scharfe Wiedergaben ohne Ruckeln – auf jedem Medium. Bridge-ICs sorgen dafür, dass das auch bei unterschiedlichen Standards klappt.

VON ZIBO SU, PRODUCT MANAGER DIGITAL BEI RUTRONIK

Das bekannteste differenzielle Verfahren für die schnelle Übertragung großer Datenmengen mit bis zu einigen Gbit/s – und damit für Bild- und Videoinhalte – ist LVDS (Low Voltage Differential Signaling Technology). Entwickelt von National Semiconductor, wurde LVDS als EIA-644 durch die EIA (Electronic Industries Association) standardi-

siert. Als offener und freier Standard wird er von vielen IC-Herstellern genutzt.

LVDS ist eine unidirektionale Verbindung, die sehr energieeffizient funktioniert. Um die Information zu übermitteln, nutzt die Technologie den Spannungsunterschied zwischen zwei Kupferkabeln. Der LVDS-Transmitter kodiert via Eingangstakt bis zu 24 bit Daten auf vier differenzielle serielle Leitungspaare (Bild 1). Ein Abschlusswiderstand unterbindet die Reflexion zurück zur Signalquelle.

Da LVDS mit niedrigen Spannungen von unter 3,3 V arbeitet, benötigt die Technologie wenig Strom und erzeugt nur geringe elektromagnetische Störungen. Gleichtaktssignale, die

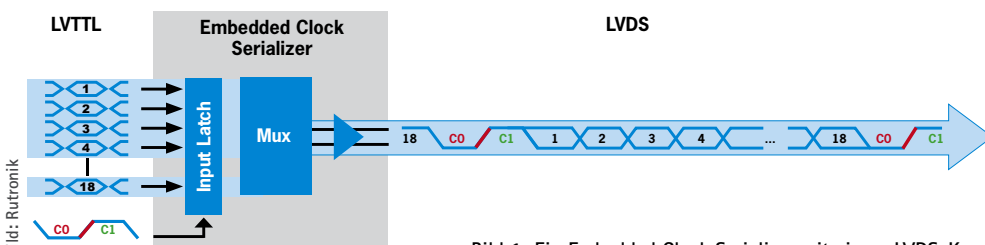


Bild 1: Ein Embedded Clock Serializer mit einem LVDS-Kanal

eine elektromagnetische Welle erzeugen, werden durch die Differenzbildung eliminiert.

LVDS beschreibt lediglich die physikalische Ebene; auf dieser setzen mehrere Kommunikationsstandards auf, darunter FPD- (Flat Panel Display) Link, FPD-Link II und III, MIPI (Mobile Industry Processor Interface) und DVP (Digital Video Port).

LVDS mit FPD-Link

Wer LVDS sagt, meint üblicherweise die FPD-Struktur. FPD-Link wurde mit LVDS von National Instruments entwickelt und ist auch heute noch der Standard für die Übertragung von Grafik- und Videodaten in Notebooks, Tablet-PCs und LCD-Fernsehern.

FPD-Link-Chipsätze bestehen aus Transmittern (TTL zu LVDS) und Empfängern (LVDS zu TTL), die 18- und 24-bit-Farbd Displays unterstützen. Auf TTL-Ebene fließen die RGB-Daten sowie die Steuerdaten vom Grafikcontroller an die Eingänge des FPD-Link-Transmitters. Er multiplext (Mux) die parallelen TTL-Daten und wandelt sie in serielle LVDS-Daten um. An den Ausgängen des Transmitters werden sie über das Kabel geschickt, das die Hauptplatine mit dem Display verbindet. Am FPD-Link-Empfänger an der Anzeige werden sie deserialisiert (Demux), also wieder in TTL-Signale umgewandelt, und an die Eingänge des Timing Controllers gesendet. Durch das Multiplexen der parallelen TTL-Signale lassen sich die Daten mit höheren Geschwindigkeiten über eine schmale Schnittstelle übertragen. Trotzdem werden die Anforderungen erfüllt, die eine Kommunikation mit hoher Bandbreite stellt.

Bild 2 zeigt den Aufbau eines FPD-Links mit vier LVDS-Leitungspaaren. Drei der vier Kabel übertragen das Grafik- und Videosignal, über das vierte läuft das LVDS-Taktsignal. Die Mux-Schaltung serialisiert das parallele Grafik- und Videosignal und überträgt es über das differenzielle Paar. Damit werden im Vergleich zu den sonst nötigen 22 Kabeln nur drei gebraucht, gleichzeitig verbessert sich die elektromagnetische Verträglichkeit.

FPD-Link-Chipsätze sind mit fallender und steigender Flanke sowie mit programmierbarer Datenübernahme als komfortable Schnittstelle zu einer Vielzahl an Grafik- und LCD-Panel-Controllern erhältlich. Die 5-V- oder 3,3-V-Chipsätze unterstützen einen Frequenzbereich von 20 bis 65 MHz.

MIPI

Die MIPI Alliance hat sechs Arten von Schnittstellen in mobilen, vernetzten Geräten spezifiziert: für die physikalische Ebene, Multimedia, Chip-zu-Chip- bzw. Interprozesskommunikation, Gerätesteuerung und Datenmanagement, System-Debugging sowie Software-Integration. Jede Spezifikation erfüllt die wichtigsten Anforderungen dieser Geräte: niedriger Energieverbrauch, hohe Bandbreite und geringe elektromagnetische Störungen.

DSI (Display Serial Interface) bzw. DSI-2 sind die MIPI-Schnittstellen zwischen einem oder mehreren Displays und dem Applikationsprozessor. Sie definieren einen seriellen Bus und ein Kommunikationsprotokoll für die Datenübertragung zwischen dem Host, der Quelle der Bilddaten und der Zielanwendung. Sie wur-

den entwickelt, um kostengünstigere Display Controller für mobile Geräte wie Smartphones, Laptops und Tablet-PCs, Wearables, Augmented-Reality-Anwendungen sowie auf Instrumententafeln in Fahrzeugen zu ermöglichen.

Die physikalische Schicht

MIPI-DSI basiert auf der physikalischen Schicht MIPI D-PHY. Diese verbindet Megapixel-Kameras und hochauflösende Displays mit einem Applikationsprozessor. Dabei wird ein den Takt weiterleitender, synchroner Link genutzt, der Hochgeschwindigkeitsdatenübertragung mit geringer Leistung und niedrigem Stromverbrauch sowie hoher Störimmunität und Jitter-Toleranz mit geringen Kosten verbindet (Bild 3).

Auf der physikalischen Schicht spezifiziert DSI einen seriellen Punkt-zu-Punkt-Hochgeschwindigkeits-Differenzsignalbus. Er umfasst eine Hochgeschwindigkeits-Taktspur und eine oder mehrere Datenspuren. Jede Spur – oder Lane – wird aufgrund der differenziellen Signalisierung auf zwei Drähten geführt. Alle Spuren führen vom DSI-Host zum DSI-Gerät, mit Ausnahme der ersten Datenspur (Lane 0). Sie kann einen Bus-Turnaround-Betrieb (BTA) ausführen, mit dem sich die Übertragungsrichtung umkehren lässt. Werden mehrere Spuren genutzt, übertragen sie die Daten parallel, bei vier Spuren werden also vier Bits gleichzeitig übertragen.

Die Verbindung arbeitet entweder im Low-Power-Modus oder im High-Speed-Modus. Der Übergang zwischen beiden Modi erfolgt mit geringer Latenz. Im Low-Power-Modus ist der Hochgeschwindigkeitstaktgeber deaktiviert, die Signaltaktungsinformationen sind in den Daten eingebettet. Die Datenrate genügt nicht, um ein Display anzusteuern, kann aber für das Senden von Konfigurationsinformationen und Befehlen verwendet werden.

Im High-Speed-Modus dient der Hochgeschwindigkeitstakt mit Frequenzen von einigen zehn Megahertz bis über ein Gigahertz als Bittakt für die Datenspuren. Die Taktgeschwindigkeiten variieren je nach Anforderungen der Anzeige. Da für die Signalgebung nur eine niedrige Spannung nötig ist und die Daten parallel übertragen werden, kommt auch der High-Speed-Modus mit geringem Stromverbrauch aus.

Auf der Ebene des Lane Managements verteilt der Sender die übertragenen Daten je nach Bandbreitenbedarf auf eine oder mehrere der vier Spuren. Für das Mapping, also welches Bit

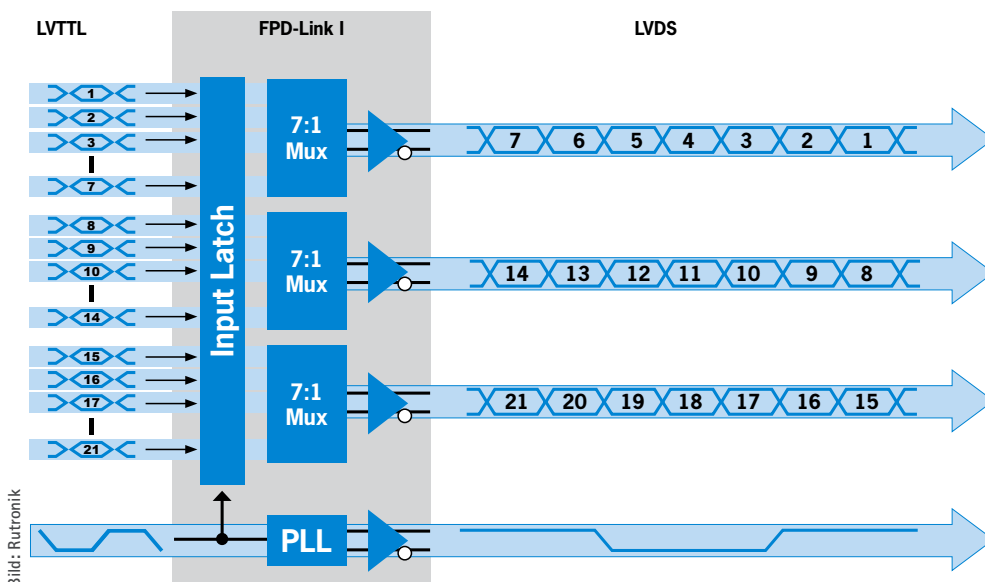


Bild 2: Ein FPD-System mit vier LVDS-Leitungspaaren

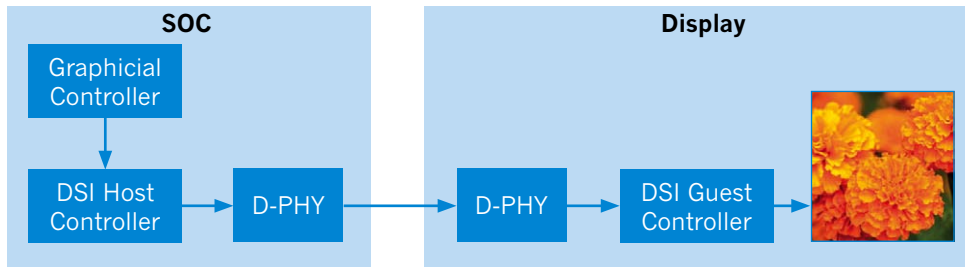


Bild 3: Die physikalische Schicht D-PHY verbindet den Applikationsprozessor mit dem Display.

über welche Spur übertragen wird, haben sich die Standards der VESA (Video Electronics Standards Association) und der JEIDA (Japan Electronic Industry Development Association) etabliert.

Die Low-Level-Protokollschicht legt fest, wie die Bits und Bytes in Paketen organisiert werden und welche Bits den Header und die Nutzlast bilden. Außerdem findet hier die Fehlerprüfung statt.

Auf der Applikationsebene werden die Daten von der darunterliegenden Ebene schließlich entweder in Pixel oder Befehle übersetzt.

LVDS vs. MIPI DSI

Vergleicht man LVDS mit MIPI DSI, gibt es nur eine Gemeinsamkeit: Beide nutzen vier Lanes. LVDS überträgt jedoch nur das Video- bzw. Bildsignal. Hierfür wird nach dem SPWG- (Standard Panels Working Group) oder JEIDA-Standard das RGB-TTL- in ein LVDS-Signal um-

gewandelt. Im Gegensatz dazu kann MIPI DSI neben dem Video-/Bild- auch das Befehlssignal übertragen. Beide Signale lassen sich entsprechend der spezifischen Handshake-Sequenz und Regeln steuern.

Brücke zwischen DSI und LVDS

Wenn der Applikationsprozessor einen Standard nicht unterstützt oder nicht genügend Lanes zum Anschluss an ein Display-Modul zur Verfügung stehen, kann ein Bridge-IC die entsprechende Schnittstelle zwischen dem Videoausgang des Prozessors und dem Eingang des Display-Moduls, der Kamera oder anderen Peripheriegeräten herstellen. Damit lassen sich Applikationsprozessoren an verschiedene Displays anschließen, ohne dass dafür das gesamte System neu entwickelt werden muss.

Eine Reihe solcher Bridge-ICs bietet Toshiba. Sie eignen sich für Konsum-, Industrie- und Automotive-Applikationen, z.B. Smartwatches, Tablet-PCs, Ultrabooks, 4K-UHD-Bildschirme,

Smart-TVs, Wearables, Kameras, Gaming-Zubehör, Head Mounted Displays, LCDs, IO-Port-Erweiterungen oder POS-Anwendungen.

Mithilfe der DSI-LVDS-Bridge können die ICs über einen DSI-Link ein LVDS-kompatibles Display ansteuern. Sie unterstützen eine Pixelauflösung von 24 bit. Die Modelle TC358771XBG und TC358774XBG ermöglichen das klassische 4:3-Format (UXGA, Ultra eXtended Graphics Array) mit 1600 × 1200 Pixeln über DSI Single Link. Die Varianten TC358772XBG und TC358775XBG unterstützen WUXGA (Wide Ultra eXtended Graphics Array), d.h. Darstellungen im 16:10-Format mit 1920 × 1200 Pixeln über DSI-Dual-Link. Außerdem unterstützen die Bridge-ICs einen I²C-Master, der vom DSI-Link gesteuert wird. Dieser kann als Schnittstelle zu weiteren Steuerungsfunktionen via I²C genutzt werden.

Die Bridge-ICs arbeiten im LVDS-Standard bei 135 MHz, im DSI-Standard übertragen sie bis zu 1 Gbit/s/Lane. Sie unterstützen die Video-Inputformate RGB565/666/888. Indem sie die Hintergrundbeleuchtung von LCD-Bildschirmen entsprechend dem Umgebungslicht optimieren, tragen sie dazu bei, den Stromverbrauch mobiler Geräte zu reduzieren.

Mit Bridge-ICs wie denen von Toshiba können Entwickler die Vorteile von DSI – geringer Strombedarf, niedrige Pixeldatenraten und Bauteilekosten – auch für Designs nutzbar machen, die DSI nicht unterstützen. Damit haben sie auch die nötige Flexibilität in einem sich sehr schnell weiterentwickelnden Markt. ■

Anzeige

Amphenol ICC

ix Industrial™ Connectors

Next Generation High Speed
Ruggedized Connectors for Future
Industrial Ethernet Communication
Designs

www.amphenol-icc.com



Kein Platz für Traditionen

Computergestützte Algorithmen als Alternative

Eine zunehmende Anzahl von Entwurfsparametern und Randbedingungen stellt eine zentrale Herausforderung für die Optimierung elektronischer Schaltungen dar. Computergestützte automatisierte Algorithmen bieten eine erhebliche Alternative zu traditionellen empirischen Methoden oder umfangreichen mathematischen Bemühungen.



Hier geht's zu weiterführender Literatur und Quellen für diesen Artikel.

VON DIPL.-ING. (FH) CHRISTIAN POHL, PROF. DR.-ING. LUTZ ZACHARIAS, PROF. DR.-ING. MIRKO BODACH, DIPL.-ING. (FH) SVEN SLAWINSKI, DIPL.-ING. (FH) RINGO LEHMANN (ALLE VON DER WEST-SÄCHSISCHEN HOCHSCHULE ZWICKAU) UND DR. THOMAS BARUCKI VON ADAPTED SOLUTIONS

Die ständig steigenden Anforderungen an leistungselektronische Systeme führen zu einer wachsenden Komplexität von Schaltungen und Reglern. Infolgedessen sieht sich der Ingenieur mit einer herausfordernden Anzahl von Entwurfsparametern und -kriterien konfrontiert. Häufig angewandte Verfahren wie die empirische Parameteroptimierung auf der Grundlage experimentell oder mathematisch ermittelter Anfangswerte sind bei Erreichen eines bestimmten Komplexitätsgrades, wie im Fall von kaskadierten Reglern, unwirtschaftlich.

Eine wesentliche Alternative ist der Einsatz von computergestützten Optimierungsalgorithmen in einem automatisierten Optimie-

rungsprozess, der auf geeigneten systemtheoretischen Strategien und weniger auf heuristischen Methoden basiert. Um solche Algorithmen innerhalb einer Schaltungssimulation laufen zu lassen, wurde das Framework „Optimization Workbench“ (OWB) entwickelt. Es bietet ein reichhaltiges und intuitives Front End mit einer Reihe von generischen Funktionen sowie eine Simulatorschnittstelle, Projektkonfigurations-Tools und umfangreichen Nachbearbeitungsmöglichkeiten. Weitere Algorithmen können einfach als externe Plug-ins hinzugefügt werden.

Als Ausgangspunkte stehen die Optimierung mithilfe eines genetischen Algorithmus (GA), die Monte-Carlo- (MC) Analyse und der Parameter-Sweep/Permutation (PSP) zur Verfügung. Während MC eine reine Zufallssuche ist (oft als „Analyse statistischer Experimente“ bezeichnet) und PSP ein einfaches Scannen, ist der GA eine hochentwickelte Multikriterien-Optimierungsmethode. Basierend auf dem natürlichen Evolutionsprozess bietet sie Anwendbarkeit der Genetik für ein breites Spektrum komplexer Optimierungsprobleme, bei denen Zielfunktionen auch irregulär und multimodal sein können und Informationen über die Extremwerte auf andere Weise schwer zu finden sind.

Natürlich kennt die Multikriterien-/Multiziel-Optimierung eine Reihe anderer, sehr leistungsfähiger Verfahren. Genetische Algorithmen sind jedoch aus der Sicht des Ingenieurs so faszinierend, da diese Methoden Leistung

und Effizienz mit Benutzerfreundlichkeit kombinieren, weil sie de facto „natürlich“ sind.

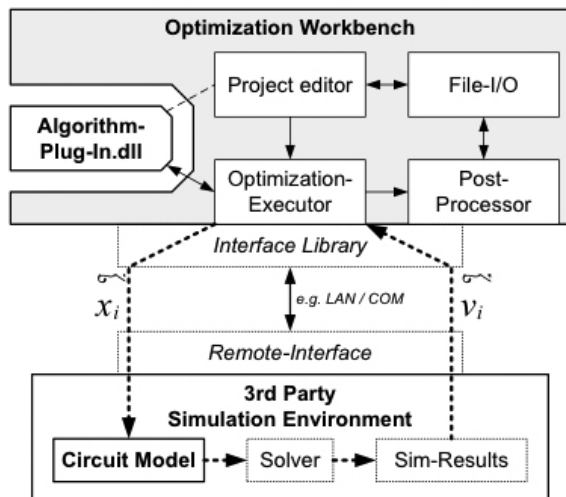
Der in dieser Studie implementierte GA ist nicht als detaillierte Modellierung der biologischen Evolution gedacht, sondern dient vielmehr dazu, die Dynamik und Leistungsqualität von z.B. leistungselektronischen Anordnungen zu verbessern, indem die evolutionären Grundprinzipien wie Selektion, Rekombination und Mutation iterativ auf die Parametervektoren eines Simulationsmodells angewendet werden. Ausgehend von einer Gruppe zufälliger Parametervektoren innerhalb eines definierten Suchraumes werden aus diesen durch Rekombination und Mutation abgeleitete Parametervektoren gebildet. Durch den Auswahlprozess werden die geeigneten Kandidaten für die nächste Iteration mithilfe ihrer individuellen Fitness, welche wiederum durch die Simulation ermittelt wurde, ausgewählt.

Mit minimalem Programmieraufwand

Zusätzlich zum Algorithmus selbst erfordert der Prozess der Ausführung einer computergestützten Optimierung eine Vielzahl von genetischen Komponenten. Bild 1 zeigt die Struktur der OWB nach diesen Anforderungen.

Mit dem Projekteditor der OWB (Bild 2, links) wird eine Konfiguration für geplante Optimierungsläufe erstellt. Auf Basis der Eigenschaften des gewählten Optimierungsalgorithmus werden neben Generics wie Simulatorkonfi-

Bild 1: Die wichtigsten Komponenten einer Optimierung



Bilder: Westsächsische Hochschule Zwickau

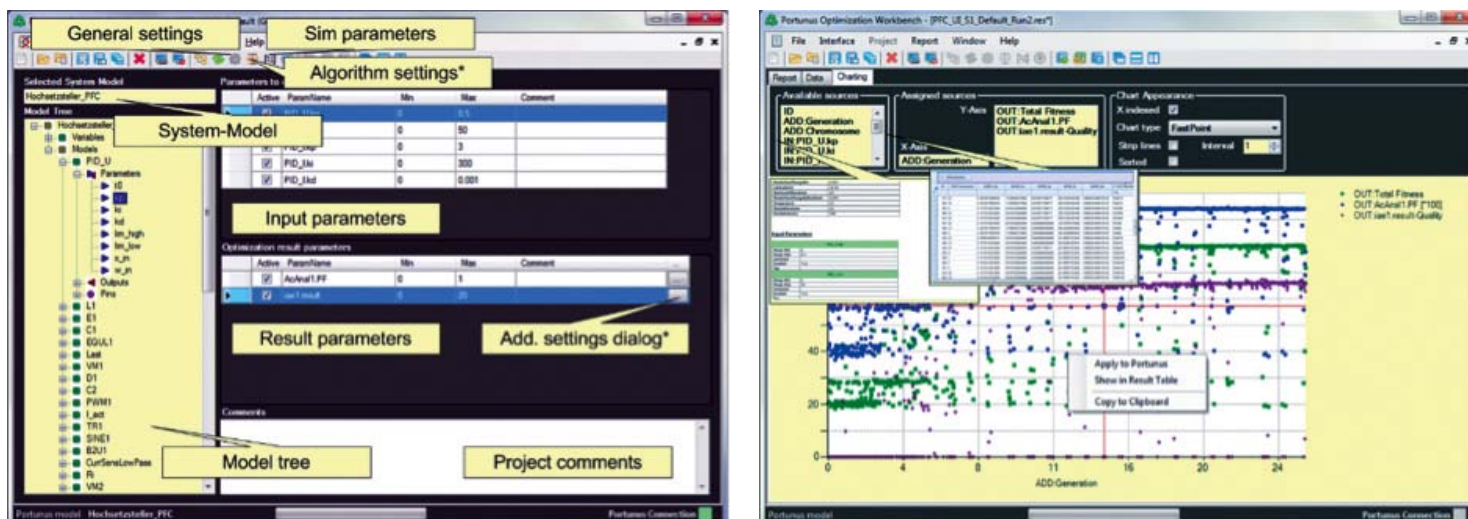


Bild 2: OWB-Projekt-Editor-Front-End (links) und OWB-Postprocessor-Front-End (rechts)

guration und Berichts Anpassungen verschiedene Dialoge am Front End zur Verfügung gestellt. Während der Konfigurationsphase werden Benutzeraktionen, algorithmenspezifische Dialoge und Parametereinstellungen aus der Editor-Umgebung heraus gehostet und können bei Bedarf durch das ausgewählte Plug-in mitgesteuert werden. Dieser Ansatz bietet ein hohes Maß an Flexibilität bei minimalem Programmieraufwand.

Sobald ein Optimierungslauf gestartet wurde, bereitet der Optimization Executor den Simulator und Postprocessor vor, bevor er dem Algorithmus die Steuerung überträgt. Das Plug-in beginnt nun mit der Generierung von Parametersätzen und erfasst deren Ergebnisse durch Simulation mit einem einzigen synchronen Methodenaufruf. Das gesammelte Ergebnis kann durch Aufruf einer anderen Methode an den Postprocessor (Bild 2, rechts) übertragen werden. Der Postprocessor passt sein Layout entsprechend den gemeldeten Ergebnissen durch einen internen Automatismus dynamisch an und aktualisiert es.

Nach und sogar schon während eines Optimierungslaufs kann der Anwender die archivierten Ergebnisse im Postprocessor-Modul untersuchen. Es bietet drei Hauptkomponenten: einen vorlagenbasierten Parameterbericht, eine Ergebnistabelle für die berichteten Werte aus dem Algorithmus und ein vielfältig konfigurierbares, mit dem Tabelleninhalt synchronisiertes 2D-Ergebnisdiagramm für die grafische Auswertung. Zusätzlich profitiert der Benutzer von verschiedenen Optionen zum Export der archivierten Daten in andere Anwendungen für eine tiefere Analyse.

Inzwischen sind drei wichtige Plug-ins (GA, MC, PSP) standardmäßig implementiert. Der

GA, welcher auf der offenen JGAP-Bibliothek basiert, bietet einen reichhaltigen Satz an Abstimmparametern und eignet sich somit für ein breites Spektrum von Optimierungsaufgaben. Die MC-Analyse kann sowohl für die explorative Optimierung als auch für die Voroptimierung von Parameterbeschränkungen für anspruchsvollere Algorithmen wie den GA verwendet werden. Das PSP-Plug-in kann zur Abtastung von Systemeigenschaften innerhalb eines n-dimensionalen Suchraums verwendet werden, indem alle Permutationen der parameterspezifischen Sollwertvektoren simuliert werden.

Ein wichtiges Merkmal des OWB-Designkonzepts ist die Möglichkeit, auf einfache Weise zusätzliche Plug-ins zu definieren. Da die OWB die genetischen Aufgaben selbst übernimmt, kann sich der Anwender durch ein gut dokumentiertes und vereinfachtes Oberflächendesign auf die Implementierung der Optimierungsalgorithmen konzentrieren. Für den Fall erweiterter Anforderungen erlaubt die Schnittstelle nach wie vor die Beeinflussung oder Interaktion mit den meisten automatischen Funktionen der OWB.

Die Unterstützung aller .NET-Idiome wie C#, VB.net und VC++, das gut strukturierte Oberflächendesign und die Möglichkeit, die frei verfügbare IDE von Microsoft Visual Studio zu verwenden, machen die Implementierung und das Debugging neuer Plug-ins einfach und effizient. Auf diese Weise kann die OWB jedem Optimierungsproblem angepasst werden, das mit computergestützten Methoden gelöst werden kann.

Prinzipiell wurde die OWB so konzipiert, dass sie eine intuitive und effiziente Benutzeroberfläche mit umfangreicher Fehlerberichterstat-

tung im Falle einer fehlerhaften Benutzeraktion bietet. Darüber hinaus wurde die Anwendung aufgrund der teilweise langen Optimierungslaufzeiten stabil und hoch fehlertolerant geschrieben, um plötzliche Abstürze und Datenverluste zu vermeiden.

Fazit

Die im Beitrag vorgestellte Optimization Workbench (OWB) hat sich in allen der zahlreichen Optimierungsläufe als stabil und zuverlässig erwiesen. Als komfortables Add-on für bestehende Simulationsumgebungen konzipiert, ermöglicht sie computergestützte Optimierungen mit geringem Integrationsaufwand. Komplexe Entwurfsprozesse können beschleunigt und technische Systemreserven optimal erschlossen werden.

Aufgrund der in der OWB bereits jetzt implementierten Optimierungsmöglichkeiten, aber auch wegen der ebenso verfügbaren Plug-ins für den Entwurf von Reglern und Leistungselektronik ist eine vielfältige Nutzbarkeit gegeben. Mit ihrer intuitiven Benutzeroberfläche ist sie eine komfortable Unterstützung für Entwicklungsingenieure in diesem Bereich.

So ist das Werkzeug bereits strukturell darauf vorbereitet, für den Betrieb auf Simulationscluster-Umgebungen erweitert zu werden, um die erforderliche Optimierungszeit durch die parallele Ausführung von Simulationen zu reduzieren. Zur Optimierung von Grid-Modellen wird derzeit eine Schnittstelle zu Simulatoren wie ATP und Cerberus untersucht, um zukünftigen Anforderungen, die sich aus Smart-Grid-Entwicklungen ergeben, gerecht zu werden. ■

Rutronik-CEO Thomas Rudel im Interview

»Corona wird uns noch lange begleiten«

2020 ist kein leichtes Jahr für die Weltwirtschaft. Rutroniks CEO Thomas Rudel spricht im Interview über die Auswirkungen der Corona-Krise auf sein Unternehmen und den Distributionsmarkt insgesamt, aber auch darüber, was ihm trotz allem für die Zukunft Hoffnung macht.

EXKLUSIV
INTERVIEW

RUTRONIK-CEO THOMAS RUDEL

„Wir werden sehen, dass sich der Markt konsolidiert; sogenannte Zombie-Firmen werden die Talsohle nicht durchstehen.“

Die Corona-Krise hat zu beispiellosen Verwerfungen in allen Branchen geführt und selbst gesunde, gut aufgestellte Unternehmen wie Rutronik vor große Herausforderungen gestellt. Lieferketten waren zeitweise unterbrochen, der grenzübergreifende Warenverkehr stark beeinträchtigt und Absatzmärkte brachen aufgrund von Quarantänemaßnahmen stark ein.

Herr Rudel, die wichtigste Frage zuerst: Wie geht es Rutronik gerade?

Uns geht es da wie vielen Unternehmen: Rutronik hat einen starken Umsatzrückgang zu verkraften. Dadurch können wir unsere Ziele für 2020 nicht erreichen. Auch die „Agenda 2025“, nach der wir unseren Umsatz bis zu diesem Jahr verdoppelt haben wollten (Anmerkung der Red.: auf rund zwei Milliarden Euro), verschiebt sich deutlich nach hinten. Derzeit ist noch nicht abzusehen, wie und in welcher Geschwindigkeit sich die Weltwirtschaft wieder erholt. Eine seriöse Prognose, wann wir wieder in ruhigeres Fahrwasser kommen, ist derzeit nicht möglich.

Die Corona-Pandemie hat viele Unternehmen in eine schwere Krise gestürzt. Was erwarten Sie im Hinblick auf die gesamtwirtschaftliche Entwicklung für die nächsten Monate?

Das Thema Corona und die Folgen werden uns noch lange begleiten. Es können Auswirkungen zutage treten, die wir heute noch gar nicht auf dem Schirm haben. Durchaus möglich, dass uns eine große Welle von Insolvenzen von Unternehmen erwartet, die nicht so sehr im Fokus der Öffentlichkeit stehen – gerade Einzelunternehmen, von denen es in Deutschland rund

zwei Millionen gibt, stehen vor erheblichen Schwierigkeiten. Das kann für die Gesamtwirtschaft gravierende Folgen haben.

Die Corona-Soforthilfen kamen hauptsächlich bei großen Unternehmen an. Adidas setzte trotz Milliarden Gewinnen im Vorjahr die Mietzahlung für seine Läden aus, TUI und Lufthansa bekommen Milliarden an Krediten und Anleihen. Wie bewerten Sie das?

Ich finde es nicht in Ordnung, dass solche Großfirmen, die in den Vorjahren Milliardengewinne eingefahren haben, von der Soforthilfe ungleich mehr profitieren als der Mittelstand. Wie kann es sein, dass die Lufthansa neun Milliarden Euro Staatshilfe kassiert, gleichzeitig aber massiv Stellen abbaut? Die Hilfen sind ja gerade dazu da, Jobs zu erhalten, und nicht dafür, Aktionäre glücklich zu machen. Das finde ich inakzeptabel. Auch große Automobilhersteller melden hierzulande Kurzarbeit an, lassen die Produktion in China aber voll weiterlaufen. Da wird viel Schindluder getrieben.

Stichwort Kurzarbeit: War das für Rutronik ein Thema? Wie gehen Sie mit der Krise um?

Das war für uns kein Thema. Wir haben ein Pandemie-Management aufgebaut und eine Task Force eingerichtet. Dank der hervorragenden Arbeit, die hier geleistet wurde, konnten wir binnen kurzer Zeit auf Homeoffice-Arbeit umstellen, sodass wir weitgehend normal – sofern man das in diesem Zusammenhang so nennen kann – weiterarbeiten konnten. Wir sehen an den Resultaten, dass das funktioniert hat: Stand jetzt (Mitte Au-

gust, Anmerkung der Red.) hatte Rutronik am Hauptsitz in Ispringen keinen einzigen Corona-Fall, auch das Lager in Eisingen war nicht betroffen. Und überhaupt: Das Team in unserem Lager hat fantastische Arbeit geleistet. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter dort haben im Zweischichtbetrieb mit dauerhafter Maskenpflicht gearbeitet, damit der Betrieb normal weiterlief. Großes Kompliment!

Wie hat sich die globale Ausrichtung von Rutronik während der Pandemie ausgewirkt?

Wir mussten uns natürlich mit der Situation in jedem einzelnen Land, in dem Rutronik vertreten ist, gesondert befassen, weil das Infektionsgeschehen überall anders war und die Situation auch anders gehandhabt wurde. Das hat aber weitgehend reibungslos funktioniert.

Welche Veränderungen im Marktumfeld hat Corona verursacht und wie kann Rutronik hier profitieren?

Es ist schwierig, abzuschätzen, wie es unseren Kunden geht. Wir wissen nicht, ob sie die Ware abnehmen können und, wenn ja, in welchem Umfang. Das bedeutet, wir müssen wesentlich genauer hinschauen und prüfen, denn es bedeutet für uns ein höheres Risiko im Bestellwesen.

„Rutronik ist allgemein gut aufgestellt und ist – verhältnismäßig – gut durch die Krise gekommen.“

Welche Märkte oder Technologien haben sich durch Corona aufgetan, die künftig eine größere Rolle spielen, welche wurden eher verdrängt?

Ich sehe bisher noch keine größeren Veränderungen. Natürlich wird der Medizinmarkt aufgrund der Pandemie nun wichtiger. Wie nachhaltig das ist, lässt sich aber noch nicht abschätzen. Langfristig erwarte ich, dass die Wirtschaft sehr lange mit den Spätfolgen zu kämpfen haben wird. Wir werden sehen, dass sich der Markt konsolidiert; sogenannte Zombie-Firmen werden die Talsohle nicht durchstehen, weil die Banken auch zögerlicher bei der Kreditvergabe werden. Es wird aber sicher auch gesunde Unternehmen erwischen, Bereiche wie der Maschinenbau werden leiden, weil Aufträge wegbrechen.

Derzeit gibt es Befürchtungen, dass weitere Corona-Wellen folgen werden. Wie schätzen Sie dieses Szenario und die Konsequenzen daraus ein?



Zunächst einmal wissen wir, dass wir in der Wirtschaft weitgehend auf uns allein gestellt sind. Die Maßnahmen, die von der Politik ergriffen wurden, kamen meist so kurzfristig, dass es sehr schwierig war, entsprechend zu reagieren – auch wenn uns das gelungen ist. Auch der gegenseitige Lockerungs-Überbietungswettbewerb der einzelnen Bundesländer hat für Chaos gesorgt, das war unverantwortlich seitens der Politik und könnte jetzt den Unternehmen auf die Füße fallen. Alleine zwischen Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg gab es erhebliche Unterschiede hinsichtlich Hygienekonzepten, Maskenpflicht und Öffnungsregeln für den Einzelhandel.

Was wünschen Sie sich konkret für den Fall, dass sich die Krise wieder verschärft?

Einerseits, dass bei eventuellen Lockdown-Maßnahmen mit Maß und Ziel vorgegangen wird und nur punktuelle Shutdowns eingeleitet werden, wie es etwa beim Ausbruch im Tönnies-Werk der Fall war. Andererseits, dass der Ausbau der digitalen Infrastruktur nun endlich deutlich beschleunigt wird. Ich sage schon seit Jahren, dass Deutschland sich hier auf dem Niveau eines Entwicklungslandes befindet. Das hat uns Corona noch einmal schmerzlich vor Augen geführt: Homeoffice und Homeschooling schön und gut – aber wenn die Schüler in Videokonferenzen mit ihren Lehrern ständig vor Standbildern sitzen, weil die Bandbreite nicht für eine unterbrechungsfreie Übertragung ausreicht, ist das ein Armutszeugnis. Drittens und letztens aber auch mehr Vernunft jedes Einzelnen!

Wie meinen Sie das?

Es kann doch nicht sein, dass sich Leute wegen der Maskenpflicht, die sie ein paar Minuten am Tag beim Einkaufen betrifft, in ihren Grundrechten verletzt fühlen. Das ist der Gesellschaft gegenüber unverantwortlich und unsolidarisch. Genauso, wie auf Teufel komm raus in den Urlaub fliegen zu müssen und sich und seine Familie unnötigen Risiken auszusetzen. Nicht zuletzt gefährdet man damit mittelbar seinen eigenen Arbeitsplatz: Wenn man eine Corona-Infektion einschleppt und damit Kollegen ansteckt, legt man im Zweifel ein ganzes Unternehmen lahm. Und was dann? Dann hat man für seine zwei Wochen Sorglosigkeit seine eigene und die wirtschaftliche Existenz seiner Kollegen gefährdet.

Warum blicken Sie trotzdem optimistisch in die Zukunft?

Rutronik ist allgemein gut aufgestellt und ist – verhältnismäßig – gut durch die Krise gekommen. Aber was die nächsten Monate bringen, ist schwer abzuschätzen. Wir können nicht für das nächste Jahr planen, sondern müssen erst einmal abwarten, was bis Dezember passiert. Dann können wir eine Tendenz erkennen, wohin die Reise geht. Alles in allem bin ich aber verhalten optimistisch, dass sich die Wirtschaft erholen wird. Wir haben in Deutschland einen starken Mittelstand. Wenn die Politik sich darauf besinnt, diesen stärker als bisher zu unterstützen, statt sich auf Großunternehmen zu fokussieren, wird unser Land diese Krise überstehen. ■

Rutronik Analytics – Business Intelligence & Analytics as a Service

Zielkunden finden, Bestandskunden optimal bedienen

„Zehn profitable Ideen für die Neukundengewinnung“ oder „Acht Tipps zur Kundengewinnung“ – Berater haben reichlich gute Ideen, wie Unternehmen an neue Kunden kommen. In Zeiten von Big Data und Machine Learning stehen jedoch intelligentere Lösungen zur Verfügung. Mit einem solchen Angebot beschreitet Rutronik ganz neue Wege.

VON ANDREAS MANGLER,
DIRECTOR STRATEGIC MARKETING, UND
STEFANIE PILLER, DIGITAL MARKETING,
BEIDE BEI RUTRONIK

Rutronik Analytics heißt der neue Baustein im Rutronik-Service-Portfolio. Er basiert auf BIAaaS. Das Akronym steht für „Business Intelligence & Analytics as a Service“. Business Intelligence bezeichnet ein Rahmenwerk, mit dem Unternehmen aus Daten Informationen und schließlich Wissen ge-

winnen können. Rutronik nutzt hierfür eine Reihe an Software-Technologien und eine mehrdimensionale Datenbank, in der Daten aus verschiedenen externen Quellen aggregiert und verifiziert sowie mit dem Know-how der Produkt-, Applikations- und Marktspezialisten angereichert werden.



Motivation zu Rutronik Analytics und Herausforderungen

Drei Fragen an Andreas Mangler, Director Strategic Marketing bei Rutronik

Herr Mangler, warum wagt sich Rutronik mit Rutronik Analytics in ein komplett neues Segment?

Primär dient Rutronik Analytics dazu, Rutronik selbst voranzubringen. Dabei ist unser Hauptziel, unsere Kernkompetenzen zu stärken – einerseits durch unser Produktportfolio, andererseits durch eine breitere Kundenbasis und eine bessere Durchdringung bei Kunden und Projekten. Da 70 % unserer Produkte erklärungsbedürftig sind, müssen wir unsere begrenzten Ressourcen, also die FAEs, Produktmanager und BDMs, optimal einsetzen. Bei all diesen Aspekten unterstützt uns Rutronik Analytics bzw. BIAaaS. Diese Möglichkeiten wollen wir nun auch unseren Kunden eröffnen und sie ebenfalls dabei unterstützen, zu wachsen.

Ein völlig neues, so komplexes Angebot aufzusetzen geht sicher mit Herausforderungen einher. Welche waren das?

Eine der größten lag darin, das interne Wissen aus dem Online Business und dem IT-Bereich sowie das Fachwissen unserer Produktmanager, BDMs und FAEs zu sammeln, zu strukturieren und nutzbar zu machen. Auch haben wir festgestellt, dass ohne ein umfangreiches Trainieren der Software praktisch nichts passiert. Was das System selbst betrifft, sind die Herausforderungen mit „VUCA“ ganz gut beschrieben, d.h. Volatilität durch sich ständig

verändernde Daten; Uncertainty, da die Daten nicht immer klar strukturiert vorliegen und oft unterschiedlich interpretiert werden können; Complexity durch komplexe Marktszenarien und verschiedene Abhängigkeiten zwischen den Datenquellen; schließlich Ambiguity, die Vieldeutigkeit der Daten und Ergebnisse.

Wie haben Sie diese Herausforderungen in den Griff bekommen?

Indem wir das Thema mit jedem Schritt klarer umrissen und strukturiert haben. Auch die Definition verschiedener Tools und Reports war sehr hilfreich. Aber ohne das fantastische Team aus Data-Mining-Spezialisten, IT-Kollegen und unseren Markt- und Produktspezialisten wäre das alles natürlich nicht möglich gewesen. Dieses Team hat mit Rutronik Analytics ein einzigartiges Werkzeug geschaffen, das durch moderne Technologie eine neue Dimension vertrieblicher Effizienz im Elektronikmarkt ermöglicht.

Fazit ist: Mit diesen neuen IT Tools sind wir in der Lage, Markttransparenz zu schaffen, um daraus fundierte Management-Entscheidungen abzuleiten. Und damit wird dies ein wesentlicher Beitrag sein, mithilfe von Web Scoring neue Zielkunden zu finden und Bestandskunden mit unseren Services optimal zu bedienen.

**Professional
Sound Solution Provider**

Piezo Buzzer



Magnetic Buzzer



Micro Speaker



Microphone



INDUSTRIAL
DREHZAHLEN ANWENDUNGEN BREMSCHÖPPER SYNCHRON
WIRTSCHAFTSLEISTUNGSLEKTRONIK IP55 BAUGRÖSSE GETRIEBE RETROFIT SYNCHRONMOTOREN
STEUERUNGSTECHNIK BREMSWIDERSTAND ELECTRIC SERVO TORQUE LUEFTER ELEKTRISCHER GETRIEBEMOTOREN
KW ANTRIEBEN DREHSTROM SYNCHRONMOTOREN ANTRIEBS KUNDENSPEZIFISCHE
IP20 SERVOREGLER ANTRIEBSLOESUNGEN PROFINET ELEKTRISCHE SAUFORSA
STEUERUNGEN DRIVE ETHERNET ASYNCHRONMOTOREN ASYNCHRON ANTRIEBSREGLER
SERVOMOTOREN UMRICHTER SCHUTZART DRIVES PARAMETRIERUNG MECHANISCHEN
SERVOMOTOR PROFIBUS
SPS FREQUENZUMRICHTER MOTORS
INVERTER
ANTRIEBE ANTRIEBSTECHNIK MOTOREN RS232
NETZFILTER MODBUS LEISTUNGSBEREICH
VOLTAGE ETHERCAT FREQUENZUMRICHTERN CANOPEN DREHZAHLENGELUNG
DREHSTROMMOTOREN ANTRIEBSSYSTEME ANTRIEBSLOESUNG SCHALTSCHRANK
ASYNCHRONMOTOR MOTOR DREHZAHLE UMRICHTERN ELEKTROMOTOREN FELDBUS DRICHMOMENT
AC ANTRIEB INBETRIEBNAHME SERVOANTRIEBE IES AUTOMATISIERUNGSTECHNIK GEHAEUSE
INVERTERS CONVERTER EMV GLEICHSTROMMOTOREN AUTOMATION FREIHELFER
UMGEBUNGSBEWERTUNGEN DEVIKONET ENGINEERING PLANETENGETRIEBE VIBRATIONS MECHANISCHE ZUEH VERKLEBSTRAPFENHILF INTENSIVTESTER

Bilder: Rutronik

Bild 1: Gemeinsamkeiten aller analysierten Referenzkunden

Mit „Analytics“ – Analysemethoden auf Basis von Machine Learning, Scoring-Modellen und Data-Mining-Verfahren – lassen sich aus der Datenbasis Informationen extrahieren, die für das jeweilige Unternehmen entscheidend sind. Das Ergebnis: Rutronik-Analytics-Anwender erhalten Transparenz über den eigenen Markt und den ihrer Zielkunden. Damit können sie fundierte Management-Entscheidungen treffen, die das Unternehmen tatsächlich voranbringen. Sie können ihre Kundenbasis erweitern, indem sie gezielt ihre Zielkunden finden – auch dort, wo sie sie gar nicht vermuten. Zudem lernen Unternehmen ihre Kunden noch besser kennen, verstehen, wie sie „ticken“, können sie in ihrer Sprache ansprechen und wissen, was jeder Kunde aktuell sowie mittel- und langfristig benötigt.

„As a Service“ schließlich bedeutet, dass die Software inklusive Hardware-Infrastruktur von Rutronik betrieben wird. Dabei gelten selbstverständlich alle Datenschutzregularien gemäß DSGVO. Der Kunde muss keine zusätzliche Software installieren, sondern kann das Angebot genau dann und in dem Umfang nutzen, wie er es benötigt.

Rutronik bietet seinen Kunden mit Rutronik Analytics neben der Lead-Generierung auch Einblicke in die Struktur und Wünsche der neu gefundenen Zielkunden. Das heißt: Der Service beschränkt sich nicht auf das Finden von Neukunden, sondern ermöglicht auch die zielgerichtete Ansprache von bereits bekannten Kunden und die effizientere Nutzung des Portfolios.

Das Ziel definieren

Service-Kunden erfüllt, bildet die gemeinsame Zieldefinition den ersten Schritt. Hier werden vor allem die Motivation der Marktanalyse und die Zielsetzung geklärt (z.B. Neukunden finden, Cross-Selling-Potenziale aufdecken). Zudem sind Fragen zu erörtern wie: Welches Produkt, welche Produktgruppe oder Dienstleistung soll im Markt platziert werden? Welche exakte Funktion oder welchen Nutzen erfüllt das Produkt in der Anwendung des Kunden? Welche Vorteile bringt es ihm?

Und was ist der genaue Anwendungs- bzw. Geschäftsbereich? Dieser wird über vier Ebenen bestimmt: Die oberste ist der Fokusmarkt bzw. die Branche, darunter folgt ein Anwendungssegment, dann eine Applikation und schließlich das Produkt oder die Dienstleistung des Zielkunden.

Mit diesen Informationen können die Algorithmen so trainiert werden, dass sie auch die gewünschten Ergebnisse liefern. Das zeigt ein Beispiel: Die Objekterkennung mit optischen Verfahren im Bereich der Assistenzsysteme für das autonome Fahren (ADAS) unterliegt ganz anderen Anforderungen und Spezifikationen als die optische Mustererkennung z.B. in Bestückungsmaschinen, obwohl vielleicht ähnliche bzw. fast gleiche physikalische Messprinzipien angewendet werden. Es ist nicht sinnvoll, diese beiden Anwendungen, obwohl auf gleichen physikalischen Prinzipien beruhend, beim Anlernen des Systems zu vermischen. Hierdurch würden quasi falsche Fahrten gelegt werden.

Zielen statt streuen – modernes Cherry Picking

Um sicherzustellen, dass die Analyse tatsächlich die Erwartungen der Rutronik-Analytics-

Lautet das Ziel Neukundengewinnung, gilt es die Zielkunden einzugrenzen. Denn mit den

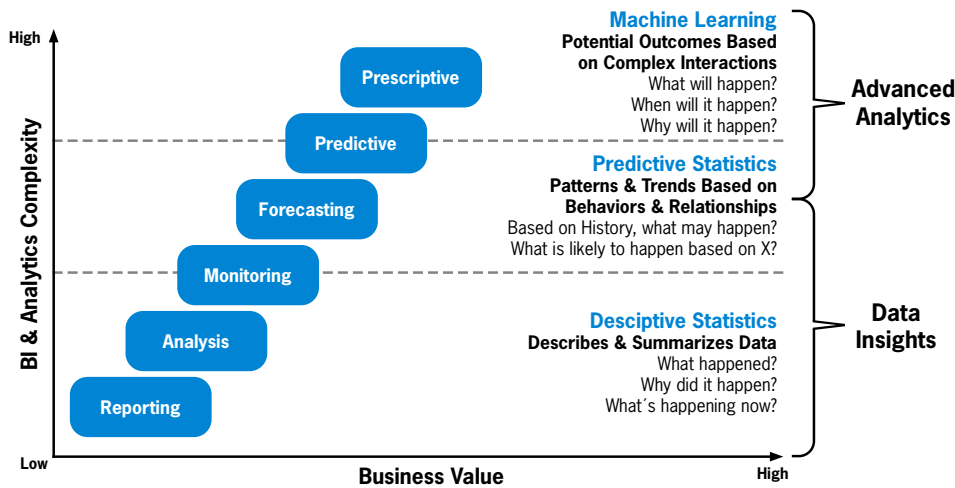


Bild 2: Der Nutzen aus einer Datenanalyse steigt erheblich, je weiter sie den Blick in die Zukunft eröffnet.

Ergebnissen von Rutronik Analytics geht es nicht darum, möglichst viele Unternehmen anzusprechen, sondern gezielt die herauszufinden, die für den Rutronik-Analytics-Kunden die höchsten Erfolgchancen und das größte Potenzial bieten. Hierfür werden erfolgreiche Bestandskunden oder bekannte, interessante Unternehmen als sogenannte Referenzkunden selektiert und anhand ausgewählter Merkmale beschrieben, darunter das Geschäftsmodell, die Position in der Wertschöpfungskette und die entwickelten

bzw. produzierten Anwendungen mit den technologischen Aspekten. Diese bilden die Grundlage für die Suche nach dem statistischen Zwilling.

Hinzu kommen weitere exklusive Datenquellen, die aus dem fundierten Marktwissen von Rutronik gespeist werden. Dazu gehört das Wissen der Rutronik-Produktmanager und -Applikationsingenieure aus allen Bereichen und Ländern bezüglich Bauelementen, Technologien, Applikationen, Anwendungen und

Märkten ebenso wie Marktzahlen und anderen ausgewählten Datenquellen.

Die Webseiten der Referenzkunden (die sogenannte Kunden-DNA) werden zudem analysiert, und daraus wird eine Wortwolke extrahiert (Bild 1). Sie bietet mehrfachen Nutzen: Der Rutronik-Analytics-Kunde kann seine bereits bekannten und neuen Kunden künftig noch besser in ihrer Sprache ansprechen, da die Tagcloud das Vokabular repräsentiert, das der Zielkunde nutzt. Außerdem lassen sich aus den gefundenen Begriffen direkt Bedarfsstrukturen ableiten, sodass Unternehmen maßgeschneiderte Systemlösungen anbieten können. Taucht z.B. „IP55“ in der Wortwolke auf, deutet das darauf hin, dass der Kunde u.a. einen spritzwassergeschützten Steckverbinder in seinen Systemen benötigt.

Mittels Data-Mining-Verfahren und Scoring-Modellen gleicht das System das so erstellte Profil mit Millionen Webseiten von Unternehmen ab und bewertet die Ähnlichkeit – je höher, desto wahrscheinlicher ein Interessent. Durch die Analyse weiß der Rutronik-Analytics-Kunde bereits viel über seine Zielkunden, kann den richtigen Ansprechpartner in seiner fachlichen Sprache ansprechen und ihm genau die benötigten Lösungen anbieten. ■

Rutronik SMART

Der IoT-Partner für Trendsetter

Der Web-Auftritt erinnert an Instagram – und das ist kein Zufall. Schließlich richtet sich Rutronik SMART an Entwickler, die in Sachen IoT Trends setzen wollen. Ihnen verspricht Rutronik SMART ein Komplettangebot, mit dem sie zudem ihre Kosten und Risiken reduzieren. Was dahintersteckt, erklärt Markus Balke, Senior Manager Product Marketing Analog & Sensors bei Rutronik.

Herr Balke, was ist Rutronik SMART eigentlich?

Unser Hashtag #IoT_enabler bringt es ganz gut auf den Punkt: Unter Rutronik SMART haben wir alles gebündelt, was man zur Umsetzung von IoT-Anwendungen braucht – und zwar von Ende zu Ende, vom Sensor bis zur Cloud. Der Schwerpunkt liegt auf Sensorik und

Wireless, außerdem Security-Lösungen und Cloud Services. Dazu kommen auch Displays, Stromversorgung, Batterien und alles andere bis hin zum kleinsten Widerstand – kurzum alles, was für IoT-Geräte nötig ist. Zudem helfen wir unseren Kunden beim Aufbau ihres Ökosystems und vermitteln bei Bedarf Software-Dienstleister für ihr spezielles Projekt.

Das gibt es doch auch alles bei Rutronik. Wofür Rutronik SMART?

IoT-Entwickler finden hier genau die Bausteine, die sie für ihre Projekte brauchen und die sich auch dafür eignen. Die Kriterien hierfür sind: eine kleine Bauform und ein hoher Integrationsgrad, geringer Stromverbrauch und mindestens drei Jahre Verfügbarkeit. Wir ha-



**RUTRONIK
SMART**

Discover the Internet of Things
Design **SMART** Products



ben aus dem riesigen Rutronik-Portfolio also eine Vorauswahl getroffen. In der Zielsetzung von Rutronik SMART haben wir das so formuliert: Wir sind der IoT-Partner, der seinen Kunden alles aus einer Hand bietet. Wir ermöglichen es ihnen, ihr Risiko zu minimieren, ihre Kosten zu senken und einen technologischen Vorsprung gegenüber dem Wettbewerb zu gewinnen.

Das klingt gut! Können Sie das etwas genauer beschreiben?

Ich hatte ja bereits erwähnt, dass IoT-Entwickler alles aus einer Hand bekommen. Auf der sicheren Seite sind sie, weil Rutronik als inhabergeführter Distributor langfristige Geschäftsbeziehungen pflegt – und das geht nur, wenn beide Seiten langfristig profitieren. Hierfür arbeiten wir weltweit auf erstklassigem Service Level und hohen Qualitätsstandards und bieten In-Time Delivery und eine permanente Verfügbarkeit von rund 30 Milliarden Bauteilen.



Markus Balke, Senior Manager Product Marketing Analog & Sensors bei Rutronik

„Es wenden sich auch Unternehmen an uns, die bisher praktisch nichts mit Elektronik zu tun hatten.“

Die Alles-aus-einer-Hand-Beschaffung sorgt gleichzeitig für geringe Kosten durch weniger Bezugsquellen. Auch die abgestimmten Logistiksysteme und standardisierten EDI- (Electronic Data Interchange) Systeme für automatisierte Bestellungen reduzieren Aufwand und Kosten.

Und woher kommt der Wettbewerbsvorsprung?

Unsere Fachleute unterstützen jedes Projekt mit umfassendem Produkt-, Technologie- und Markt-Know-how und Erfahrung aus verschiedenen Projekten. Wir kennen die Roadmaps führender Komponentenhersteller und Lösungsanbieter, sodass wir unseren Kunden helfen können, auf die neuesten Lösungen und Technologien zu setzen. Und weil wir über die Gesamtlösung hinweg herstellerneutral beraten, sind diese auch intelligent aufeinander abgestimmt.

Bei IoT-Projekten geht es aber nicht nur um die Hardware. Die größte Herausforderung liegt oft auf der Software-Seite, zum Beispiel wenn es darum geht, unerwünschte Frequenzen in der Radarmesstechnik herauszufiltern. Hierfür vermitteln wir qualifizierte Third-Party-Dienstleister; das gilt auch für die Fertigung.

Nun ist IoT ein weites Feld. Gibt es Märkte oder Anwendungen, auf die sich Rutronik SMART konzentriert?

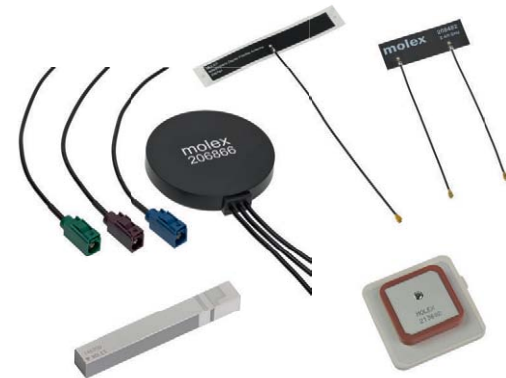
Grundsätzlich decken wir alles ab, da viele Anforderungen in den verschiedenen Einsatzbereichen dieselben sind. Trotzdem gibt es ein paar Märkte, die im Fokus stehen: Im Bereich Smart Health sehen wir spannende Anwen-



Antennen – Ready-to-Use

Die innovativen Antennen von Molex unterstützen alle gängigen Wireless Protokolle mit herausragender Performance. Egal ob intern, extern oder die neueste 5G Technologie, die Antennen von Molex passen für alle Ihre Applikationen.

Für weitere Informationen besuchen Sie uns auf rutronik.com/molex



molex

dungsfelder für digitale Lösungen. Sie können einen Ausweg aus dem Dilemma der alternden Gesellschaft bei gleichzeitigem Pflegemangel bieten. Beispiele sind etwa eine „digitale Krankenschwester“ zur Patientenüberwachung oder Telemedizin-Lösungen, mit denen die Gesundheit und das Wohlergehen älterer Menschen überwacht werden. So können sie, auch wenn sie schwach oder krank sind, so lange wie möglich in ihren eigenen vier Wänden leben.

Einen großen Boom sehen wir beim Smart Tracking, vor allem beim Position Tracking, also der Erstellung von Bewegungsprofilen. Ebenfalls großes Wachstumspotenzial hat das Condition Tracking, bei dem Waren während des Transports überwacht werden, sowie die Predictive Maintenance, also die vorausschauende Wartung mittels Fernüberwachung.

Auch der Einzelhandel ist ein sehr interessanter Markt – schließlich müssen die Händler vor Ort den Online-Giganten etwas entgegensetzen, wenn sie ihnen nicht kampflos das Feld überlassen wollen. Mit Smart-Retail-Lösungen können sie z.B. Preise je nach Qualität und Haltbarkeit der Ware automatisch ändern oder

Waren zwischen verschiedenen Niederlassungen nach Bedarf verschieben.

Unglaublich viele Einsatzbereiche gehören zu Smart Home. Wir fokussieren uns hier vor allem auf die Gebäudeautomatisierung und smarte Steuerung z.B. der Klimatisierung sowie der Zugangskontrolle. Unser neuestes Projekt, das wir bei Rutronik SMART selbst umgesetzt und wofür wir viel Forschungsarbeit betrieben haben, gehört auch zum Smart-Home-Bereich.

Und was ist das?

Ein Geruchsvernichter – aber einer, der die Bezeichnung wirklich verdient und unangenehme Gerüche nicht einfach durch andere überdüftet. Dafür erfasst ein Sensor alle Bestandteile, eine speziell trainierte Algorithmen identifiziert sie und eine UV-LED vernichtet sie ganz gezielt. Das ist eine kleine Revolution für alle Bereiche, in denen störende Gerüche auftreten können, von Toiletten über Küchen und Müllsammelstellen bis hin zum Sportstudio. *(Anmerkung der Redaktion: Wer sich für die Details interessiert, findet diese in einem eigenen Artikel auf Seite 60.)*

Schaut man sich den Internetauftritt unter rutronik.com/smart an, denkt man eher an Social Media als eine Unternehmens-Website. Richtet sich Rutronik SMART gezielt an eine jüngere Kundengruppe?

Wir sprechen vor allem mit Entwicklern aus der sogenannten Generation Y, die in den 1980ern und 90ern geboren sind. Manche arbeiten in Startups, andere gehören zu den Rutronik-Bestandskunden, die jetzt Connectivity in ihre Produkte integrieren wollen. Aber es wenden sich auch Unternehmen an uns, die bisher praktisch nichts mit Elektronik zu tun hatten, sondern eher aus der Mechanik kommen, aber ihr Gerät jetzt internetfähig machen wollen. Sie alle kennen das Look-and-Feel unserer Website von Instagram oder LinkedIn. Was uns bei der Gestaltung aber mindestens genauso wichtig war, sind die Funktionalitäten, die damit verbunden sind: immer vielfältige, aktuelle News auf der Seite zu haben, verbunden mit der Hashtag-Suche, mit der man schnell alles zu bestimmten Themen findet – eben genau so, wie man in unserem Portfolio alles findet, was man für IoT-Projekte braucht. ■

Sichere MCU-Plattform für Edge Intelligence im IoT

Machine Learning und KI-basierte Signalverarbeitung an der Edge

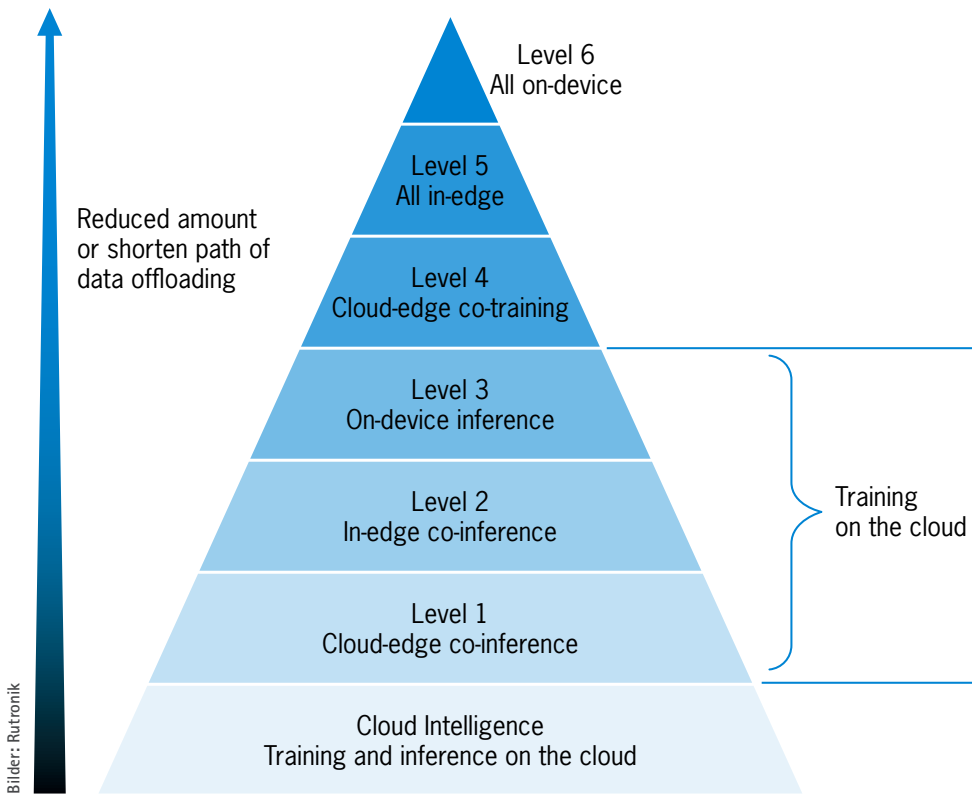
Vor allem im industriellen Umfeld werden KI- (künstliche Intelligenz) Anwendungen und -Dienste verstärkt auf MCU-Plattformen integriert. Mit einer Edge-Intelligence-IoT-MCU-Plattform von Rutronik erhalten Hard- und Firmware-Entwickler jetzt eine Komplettlösung für ihre KI-basierten Applikationen an der Edge.

VON ANDREAS MANGLER,
DIRECTOR STRATEGIC MARKETING
BEI RUTRONIK

Endbenutzer und Endgeräte an der Netzwerk-Edge erzeugen oft riesige Datenmengen, darunter datenschutzrechtlich sensible wie Standortdaten, Gesundheits- oder Aktivitätsaufzeichnungen oder Produktionsinformationen. Werden diese in der Cloud oder auf Edge-Servern analysiert, ist das Risiko

groß, dass dabei die Privatsphäre verletzt wird – selbst wenn rechtliche Anforderungen wie die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) eingehalten werden.

In der Industrie sind Echtzeit-Automatisierung und -Steuerung vor Jahren als weitgehend ei-



Sechs Stufen von der Cloud zur Edge Intelligence

genständige Systeme entwickelt worden. Inzwischen sind sie mit Netzwerken verbunden, über die sensible Daten ausgespäht oder manipuliert werden können. Gegen derartige Angriffe findet sich in der Architektur der Systeme jedoch meist kein adäquater Schutz. Die Sicherheit von Daten und Algorithmen bedarf deshalb besonderer Aufmerksamkeit und steht bei den Industrieunternehmen ganz oben auf der Prioritätenliste.

Paradigmenwechsel von der Cloud in die Edge

Edge Intelligence (EI), also das eigenständige Lernen auf den Endgeräten selbst, ist eine Möglichkeit für datenschutzfreundliches, verteiltes Trainieren mithilfe von Daten. Dabei verbleiben die Originaldatensätze in den Geräten bzw. Knoten, in denen sie generiert wurden. Die Parameter des Edge-KI-Modells können trotzdem für mehrere Endgeräte genutzt werden.

Für Edge Intelligence muss die digitale Signalverarbeitung der KI im (I)IoT (Industrial IoT) Front End stattfinden. Das bedeutet einen echten Paradigmenwechsel von der rein Cloud-basierten Intelligenz zur intelligenten digitalen Signalverarbeitung vor Ort im Endgerät.

Damit die von verschiedenen Stellen angebotenen EI-Dienste als vertrauenswürdig erkannt werden können, ist ein dezentralisiertes Ver-

trauensmodell notwendig. Mit Entwürfen von verteilten Sicherheitsmechanismen lassen sich Benutzerauthentifizierung und Zugriffskontrolle, Modell- und Datenintegrität sowie gegenseitige Plattformverifizierung gewährleisten. Ist nicht auszuschließen, dass im Netzwerk gleichzeitig vertrauenswürdige und „böswillige“ Edge-Knoten vorhanden sind, sind zudem sichere Routing-Schemata und Vertrauensnetztopologien für die Bereitstellung von EI-Diensten nötig. Für alle Kommunikationsprozesse mit der MCU und dem Speicher braucht es neue Sicherheitsmechanismen mit Trusted Zones und Kryptografie-basierten Algorithmen. Das gilt für den gesamten Prozess von der Programmierung über das Anlernen der Algorithmen bis zum praktischen Betrieb im Feld.

Entscheidende Kriterien für EI-basierte Systeme

Für die Performance EI-basierter Systeme sind mindestens sechs Kriterien ausschlaggebend. Sie haben auch beim Design der Edge-Intelligence-IoT-MCU-Plattform RUTDevKit-STM32L5 von Rutronik die Hauptrolle gespielt.

1. Latenzzeit

Die Latenz bezieht sich auf den Zeitraum, den den Entscheidungs- und Schlussfolgerungsprozess (Inferenzprozess) inklusive Vorverarbei-



Industrial Batteries for Professionals

FIND THE RIGHT BATTERY FOR YOUR APPLICATION!

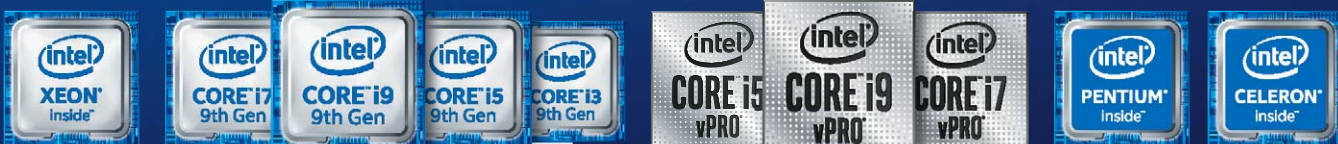
industry.panasonic.eu





INTEL® NUC BUILT FOR PROFESSIONALS POWERED FOR SUCCESS

Designed for a wide range of commercial and education usages, the Intel® NUC is an Intel-designed small form factor board, kit, or Mini PC that delivers desktop-like performance.



INTEL® NUC COMMERCIAL USAGES

PROFESSIONALS

Get mind-blowing performance for the modern workplace. Intel® NUC Mini PCs are designed for Windows® 10 Pro with the power for all of your office apps.



CONFERENCE ROOM

Transform existing conference rooms and collaboration areas into smart, connected meeting spaces. Pair with the Intel Unite® Solution for seamless collaboration wherever your business takes you.



DIGITAL SIGNAGE

Create interactive touch systems with brilliant 4K Ultra HD visuals. The Intel® NUC supports remote manageability, encryption, multiple displays, and broad third-party ecosystem support.



RUGGED DESIGN

Customize your solution to meet your needs. Intel® NUC kits and boards are configurable, scalable, and are a natural fit for tight spaces or commercial applications.



tion, Modellinferenz, Datenübertragung und Nachbearbeitung umfasst. Geht man von einer Latenzzeit von 100 ms für den gesamten Prozess aus, so muss beispielsweise die analoge Sensordatensignalverarbeitung deutlich kürzer ausfallen. Strenge Zeitvorgaben gelten vor allem für mobile Echtzeit-Anwendungen wie Robotik, Predictive Maintenance oder Sensordatenfusion. In diesem Fall sind Sampling-Raten etwa von 100 kHz und deren Signalvorverarbeitung gefordert. Im RUTDevKit-STM32L5 unterstützen schnelle Analog/Digital-Wandler (ADCs) des STM32L05 die geforderten Latenzzeiten. – Darüber hinaus beeinflussen weitere Faktoren die Latenzzeit, etwa die Ressourcen auf den Edge-Geräten sowie die Art und Weise, wie Daten übertragen werden und wie z.B. das neuronale Netzwerk in der Software ausgeführt wird. Im RUTDevKit-STM32L5 tragen die Octo-SPI-Schnittstelle zum PSRAM und die Quad-SPI-Schnittstelle zum NOR-Flash zu Echtzeitfähigkeit und schnellstmöglichem Datentransfer des Boards bei.

2. Genauigkeit

Die Genauigkeit bezieht sich auf das KI-Trainingsmodell und damit auch auf die Ergebnisse des KI-Modells. Sie ergibt sich aus dem

Verhältnis der Anzahl an Daten-Samples, die durch Inferenz die richtigen Vorhersagen erhalten, zur Gesamtzahl an Daten-Samples. Zu den Einflussfaktoren gehört die Geschwindigkeit, mit der die Eingabedaten in das KI-Modell eingespeist werden. Zum Beispiel kann es bei einer Videoanalyse-Anwendung aufgrund des hohen Eingabetempos passieren, dass Daten wegen begrenzter Ressourcen des Edge-Geräts übersprungen werden. Das reduziert die Genauigkeit. Ein kamerалoses System wie eine Totwinkelerkennung im Auto, die auf gepulster Infrarotsensorik basiert, liefert hingegen ein vielfach schnelleres und genaueres Entscheidungsergebnis. Genau für solche Anwendungen mit dezentraler Intelligenz sind MCU-Plattformen prädestiniert.

Eine kamerалose, EI-basierte Gestenauswertung mit sehr kurzen Latenzzeiten ermöglicht beispielsweise die Halios-Familie von Elmos. „Halios“ steht für „High Ambient Light Independent Optical System“. Die hochempfindlichen Bauteile erkennen Gesten ohne mechanische Elemente und ohne kamerabasierte Systeme. Sie lassen sich ideal mit dem RUTDevKit-STM32L5 kombinieren.

3. Energieverbrauch

Der Berechnungs- und Kommunikationsaufwand bei der Ableitung aus einem KI-Modell verbraucht relativ viel Energie. Wird das KI-Modell in den Endgeräten ausgeführt, ist das problematisch, da diese – im Gegensatz zu Edge-Servern und Cloud-Rechenzentren – meist batteriebetrieben funktionieren. Für eine EI-Anwendung ist die Energieeffizienz deshalb ein wichtiges Kriterium. Sie hängt von der Größe bzw. Komplexität des KI-Modells und den Ressourcen auf den Edge-Geräten ab. Effizienter Umgang mit Speicherplatz und Kommunikationszeiten sowie Low-Power-High-Performance-MCU reduzieren die Energieaufnahme.

4. Datenschutz

(I)IoT-Anwendungen und -Geräte erzeugen auch viele sensible Daten. Deshalb müssen die Privatsphäre und die Datensicherheit in der Nähe der Datenquelle einer EI-Anwendung gewährleistet sein. Hierfür ist entscheidend, wie die Originaldaten verarbeitet werden. Eine „Trust Zone“ in der MCU und im Speicher, also ein virtueller Bereich mit Hardware-basierter Zugriffskontrolle, ist deshalb ein Muss. Dabei sind die Verwaltung der geschützten und der unsicheren Bereiche (Trusted und Non-Trusted) sowie die stringente Prozessplanung bei Programmierung und Betrieb mit eingeschränkten Zugriffsrechten entscheidend.

Für einen sicheren Machine-Learning-Prozess mit Quasi-Big-Data verfügt das RUTDevKit-STM32L5 über einen SD-Karten-Sockel. So lässt sich eine SD-Karte mit Verschlüsselung ergänzen, um wertvolle Daten zu schützen.

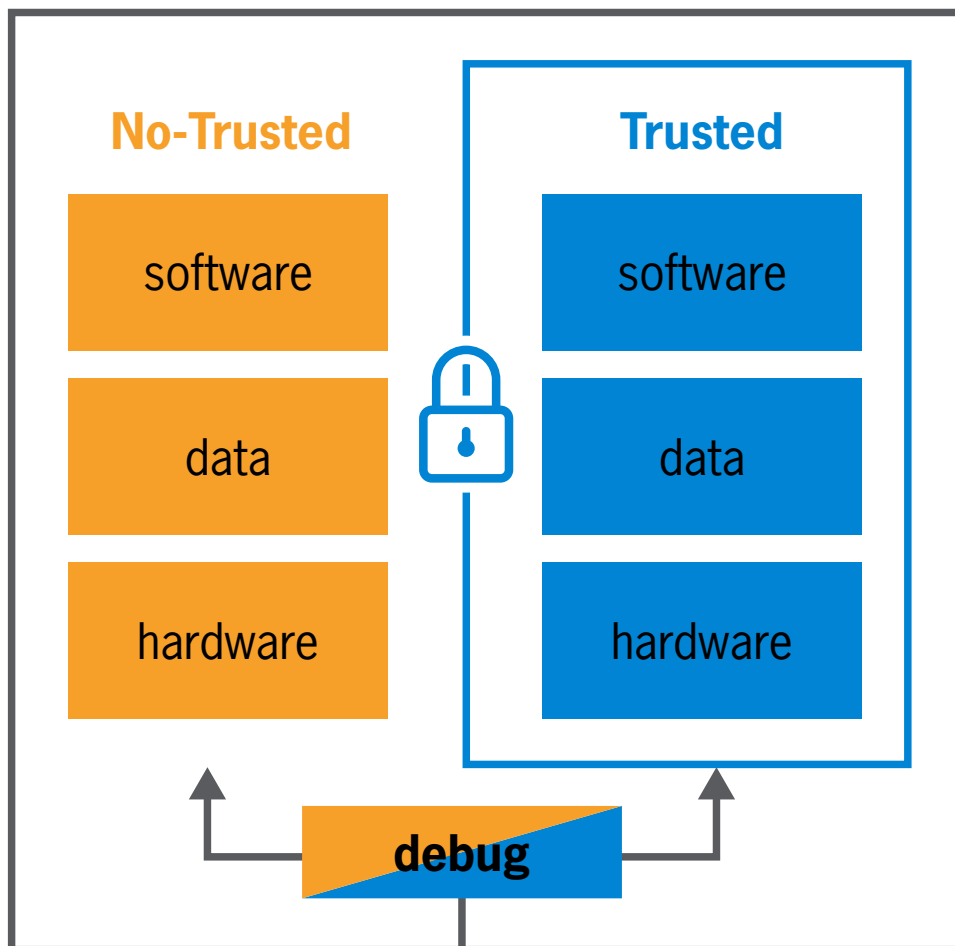
5. Kommunikation

Vor allem die externe Kommunikation mit anderen EI-Systemen hat großen Einfluss auf die Echtzeitfähigkeit eines Systems. Um die Latenzzeit so gering wie möglich zu halten, muss dieser Kommunikations-Overhead während der Inferenzphase minimiert werden. Das gilt insbesondere für die aufwändige Nutzung der WAN-Bandbreite in die Cloud.

Passend zum RUTDevKit-STM32L5 gibt es ein Anybus-Modul. Es ermöglicht die Kommunikation über alle gängigen Feldbusse und Industrial-Ethernet-Netzwerke und entlastet so die Computing Performance der MCU.

6. Memory

Ein präzises KI-Modell basiert typischerweise auf einer extrem hohen Anzahl von Datensät-



ARM TrustZone schafft eine sichere und eine unsichere Umgebung auf einem Core.

zen. Für mobile Geräte steht jedoch der sparsame Umgang mit Speicherressourcen im Fokus. Um sowohl Big Data als auch die Inferenzdaten sicher auf diesen Geräten ablegen zu können, gilt es, die Speicherperipherie für die KI-Realisierung zu optimieren.

Im RUTDevKit-STM32L5 bieten 412 kB Flash, 64 Mbit PSRAM und 128 Mbit NOR-Flash on Chip der MCU plus der Option einer SD-Karte im GB-Bereich mit geschütztem Bereich optimale Voraussetzungen für Machine-Learning-Anwendungen.

Fazit

Für viele Anwendungen ist es sinnvoll, KI-Modelle nicht in der Cloud, sondern im Endgerät

und damit an der Edge auszuführen. Mit seiner jüngsten Entwicklung, dem RUTDevKit-STM32L5, leistet Rutronik nun einen entscheidenden Beitrag für sichere, autonome Systeme mit ausreichender Konnektivität. Die Komplettlösung für KI-basierte Applikationen an der Edge, die auf einer MCU-Plattform ausgeführt werden, ermöglicht es Hardware- und Firmware-Entwicklern, innerhalb kürzester Zeit Proof-of-Concepts zu realisieren. Sie steigert die Systemeffizienz und Skalierbarkeit bei kürzerer Entwicklungszeit und niedrigeren Kosten.

Das RUTDevKit-STM32L5 bildet die Basis für eine modulare Tool-Welt. Arduino-kompatible Plug-in-Boards, die jeweils für spezifische Endapplikationen einen praktikablen Lösungsansatz bieten, sind in der Entwicklung. ■



Ultra-High Precision Thin Film Chip Resistor Networks

Down to 1 ppm/K in relative TCR

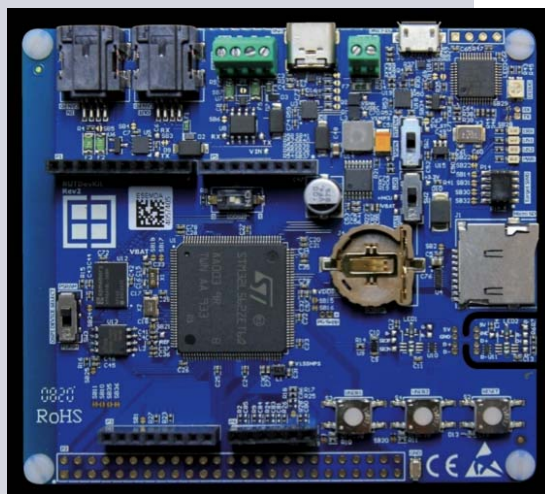


Edge-Intelligence- IoT-MCU-Plattform – das RUTDevKit-STM32L5

Das RUTDevKit-STM32L5 bietet Hard- und Firmware-Entwicklern eine Komplettlösung für die eigene Entwicklung von KI-basierten Applikationen an der Edge. Die BOM enthält ausschließlich Komponenten aus dem Rutronik-Portfolio. Sie ist unter www.rutronik.com/development-stories/rutdevkit-stm32l5 zu finden und lässt sich einfach für jede Applikation adaptieren. Die Komponenten im Überblick:

Hardware

- STM32L562ZET6Q Ultra-Low-Power-IoT-Controller (110 MHz), ARM Cortex-M33 TrustZone mit 512 kB Flash, on-Chip PSRAM und NOR-Flash verbunden über Octo-SPI, Arduino-Pin-Anschlüsse, Zugang zu Mikrocontroller-I/O-Pins, ST-Link USB-Debugger
- APS6408L 64 Mbit Octo-SPI PSRAM
- EN25QH128A 128 Mbit Quad-SPI NOR-Flash
- CAN FD mit TLE9251VLE-Treiber
- USB-C-Stromversorgung mit Schutz-IC TCPPO1-M12
- RS-485-Schnittstelle mit ST3485EDBR-Treiber
- Micro-SD-Kartensockel
- Arduino-Interface
- 4-Layer-Design



Komplettlösung für die Entwicklung KI-basierter Applikationen an der Edge: das RUTDevKit-STM32L5

Software

- CAN-FD-Testmodi-Demo
- RS-485-Modbus-Demo
- Demo zur USB-Stromversorgung
- Dual-Bank-Flash-Bootloader-Demo
- TrustZone-Demo
- Demo zur Erkennung von Manipulationen



www.susumu.de

SSM SUSUMU
Thin Film Specialist and Innovator

Susumu Deutschland GmbH

Frankfurter Straße 63 - 69
65760 Eschborn
Telefon: +49 (0) 6196/96 98 407
Fax: +49 (0) 6196/96 98 879
E-Mail: info@susumu.de

Automotive Business Unit

Netzwerk gegründet, US-Präsenz ausgebaut

Elektromobilität und autonomes Fahren, Konnektivität, Digitalisierung sowie neue Mobilitätskonzepte sind nicht nur die Schwerpunkte der Transformation in der Automobilindustrie, sondern auch die der Rutronik Automotive Business Unit (ABU).

VON CALOGERO AVARELLO,
BUSINESS DEVELOPMENT MANAGER
AUTOMOTIVE BUSINESS UNIT, UND
HOLGER HARTMAIER, SENIOR ACCOUNT
MANAGER AUTOMOTIVE,
BEIDE BEI RUTRONIK

Mit der Gründung der ABU im Jahr 2014 hat sich Rutronik frühzeitig darauf ausgerichtet, Unternehmen dabei zu unterstützen, die Transformation in der Automotive-Industrie nicht nur zu meistern, sondern von ihr zu profitieren. Zentral ist dabei der Fokus auf moderne und wirtschaftliche Konzepte für die Mobilität von morgen.

Die ABU-Experten konzentrieren sich ausschließlich auf Automotive-Applikationen. Ihr fundiertes Fachwissen und ihre langjährige Erfahrung im Bereich Automobilelektronik, kombiniert mit dem Know-how der führenden

Komponentenhersteller, eröffnet Kunden zahlreiche Vorteile. Die Kombination aus Expertenwissen, Netzwerken und umfassendem Distributions-Know-how macht die ABU zum idealen Partner für alle Themen rund um die Zukunft der Mobilität.

Anfang 2020 hat die ABU eine Automotive Executive Community (AXC) gegründet. Sie versteht sich als Plattform für Entscheider von OEMs, Tier-Ones, Tier-Twos und Service-Providern zum Austausch über aktuelle Marktgegebenheiten, Trends und die neuesten Innovationen. Im Fokus stehen immer die kommenden Herausforderungen im Bereich der



Bilder: Rutronik

Beim zweiten Automotive Congress von Rutronik im September 2019 verfolgten rund 240 Interessierte die Vorträge verschiedener Automotive-Experten.

Automobilelektronik. Damit verfügen AXC-Mitglieder über einen Informations-Pool z.B. zu den Trends der jeweiligen Hersteller. Das offizielle AXC-Kick-off-Meeting fand mit hochrangigen Vertretern deutscher OEMs, Tier-Ones und Supplier am 8. Juli 2020 in München statt.

ABU forciert Aktivitäten in den USA

Seit März 2020 ist Rutronik mit einer weiteren Niederlassung in den USA vertreten. Von Livonia bei Detroit (Michigan) wird Holger Hartmaier als neuer Senior Account Manager die Automotive-Aktivitäten in Nordamerika mit Unterstützung aus dem ABU-Headquarter in Ispringen (Deutschland) forcieren und weiter ausbauen. Hartmaier berichtet direkt an den Director der Automotive Business Unit, Uwe Rahn. Über das Distributionszentrum in Texas bietet Rutronik bereits kundenoptimierte und skalierbare Logistiksysteme an.

Neben technischen Seminaren, Roadshows und Tec-Days in enger Kooperation mit Rutroniks Franchise-Partnern ist unter anderem der erste Automotive Congress außerhalb Europas geplant. Er wird voraussichtlich im

Juni 2021 parallel zur NASIC (North American International Auto Show) in Detroit stattfinden. Auf der Agenda werden interessante Vorträge zu aktuellen Themen und Trends der Automobilbranche zu finden sein, die durch namhafte Repräsentanten der OEMs, Tier-Ones und Supplier präsentiert werden. Gleichzeitig wird die Veranstaltung ausreichende Möglichkeiten zum Networking und Erfahrungsaustausch bieten.

Rutronik in Nordamerika

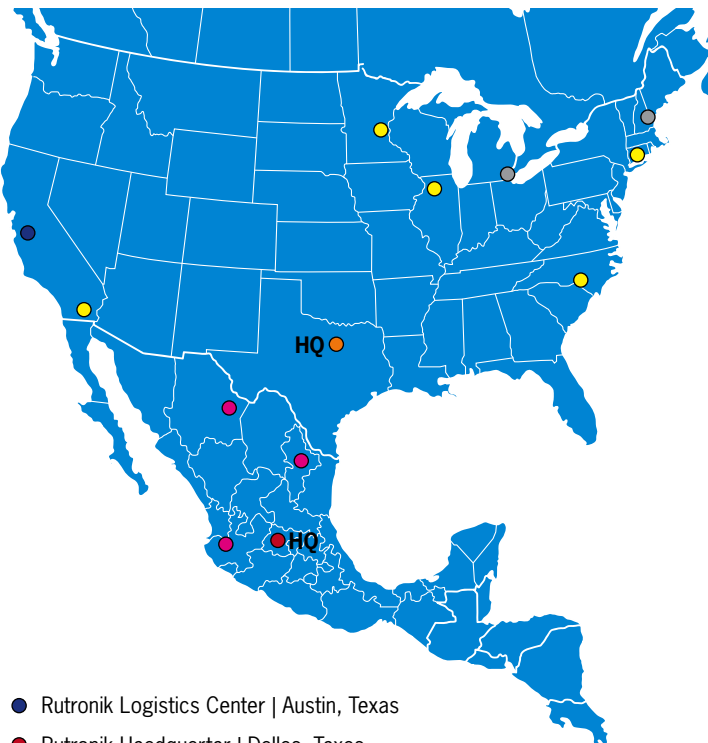
Neben der US-Firmenzentrale in Plano und dem Logistikzentrum in Austin (beide Texas) hat Rutronik derzeit Regionalbüros in den Bundesstaaten Massachusetts, Kalifornien und Michigan. Darüber hinaus ist das Unternehmen mit eigenen Field Application Engineers und Field Sales Engineers in Connecticut, Illinois, Minnesota und North Carolina präsent. In Mexiko ist Rutronik bereits seit 2008 vertreten; die Zentrale befindet sich in Querétaro. Seitdem sind drei weitere Vertretungen in den Bundesstaaten Chihuahua, Ja-



„Motor City“

Die Region Detroit, Geburtsort der Automobilindustrie in den USA, produziert derzeit mehr Automobile als jeder andere Bundesstaat. Allein im Jahr 2017 rollten mehr als zwei Millionen Fahrzeuge in elf Werken von den Bändern, was 18,5 % der gesamten US-Produktion entsprach. Michigan beherbergt zudem die Zentralen und Technologiezentren von 17 OEMs; 96 der größten 100 Zulieferer sind in Michigan beheimatet. Automobilhersteller und Zulieferer betreiben allein in Michigan zusammen mehr als 1600 Betriebe und beschäftigen mehr als 117.000 Ingenieure.

lisco und Nuevo León hinzugekommen. Über 70 Hersteller zählen zu den Rutronik-Partnern in Nordamerika. ■



- Rutronik Logistics Center | Austin, Texas
- Rutronik Headquarter | Dallas, Texas
- Regional Sales Offices | San Jose, Detroit, Concord
- Home Offices | Connecticut, N. Carolina, Illinois, Minnesota
- Rutronik Headquarter | Queretaro. Mexico
- Regional Sales Offices | Chihuahua, Monterey, Guadalajara

Rutronik ist in den USA und Mexiko mit zahlreichen Niederlassungen und Büros vertreten; das Logistikzentrum befindet sich in Plano, Texas.

Anzeige

OGN-SMD

Offener Sicherungshalter

- Geeignet für vollautomatische PCB Bestückung
- Verfügbar in Blister Verpackung (Tape&Reel)
- Reflow beständig und kleine Bauhöhe
- Erfüllt verschärfte Glühdrahtbeständigkeit (IEC 60335-1)

SCHURTER
ELECTRONIC COMPONENTS

schurter.ch/sicherungshalter

Geruchsvernichter

Rutronik sorgt für frische Luft

Zigarettenrauch und Schweiß, Schwefel, altes Fett, angebranntes Essen – niemand will das riechen. Wo Frischluftzufuhr nicht möglich ist, kommen Filter zum Einsatz. Besonders wirkungsvoll sind UV-unterstützte, photokatalytische Modelle. Auf dieser Technologie basiert auch der erste Geruchsvernichter-Demonstrator von Rutronik.

VON MARIA ALEJANDRA SALAZAR MARTINEZ,
PRODUCT SALES MANAGER ANALOG & SENSORS,
UND ALAIN BRUNO KAMWA, PRODUCT SALES MANAGER OPTO, BEIDE BEI RUTRONIK

Viele Geruchsbestandteile sind flüchtige organische Verbindungen (Volatile Organic Compounds, VOC), etwa Kohlenwasserstoffe (z.B. Methan), Alkohole (z.B. Ethanol) und organische Säuren (z.B. Essigsäure). Sie kommen in vielen Gegenständen, Reinigungsmitteln und Kosmetika vor, werden von Lebewesen ausgeschieden und entstehen bei verschiedenen Prozessen, etwa der Zersetzung organischer Stoffe ohne Sauerstoff (Fäulnis). VOCs können nicht nur unangenehme Gerüche auslösen, sondern auch die Gesundheit, das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit beeinträchtigen. Umgekehrt bedeutet eine schadstofffreie Luft ein großes Plus an Lebensqualität und Gesundheit.

Methoden für saubere Luft

Wo sich die Konzentration an VOCs in der Luft nicht einfach durch Frischluftzufuhr reduzieren lässt, sind wirkungsvolle Luftreiniger eine wichtige Maßnahme. Einige von ihnen filtern nicht nur unangenehme Gerüche und Schadstoffe, sondern können auch Gase neutralisieren und Krankheitserreger vernichten. Auf Basis ihrer Funktionsweise lassen sich verschiedene Geräteklassen unterscheiden:

Luftwäscher führen die Luft durch Wasserwalzen. Dadurch bleiben Staubteilchen am Wasserfilm hängen und werden so aus der Luft gefiltert. Luftwäscher sind auch als Luftbefeuchter bekannt, da Wassermoleküle durch den Prozess in die Umgebungsluft übergehen.

Ionisatoren erzeugen negativ geladene Teilchen, die sich an positiv geladene Partikel in der Luft anheften. Damit erhöht sich deren Masse und sie sinken zu Boden. Ein erheblicher Nachteil bei der Ionisierung ist die Entstehung von Ozon, das in erhöhter Konzentration gesundheitsschädlich ist.

Filtersysteme führen die Luft durch mehrere Filter. Durch ihre große Oberfläche adsorbieren diese unerwünschte Partikel, Erreger und Gerüche. Aktuell am bekanntesten sind der HEPA-Filter (High Efficiency Particulate Air Filter) und der Aktivkohlefilter (z.B. bei Wasserfiltern). Zusätzlich wirkt der Filter als Reduktionsmittel, das Ozon oder Chlor aufnehmen kann.

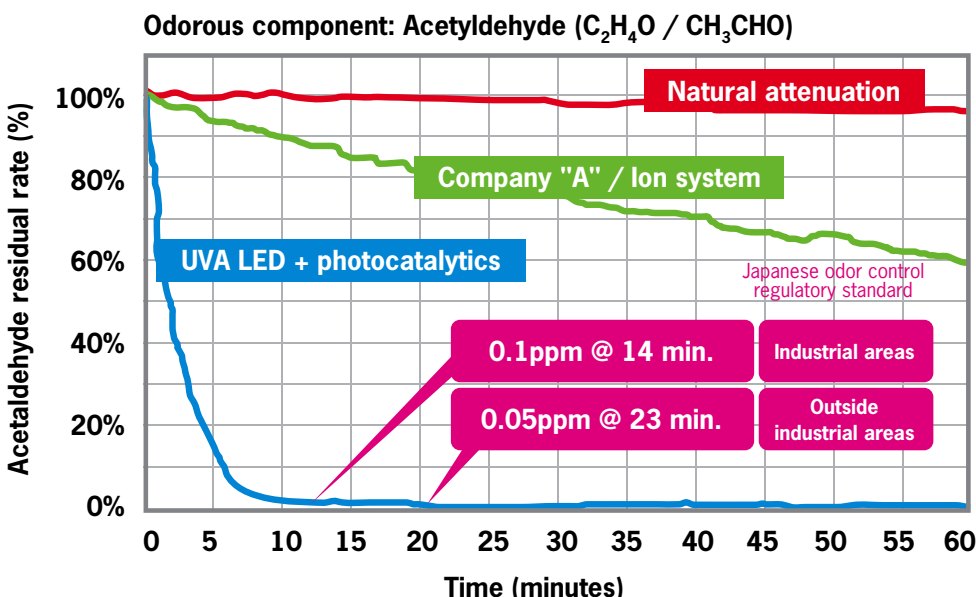


Bild 1 und 2: Kanagawa Institute of Industrial Science and Technology (KISTEC)

Bild 1: Mittels Photokatalyse und UV-A-Licht lassen sich viele Geruchsbestandteile schnell neutralisieren.

Bei **photokatalytischen Filtern** kommen Tiandioxid-Platten zum Einsatz, die mit UV-Licht bestrahlt werden (UV-unterstützte Tiandioxid-Photokatalyse, UVTP). Dabei bilden sich freie Radikale, die organisches Material wie die VOCs, aber auch Bakterien und Viren zersetzen.

*Licht gegen Krankheitserreger
und Gerüche*

Die UV-unterstützte TiO_2 -Photokatalyse hat sich in der Wasser- und Abwasserbehandlung bereits etabliert, vor allem, um die Qualität von Trinkwasser sicherzustellen. In Luftreinigern sind sie noch wenig verbreitet. Diese kommen in der Baubranche und in einigen Städten zum Einsatz, um giftige Schadstoffe in der Luft zu reduzieren. Jüngste Erkenntnisse deuten darauf hin, dass sich mittels UVTP auch die mikrobiologische Sicherheit von Lebensmitteln gewährleisten lässt.

*Gefahr erkannt,
Gestank gebannt*

Dass diese Art der Photokatalyse außerdem äußerst effektiv gegen Gerüche ist, haben kürzlich zwei Studien des japanischen Kanagawa Institute of Industrial Science and Technology (KISTEC) mit einem UVTP-basierten Geruchsneutralisator gezeigt. Die Ergebnisse wurden durch die Japan Food Research Laboratories bestätigt. Bei den Studien wurde Acetaldehyd, ein Gas mit beißendem Geruch, in einen 36-Liter-Tank geleitet, bis eine Konzentration von 10 ppm entstanden war. Dann wurde der Geruchsneutralisator aktiviert und die Konzentration über einen Zeitraum von 60 Minuten mit einem photoakustischen Multi-Gas-Monitor gemessen. Das Ergebnis: Nach 14 Minuten betrug der Anteil an Acetaldehyd nur noch 0,1 ppm, nach 23 Minuten noch 0,05 ppm. Der Vorgang wurde mehrfach wiederholt, stets mit demselben Verlauf. Zum Vergleich setzte das Institut im gleichen Aufbau einen Ionisator ein. Damit konnte die Acetaldehyd-Konzentration innerhalb von einer Stunde nur um 40 % reduziert werden. Ohne jeglichen Einsatz von Luftreinigung waren nach einer Stunde noch rund 95 % des Acetaldehyds vorhanden.

Ein fast identisches Bild ergab sich bei denselben Versuchen mit Ammoniak (Geruch nach Urin), Methylmercaptan (Geruch nach Exkrementen) sowie Formaldehyd (Geruch scharfer Reinigungsmittel) (Bild 2). Nur in den Testreihen von Hydrogensulfid (Fäulnis- und Schwefelgeruch) und Trimethylamin (Fischgestank) musste für ein vergleichbares Ergebnis der Geruchsneutralisator länger eingesetzt werden. Doch nach zwei Stunden waren auch hier fast keine dieser VOCs mehr messbar.

List of test results by target component

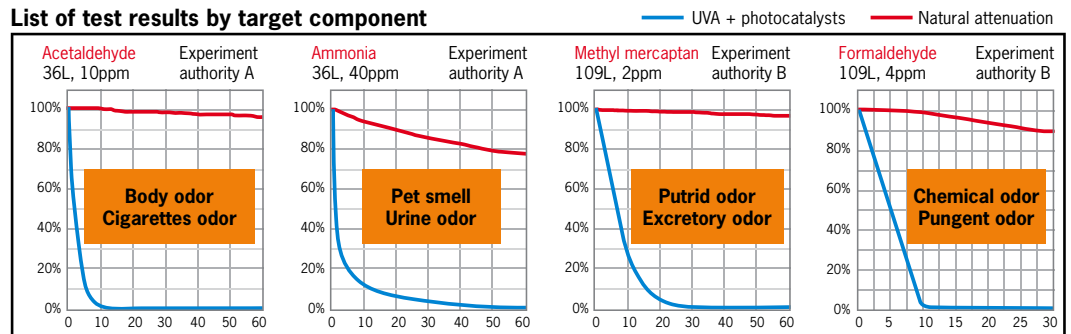


Bild 2: Ob Geruch nach Zigaretten, Fäulnis oder Chemie – die UV-gestützte Photokatalyse sorgt schnell wieder für frische Luft.

Als UV-Quelle erwies sich die UV-A-LED NDU1104ESE-365 von Stanley mit einer Wellenlänge von 365 nm in den Studien als effektivstes Modell. UV-A-LEDs mit 385 nm bzw. 395 nm neutralisierten deutlich weniger VOCs. Auch ihr Antriebsstrom von 500 mA macht die NDU1104ESE-365 wirkungsvoller als andere Modelle mit geringeren Werten. Denn mit dem Strom steigt auch die Lichtleistung.

Geruchsvernichter von Rutronik

Auf Basis dieser Erkenntnisse hat Rutronik einen Geruchsvernichter-Demonstrator entwickelt. Am Boden seines quaderförmigen Gehäuses (48 mm x 48 mm x 60 mm) strömt die Luft in das Gerät. Ein Lüfter sorgt dafür, dass sich die Luft von unten nach oben durch das Gehäuse bewegt. Dabei strömt sie durch einen photokatalytischen Filter, der sich zwischen zwei UV-A-LEDs mit einer Wellenlänge von 365 nm und einem Antriebsstrom von 500 mA befindet (Bild 3).

Zur Bestimmung des Gehalts an VOCs nutzt Rutronik den MOX-Sensor SGP von Sensirion. Er ist neben der LED angebracht und basiert auf der sogenannten Chemisorption von Gasen in Gegenwart von Sauerstoff. Dabei gehen die endotierten O_2 -Atome des Metalloxids (MOx) eine Bindung mit den Geruchsmolekülen ein. Die bei dieser Reaktion freigesetzten Elektronen führen zu einer Änderung des elektrischen Widerstands eines Films aus Metalloxid-Nanopartikeln. Auf diese Weise detektiert der Sensor eine Vielzahl an VOCs und andere Gase, die für Gerüche und die Qualität der Raumluft entscheidend sind.

Überschreitet die Anzahl der VOCs einen bestimmten Wert, wird die LED aktiviert. Die Bestrahlungszeit richtet sich nach der Art und Menge der VOCs. Optional lassen sich die Messwerte des Sensors auch anzeigen, sodass Nutzer stets die Luftqualität ablesen können.

Der Lithium-Ionen-Akku des Geruchsvernichters mit einer Betriebsdauer von zwei Stunden lässt sich an einer haushaltsüblichen Steckdose, am PC und an Auto-Ladegeräten aufladen. Damit ist er mobil und flexibel einsetzbar. So können Unternehmen seine Wirkung überall ausprobieren, sei es in öffentlichen oder mobilen Toiletten, im Müllraum, in der Großküche oder im Fitnessstudio.

Der Rutronik-Geruchsvernichter befindet sich noch in der Erprobungsphase – sollte er sich aber als praxistauglich erweisen, wäre das ein wichtiger Schritt bei der Bekämpfung unangenehmer und schädlicher Gerüche. Dann können Lufterfrischer, Duftbäume und Raumsprays einpacken. ■

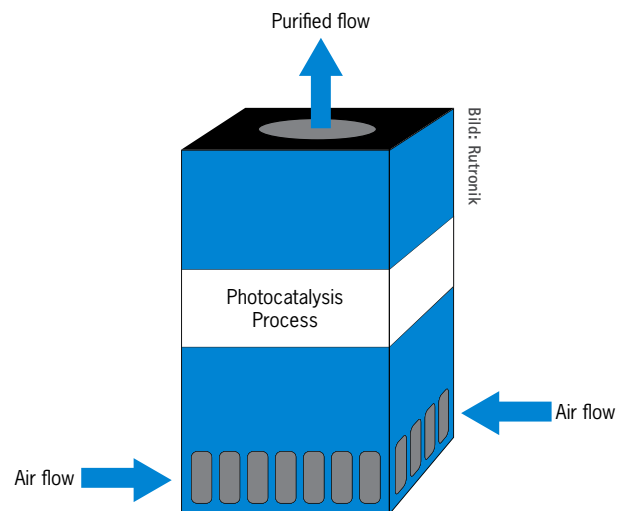


Bild 3: Aufbau des Geruchsvernichter-Demonstrators von Rutronik

Rutroniks integriertes Managementsystem

Qualität – braucht man die?

Fast auf jeder Internetpräsenz und in jeder Broschüre findet sich ein Qualitätsversprechen des jeweiligen Unternehmens.

Kaum ein Produkt oder Service wird nicht mit „Qualität“ beworben.

Qualität, so scheint es, ist überall. Die inflationäre Verwendung hat eine Kehrseite: Der Begriff wird unkonkret, driftet ab in die Beliebigkeit.

VON PATRICK LEHN,
MANAGEMENT SYSTEMS REPRESENTATIVE
BEI RUTRONIK

Intuitiv verstehen wir Qualität als ein Synonym für „gut, hochwertig“, verbinden damit positive Eigenschaften, Güte, ein hohes Niveau. Wer möchte schon etwas qualitativ Minderwertiges herstellen, erwerben, besitzen oder mit mangelnder Qualität in Verbindung gebracht werden? Kurzum: Qualität ist erstrebenswert.

Eine allgemeingültige Definition zu finden ist jedoch schwierig. Deshalb ist es sinnvoll, sich der Qualität von der anderen Seite zu nähern: Tut man die richtigen Dinge auf die richtige Weise mit den richtigen Werkzeugen, ist mit allergrößter Wahrscheinlichkeit das Ergebnis richtig. Dabei helfen allgemein akzeptierte und

getestete Vorgehensweisen, Dokumentationen, Normen und Standards.

Die Definition von Qualität nach ISO 9000 ist zwar etwas rudimentär, bietet aber ausreichend Flexibilität und deckt das größtmögliche Spektrum ab: „Vermögen einer Gesamtheit inhärenter (lat. innewohnend) Merkmale eines Produkts, eines Systems oder eines Prozesses zur Erfüllung von Forderungen von Kunden und anderen interessierten Parteien“.

Somit geht es nicht darum, mit einem Top-Down-Ansatz ein schwierig zu definierendes Resultat durch irgendwie „qualitativ“ hochwertige Arbeit hoffentlich zu erreichen. Im Ge-

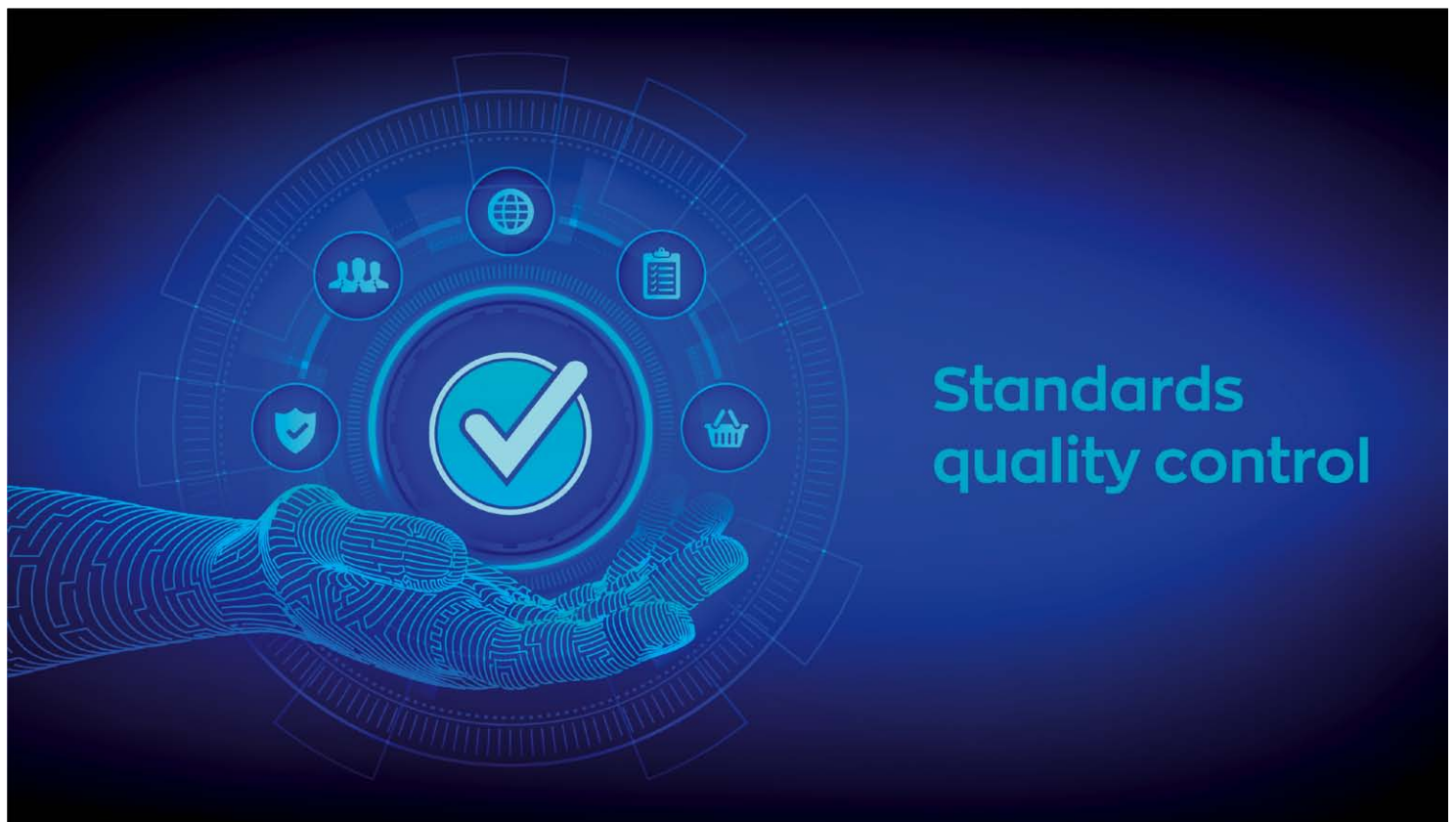


Bild: Iurii Motov/Shutterstock

Qualitätsmanagement besteht aus vielen Bausteinen, die optimal ineinandergreifen müssen.

genteil: Werden exakt spezifizierte und geprüfte Anforderungen erfüllt, ergibt sich die Qualität quasi automatisch. Dabei muss jedes einzelne Merkmal eines Prozesses oder Produkts den Qualitätsanforderungen entsprechen; durch Übertreffen eines Kriteriums lassen sich Mängel an anderer Stelle nicht kompensieren.

.....
Das Qualitätsgebäude von Rutronik
.....

Qualität bei Rutronik kann man sich als Gebäude vorstellen. Das Fundament, die tragenden Teile und das Dach sind die Zertifizierungen. Sie garantieren, dass Prozesse, Verfahren und Systeme allgemeingültige Standards erfüllen. Dies wird in regelmäßigen Abständen durch unabhängige Auditoren geprüft. Rutronik arbeitet weltweit an allen Standorten nach Prozessen und Standards, die den Anforderungen der jeweiligen ISO-Norm entsprechen. Dieser Rahmen garantiert ein global einheitliches Qualitätsniveau.

.....
Erster Schritt – Standardisierung und Zertifizierung
.....

Die Geschichte der Standardisierungen und Zertifizierungen bei Rutronik beginnt bereits 1997 mit einem Qualitätsmanagementsystem nach ISO 9002. Die Einführung des Umweltmanagementsystems im Jahr 2002 legte das Fundament für ein integriertes Managementsystem (IMS). Mit der sukzessiven Erweiterung um die Themen Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz (2008) sowie Informationssicherheit verfügt das Unternehmen seit Juni 2018 über ein umfassendes IMS nach den Normen ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001 und ISO 27001. Es unterstützt die weltweite Zusammenarbeit aller Bereiche und Abteilungen und bildet den elementaren Baustein bei ökonomischen und ökologischen Entscheidungen, deren Umsetzung und Erfolgskontrolle.

.....
Zweiter Schritt – der Ausbau
.....

Doch damit genügt das Qualitäts-Gebäude noch nicht dem Anspruch von Rutronik: „Committed to Excellence“. Das Unternehmen tut viel mehr, als die – zugegebenermaßen sehr wichtigen – Basics zu erfüllen. So wurden zum Beispiel über die vergangenen Jahre die Schutzmaßnahmen für ESD- und feuchtigkeitsempfindliche Bauteile erheblich erweitert, beim Stammdatenmanagement und bei Produktänderungen (PCN) und -abkündigungen (PTN) das Angebot weiter verbessert, die Pro-

zesse im Reklamationsmanagement optimiert und mit einer Workflow-basierten Softwarelösung komplementiert.

Im Bereich Infrastruktur wurde eine komplett redundante Auslegung der gesamten Informationstechnologie geschaffen, inklusive umfassender Vorsorgemaßnahmen für mögliche Ausfälle. Diese sind Teil eines übergreifenden „Business Continuity“-Konzepts, um im Fall einer Betriebsstörung die Geschäftsprozesse aufrechterhalten zu können.

Darüber hinaus hat Rutronik die Themen Kommunikation und Information weiter in den Fokus gerückt. Damit ist gewährleistet, dass alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zeitnah und umfassend mit den relevanten Informationen versorgt werden. Die Rutronik Academy bietet ein umfangreiches Schulungsangebot nicht nur für Mitarbeiter, sondern auch für Kunden und Hersteller. Die webbasierte Lernplattform stellt wichtige Themen zum Training bereit.

.....
Dritter Schritt – das Leben
.....

Mit dem Aufbau des auf vier Pfeilern stehenden integrierten Managementsystems (Qualität, Umweltschutz, Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz, Informationssicherheit) sowie den weiterführenden Maßnahmen hat Rutronik die Rahmenbedingungen für Qualität geschaffen. Der in allen Bereichen verankerte kontinuierliche Verbesserungsprozess garantiert die Lebendigkeit dieser Handlungsweisen. Mögliche Fehlerquellen werden schneller erkannt, Optimierungen umgehend möglich. Dazu bedarf es aber einer weiteren „Variablen“, die in diesem Konstrukt wahrscheinlich die allerwichtigste ist: die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen. Deshalb ist es die oberste Priorität, eine Qualitätskultur zu etablieren und zu pflegen, die jedem Mitarbeiter seinen Beitrag aufzeigt und ihn dazu motiviert, diesen zu leisten.

Um abschließend die Frage der Überschrift zu beantworten: Ja! Qualität ist zwingend notwendig. Denn, so das Motto von Rutronik: Qualität ist nicht alles – aber ohne Qualität ist alles nichts! ■



Quicklock-Rundsteckverbinder
(neue Baugröße)

Power-Rundsteckverbinder mit Quicklock-Verriegelung

- 4 Baugrößen
- IP67
- bis 12-polig
- bis 50 A/500 V



Sortiment um neue Baugröße 28 erweitert

- 2-,3- und 8-polig
- 50 A/500 V



Industrie-Motherboards „Made in Germany“

Hohe Rechenleistung für grafikintensive Anwendungen

Nach der Übernahme der Industrial-Mainboard-Sparte von Fujitsu durch Kontron ist der Übergang inzwischen abgeschlossen. Kontron führt nicht nur das Fujitsu-Geschäft nahtlos fort, sondern baut es mit Neuentwicklungen „designed & manufactured in Germany“ weiter aus.

VON MARIO KLUG, SENIOR MANAGER PRODUCT MARKETING BOARDS BEI RUTRONIK, UND PETER HOSER, VICE PRESIDENT UND LEITER DER PRODUCT CENTER BOARDS BEI KONTRON



Das mit einem AMD-Ryzen-Embedded-V1000/R1000-Prozessor bestückte Mini-ITX-Motherboard D3713-V/R von Kontron bietet dank der SoC-integrierten AMD-Radeon-Vega-GPU eine brillante Grafik und ist für professionelle Gambling-Systeme, medizinische Displays, Thin Clients und Industrie-PCs optimiert.

Ende 2019 wurden die ersten Motherboard-Modelle zu Kontron verlagert. Inzwischen ist die komplexe Integration des Motherboard-Geschäfts erfolgreich abgeschlossen: Nicht nur das gesamte Portfolio und das gesammelte Know-how gingen auf Kontron über, sondern auch die komplette Produktion. Produziert werden die Fujitsu-Motherboards von Kontrons Fertigungspartner Katek Mauerstetten, rund 65 Kilometer von Fujitsus früherem Mainboard-Produktionsstandort in Augsburg entfernt, mit den gewohnten hohen Qualitätsstandards.

»Der Transfer der Mainboard-Fertigung von Fujitsu zu Kontron verlief trotz des großen Portfolios an Boards wie auch Peripherie-Produkten nahezu reibungslos«, so Mario Klug, Senior Manager Product Marketing Boards von Rutronik. »Vor allem auch durch die Beibehaltung der Ansprechpartner konnten wir den bisherigen Support für unsere Kunden aufrechterhalten. Kontron hat es – trotz der erschwerenden Umstände durch Covid-19 mit Ausfällen in den Lieferketten für Komponenten

– geschafft, unseren Backlog ohne große Verzögerungen zu bedienen. Das verdient unsere Hochachtung.«

Kontinuität und Weiterentwicklung

Die langfristige Lieferung, der technische Support, der Reparaturservice und die Fortführung des Produktportfolios liegen bei Kontron in professionellen Händen. Das Unternehmen hat viele ehemalige Fujitsu-Mitarbeiter mit Fähigkeiten in Schlüsselbereichen wie F&E, Produktmanagement, Marketing, Produktion, Vertrieb und Support übernommen. So ist zum einen sichergestellt, dass das einschlägige Know-how, das speziell im Bereich der Entwicklung bereits seit Fujitsu/Siemens-Zeiten besteht, weiterhin in neue Designs einfließt. Zum anderen behalten Fujitsu-Kunden und -Partner ihre vertrauten Kontakte.

Um eine schnelle Produktionsumstellung zu gewährleisten, die Herstellkosten wettbewerbsfähig und das Qualitätsniveau hoch zu



Die Skyline des neuen industriellen Mini-ITX-Motherboards D3713-V/R mITX von Kontron mit AMD-Ryzen-Embedded-V1000/R1000-Prozessoren ist dicht gepackt mit vielen Schnittstellen und belegt nahezu die gesamte Breite des Formfaktors.



Das Smartcase S711 für industrielle PCs im Mini-ITX-Format basiert auf dem Motherboard Kontron D3713-V/R mITX und kann in horizontaler und vertikaler Lage genutzt werden. Der Bausatz bietet hochflexible Konfigurationsmöglichkeiten bestehend aus Board, CPU, Speicher, Erweiterungskarten, BIOS, Kühlung und Gehäuse.

halten, setzt Katek Mauerstetten die gleichen Verfahren und Geräte ein, die bisher bei Fujitsu zum Einsatz kamen, oder hat diese sogar verbessert: Lotpastendruck, Wellenlötssysteme mit Lötmasken für beidseitigen SMD-Prozess, verbesserte 3D-AOI statt 2D-AOI (wie bisher bei Fujitsu), In-Circuit-Tests (ICT) und den universellen Endfunktionstest (UFT). So ist Kontron in der Lage, auch weiterhin das komplette Fujitsu-Portfolio von Motherboards, Add-on-Karten und Zubehör anzubieten. Dabei

blieben die Modellbezeichnungen und Revisionen gleich, die bestehenden Zertifizierungen sind fortlaufend gültig oder wurden erneuert. Zusätzlich konnten die Lebenszyklen der Produkte deutlich verlängert werden. Inzwischen wird das Motherboard-Portfolio um neue Produkte ergänzt.

*Neues Kontron-Board
„designed by Fujitsu“*

Das D3713-V/R mITX signalisiert den Beginn einer neuen Ära für Qualitäts-Motherboards „designed & manufactured in Germany“. Ausgerüstet sind die neuen D3713-Motherboards mit den leistungsstarken Prozessoren der AMD-Ryzen-Embedded-V1000- und -R1000-Serie. Mit ihrer Grafik-Performance gehören sie zu den besten Produkten auf dem Embedded-Markt und bieten ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis. Das macht sie attraktiv für Kunden aus unterschiedlichen Branchen, etwa für grafikstarke Anwendungen in Kiosk-, Infotainment-, Digital-Signage- und professionellen Gambling-Systemen, in medizinischen Displays, Thin Clients und Industrie-PCs. Mit einer TDP (Thermal Design Power), die aktuell von 12 bis 54 W reicht, sind die Prozessoren extrem skalierbar, von komplett passiv gekühlten Motherboards bis hin zu Systemen mit Kühlösungen, die Kontron für jedes Board passgenau als validiertes Zubehör anbietet.

*Bessere Performance
dank neuer AMD-Mikroarchitektur*

Die „Zen“-Hochleistungs-Architektur von AMD bietet im Vergleich zur vorherigen AMD Core-Generation eine Verbesserung um 52 % im Hinblick auf die Befehle pro Taktzyklus und eine 200%ige Verbesserung von Durchsatz/Takt auf



Das Extended Lifecycle Motherboard D3674-B Thin mITX bietet höchste Leistung und Funktionalität auf dem kleinen „Ultra Thin“-Formfaktor. Es unterstützt die Intel-Core-Prozessoren i9/i7/i5/i3 der 8./9. Generation sowie die Prozessor-Serien Intel Pentium und Intel Celeron und bietet Anschlüsse für HDMI V1.4, Display Port V1.2, Dual Channel LVDS, LAN und 9 x USB (2.0 und 3.1 Gen1).

der GPU. Für den klassischen Embedded-Computing-Bereich sind die AMD-Ryzen-V1000-Prozessoren sowie die AMD-R1000-Prozessoren mit dreifacher Performance pro Watt gegenüber dem AMD-R-Series-SoC und vierfacher Performance pro Euro besonders attraktiv.

*Verschiedene Branchen,
unterschiedliche Anforderungen*

Jeder einzelne Zielmarkt, jede Applikation hat individuelle Bedürfnisse. Im Bereich Kiosk werden beispielsweise hohe Anforderungen an die robuste Auslegung gestellt, erweiterte Temperaturbereiche spielen bei Outdoor-Anwendungen eine größere Rolle. Zudem sind bei Kiosk-Anwendungen interne LVDS/eDP-Display-Anschlüsse stärker verbreitet als im Bereich Digital Signage. Mit der Möglichkeit, bis zu vier 4K-Bildschirme anzubinden, lassen sich innovative Signage-Applikationen realisieren oder mehrere virtuelle Digital Signage Player auf einem System integrieren. Eine hohe Zuverlässigkeit

Anzeige



HOLITECH
Europe



1,5 bis 42 Zoll ePaper Displays

Holitech ist seit 2015 offizieller Partner von E-INK® und bietet eine breite Palette von ePaper Displays (HINK-Technologie) mit exzellenter Ablesbarkeit bei minimalem Stromverbrauch.

- Dot Matrix oder segmentierte Anzeigen
- Farboptionen S/W, S/W/R, S/W/Y, W/BL, W/GR
- Niedrigtemperatur Displays
- Samples und Demo-Boards verfügbar
- Anpassungsmöglichkeiten mit Touch (kapazitiv oder resistiv)
- Glas- oder PMMA-Abdeckung
- Frontlight (Weiß oder RGB)

www.holitech-europe.com



sigkeit im Dauerbetrieb ist für alle Anwendungen von enormer Bedeutung.

Während bei Infotainment-Anwendungen die hohe Grafikleistung auch auf großen Displays für weitere Entfernungen gezeigt wird, wird bei Casino-Gambling- und Arcade-Systemen mehr auf Premiumgrafik geachtet. Hier kommt 4K direkt vor den Augen der Nutzer zum Einsatz, auch in Verbindung mit ultrabrillanten Curved Displays. Die starke Grafik-Performance der neuen AMD-Ryzen-Embedded-V1000/R1000-Serie kommt hier besonders zur Geltung. Für Gambling-Kunden interessant ist auch die Tatsache, dass mit einer Mikroarchitektur vom High-End-Einständer-Casino-System bis hin zum Low-End-Videolotterie-Terminalsystem skaliert werden kann, was sowohl den Entwicklungsaufwand reduziert als auch den Service erleichtert.

Ein PCB-Design für unterschiedliche Märkte

Fujitsu-Boards haben sich seit jeher dadurch ausgezeichnet, dass sie Anforderungen vieler unterschiedlicher Applikationen erfüllen. Das gilt auch für das neue Kontron D3713-V/R Mini-ITX Motherboard. Dazu setzt Kontron auf einen Weitbereichseingang von 8 bis 36 V, anstatt ATX-Netzteile zu unterstützen, oder bietet über zwei besonders flach bauende M.2-Steckplätze mit Key B (2 Lanes) und Key M (4 Lanes) flexible Storage- und Erweiterungsoptionen. Kontron unterstützt durch die gezielte Auswahl des LAN-Controllers unter anderem Time Synchronized Networking, was sowohl für Ethercat-Applikationen als auch für OPC-UA-Implementierungen interessant ist. Für Industrie-4.0-Installationen ist auch Dual LAN on-

board im Programm. Der 4x4K-DisplayPort, ein Embedded DisplayPort und der Dual-Channel-LVDS (24 bit) bieten vollen Grafik-Support.

Die neuen Boards sind hochwertig und reich an Schnittstellen, ohne dass dabei an der Kostenschraube gedreht werden muss. Das Ziel ist umfassende Connectivity bei hochskalierbaren Plattformen und kostenoptimierten Systemdesigns.

Für kostengünstige und komplett zertifizierte Systemdesigns hat Kontron für das D3713 einen Smartcase-Bausatz im Portfolio. Das Smartcase S711 bietet hochflexible Konfigurationsmöglichkeiten bestehend aus dem Board, CPU, Speicher, Erweiterungskarten, BIOS, Kühlung und Gehäuse. Umfangreiche Tools erlauben eigenständige Anpassungen der Lüfterkennlinien und der BIOS Default Settings. ■

E-Paper Displays

Modern, effizient und lesefreundlich

Ob Preisschild am Supermarktregal, Anzeige der heimischen Heizung oder E-Book – elektrophoretische Displays (EPD) erfreuen sich zunehmender Beliebtheit. Doch welche Stärken haben sie und wo können sie diese besonders gut ausspielen?

VON PETER LAMA,
PRODUCT SALES MANAGER DISPLAYS
BEI RUTRONIK

Der wesentliche Unterschied zwischen EPDs – oder E-Paper Displays – und konventionellen Display-Typen liegt darin, dass Erstere rein passiv arbeiten. Das heißt, sie haben keine Hintergrundbeleuchtung wie LCDs und keine Licht emittierenden Pixel wie OLEDs. Stattdessen nutzen sie das Umgebungslicht. Dadurch sind sie auch bei sehr hellem Licht und starker Sonneneinstrahlung noch sehr gut lesbar – im Prinzip wie bei echtem, bedrucktem Papier. Außerdem sind sie extrem energieeffizient, denn sie benötigen für eine neu anzuzeigende Information lediglich einen Stromimpuls. Anschließend bleiben die angesteuerten Pixel oder Segmente beliebig lange stehen, ganz ohne Energieverbrauch.

Auch der Betrachtungswinkel ist etwas Besonderes: Mit bis zu 180 Grad sind die Inhal-

te auf einem E-Paper Display aus nahezu jedem Blickwinkel deutlich lesbar.

Eine Lebensdauer von bis zu zehn Jahren ist vor allem für Langzeitprojekte interessant. Wie lang die Displays tatsächlich „leben“, hängt in erster Linie von der Art der Anwendung ab. Entscheidend ist dabei die Einhaltung der spezifizierten Betriebstemperatur; sie sollte nicht überschritten werden.

Einsatzfelder vom Preisschild bis zum Thermostat

Mit diesen Merkmalen sind E-Paper Displays ideal für elektronische Preisschilder geeignet. Als elegante und zeitgemäße Lösung sind sie gleichzeitig kostensparend, da sie den Arbeitsaufwand, die Preise immer aktuell zu halten,



alle Bilder: Holitech

NEU BEI KONTRON

Industrial Ethernet Switches



auf ein Minimum reduzieren. Bei E-Books sorgen die augenschonenden „Paperwhite“ Displays in Kombination mit der Touch-Technologie für ein komfortables Lesevergnügen.

Darüber hinaus spielen E-Paper Displays überall dort ihre Vorteile besonders aus, wo es um Low Power und punktuelle Anzeigen geht, z.B. in der Industrie im Metering-Bereich, bei Thermostat-Anzeigen, Receivern, Raumbeschilderungen und vielem mehr.

Funktionsweise eines E-Paper Displays

Ein E-Paper Display setzt sich aus vielen winzigen Kapseln mit einem Durchmesser von wenigen 10 µm zusammen. In ihrem Inneren befinden sich in einer klaren Flüssigkeit mikroskopisch kleine Partikel – negativ geladene weiße und positiv geladene schwarze. Sie lassen sich durch von außen angelegte elektrische Felder hin und her bewegen. Die Elektroden werden von einer Aktiv-Matrix mit je einem Dünnschicht-Transistor pro Pixel angesteuert, wie bei konventionellen TFT-Displays. Die Ansprechzeit eines E-Paper Displays liegt in der Größenordnung von einigen 100 ms, für eine Bewegtbild-Wiedergabe sind sie also zu träge. Bei statischen Anzeigen, die sich nur selten ändern, ist das hingegen unerheblich.

Bekommen nur langsam Farbe

Die meisten E-Paper Displays, die derzeit im Einsatz sind, zeigen Informationen in Schwarz-Weiß, in der Regel Text oder Grafiken. Dabei

www.rutronik.com



- ▶ Breites Produktportfolio (managed, unmanaged) mit PoE Unterstützung
- ▶ Fast / Gigabit Ethernet, standardisierte RJ45 und SFP- Interfaces
- ▶ Erweiterter Temperaturbereich (-40°C - 75°C) und hohe EMV-Festigkeit
- ▶ Redundante DC-Spannungsversorgung
- ▶ DIN Rail, Wall Mount oder Rack Mount

www.kontron.com

POSSIBILITIES START HERE

 **kontron**
S&T Group



sind bis zu 16 Graustufen sowie verschiedene Farben möglich. Dass kaum vollfarbige E-Paper Displays zu finden sind, liegt einerseits am höheren Preis, andererseits an der immer noch unzureichenden Farbqualität. Die Hersteller treiben ihre Entwicklung intensiv voran, doch die Umsetzung ist nicht trivial. Denn die Technologie für farbige Anzeigen ist erheblich komplizierter als die für Schwarz-Weiß-Anzeigen.

Serienmäßig sind die E-Paper Displays mit den Farbkombinationen Schwarz/Weiß, Schwarz/Weiß/Rot sowie Schwarz/Weiß/Gelb auf dem

Markt; seit Kurzem bietet u.a. Holitech auch Farbkombinationen wie Weiß/Grün und Weiß/Blau. Das Portfolio des Herstellers umfasst Größen von 1,54" bis 42,0", auf Wunsch auch mit Touch-Funktion, Glas- oder Acrylglas-Abdeckung sowie Frontlight.

Minew führt E-Paper Displays samt Gehäuse, Funkmodul, Batterie und dazugehöriger Elektronik als komplettes elektronisches Preisschild. Auch Advantech bietet ausgewählte, sofort einsatzfähige Module an. Sie kommen mit Gehäuse, Batterie, Board sowie einem Funkmodul. ■

Betriebskosten senken dank breitem Konnektivitätsspektrum

Ethernet Switches für moderne Industrieumgebungen

Industrie 4.0 und IIoT setzen sich zunehmend durch.

Die digitale Transformation hat längst auch

bei den produzierenden Betrieben weltweit Fahrt aufgenommen.

Analysten führender Marktforschungsinstitute sprechen unisono

von einem Milliardenmarkt für Komponenten und Lösungen.

Industrielle Switches spielen dabei eine wesentliche Rolle.

VON MARIO KLUG, SENIOR MANAGER
PRODUCT MARKETING BOARDS BEI
RUTRONIK, UND
REINER GRÜBMAYER,
DIRECTOR PRODUCT MANAGEMENT
SYSTEMS & SOFTWARE BEI KONTRON

Die Cloud ist Dreh- und Angelpunkt für die rasante Entwicklung von IIoT und Industrie 4.0. Weltweit verlagern produzierende Unternehmen ihre IT-gestützten Prozesse zunehmend auf Cloud-Plattformen. Auf diese Weise wachsen die ehemals streng abgegrenzten Bereiche der Operational IT (OT) aus dem Produktionsumfeld und der klassischen Informationstechnologie (IT) kontinuierlich zusammen. Um die unterschiedlichen Standards zwischen diesen Segmenten zu überwinden, sind Industriestandards zwingend notwendig.

*Hohe Ansprüche
im robusten Industrieumfeld*

Moderne Hochleistungschips, Automatisierungslösungen, 5G-Konnektivität und IT – sowie nicht zuletzt industrielle Switches – sind wesentliche Bausteine für erfolgreiche Anwendungen im Bereich von Industrie 4.0 und

IIoT. Komplexe Lösungen, die im robusten Industrieumfeld zum Einsatz kommen, verlangen ein perfektes Zusammenspiel von Hardware, Software und Konnektivität mit den Produktionssystemen. Nur so kann die erfolgreiche Umsetzung der digitalen Transformation in der produzierenden Industrie funktionieren.

*Industrielle Switches
für Hochgeschwindigkeits-Ethernet*

Ab 2021 werden zahlreiche neue industrielle Ethernet Switches auf den Markt kommen, die für Fast-, Gigabit- oder zukünftig auch für 10-Gigabit-Netze geeignet sind und alle Anforderungen erfüllen, die industrielle Anwendungen an Komponenten stellen, die unter teilweise kritischen Bedingungen reibungslos funktionieren müssen. Dazu gehört neben einer kompakten Bauweise auch die Möglichkeit, Maschinen, Steuerungen und andere

Der KSwitch D3UM 8F-2GS ist ein industrieller 10-Port Unmanaged Ethernet Switch mit acht 10/100BASE-T(X)-Ports und zwei 1000-FX-SFP-Slots, einem erweiterten Temperaturbereich von -40 °C bis +75 °C sowie einem zweifachen DC-Leistungseingang.

Komponenten auf der Basis von Industriestandards problemlos zu verbinden und miteinander zu integrieren. Einer der Hersteller, die sich in diesem Marktumfeld positionieren wollen, ist Kontron.

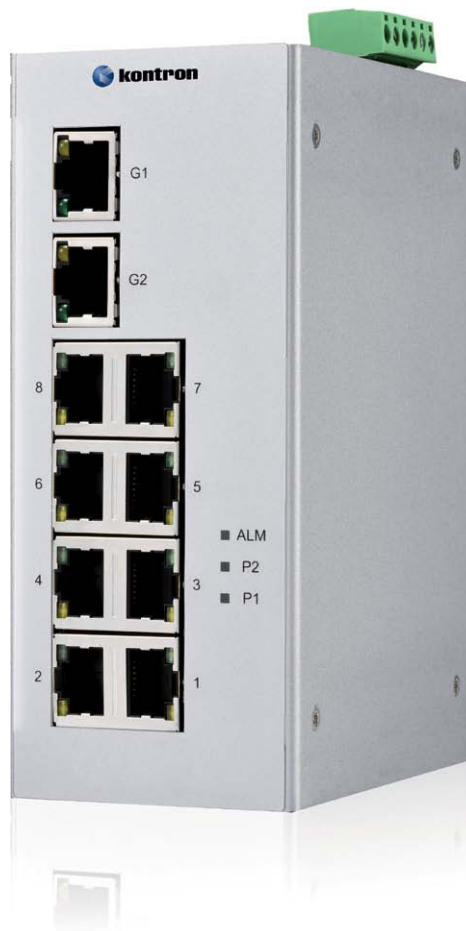
Kontron setzt bei seinen industriellen Ethernet Switches durchgängig auf ein Single-Chip Design, das alle notwendigen Komponenten möglichst in einem Chip kombiniert. Das bietet den Vorteil von zuverlässigeren und kostengünstigeren Produkten. Durchsatz und Performance steigen bei gleichzeitig reduziertem Stromverbrauch, was sich positiv auf die Gesamtbetriebskosten (Total Cost of Ownership, TCO) einer Umgebung auswirkt. Weniger Einzelkomponenten auf dem Board bedeuten auch eine kostengünstigere und kompaktere Bauweise, sodass sich der Platzbedarf im Schaltschrank oder in industriellen Racks im Vergleich zu anderen Lösungen um bis zu 35 % reduziert. Die Möglichkeit zur Montage auf der Hutschiene im 19"-Schaltschrank oder zur Direktinstallation an der Maschine mittels verschiedener Adapter bietet Flexibilität.

Resistent gegen Umwelteinflüsse

Alle Geräte der neuen Produktfamilie werden ein hochwertiges Metallgehäuse haben, das für den Einsatz in robusten Umgebungen prädestiniert ist. Die Switches sind daher unempfindlich gegen Umwelteinflüsse und weisen ein gutes Temperaturverhalten auf. Vibrationen, Stöße oder Stürze werfen die industriellen Ethernet Switches nicht aus der Bahn.

Robuste Umgebung bedeutet bei vielen Anwendungen auch, dass Geräte mit erheblichen Temperaturunterschieden fertigwerden müssen, ohne dass der Betrieb beeinträchtigt und Produktionsprozesse unterbrochen werden. Die Switches lassen sich standardmäßig bei Temperaturen von -40 bis +75 °C bzw. von -10 bis +60 °C einsetzen. Die meisten Modelle unterstützen auch einen erweiterten Versorgungsspannungsbereich von 12 bis 58 V DC mit zwei redundanten Eingängen.

In Produktionsumgebungen herrschen zudem oft starke Magnetfelder oder es besteht eine verunreinigte Spannungsversorgung. Deshalb sind die Switches standardmäßig mit robusten



Netzteilen und an jedem Port mit einem Sicherheitsstandard von bis zu 2 kV Surge-Immunität bzgl. EMV ausgerüstet.

Ethernet für mehr Konnektivität

Alle Modelle der industriellen Ethernet Switches, die ab Anfang 2021 erhältlich sein werden, bieten volle Bandbreite (Wirespeed). Damit ist Fast-, Gigabit- oder künftig auch bis



Der industrielle 26-Port Unmanaged Ethernet Switch KSwitch D3UM 24F-2G kommt mit 24 10/100BASE-T(X)-Ports und zwei 10/100/1000BASE-T(X)-Ports.

Telit

Start Designing
for **5G Speeds**
with Telit
**Mobile Broadband
Modules and
Data Cards**

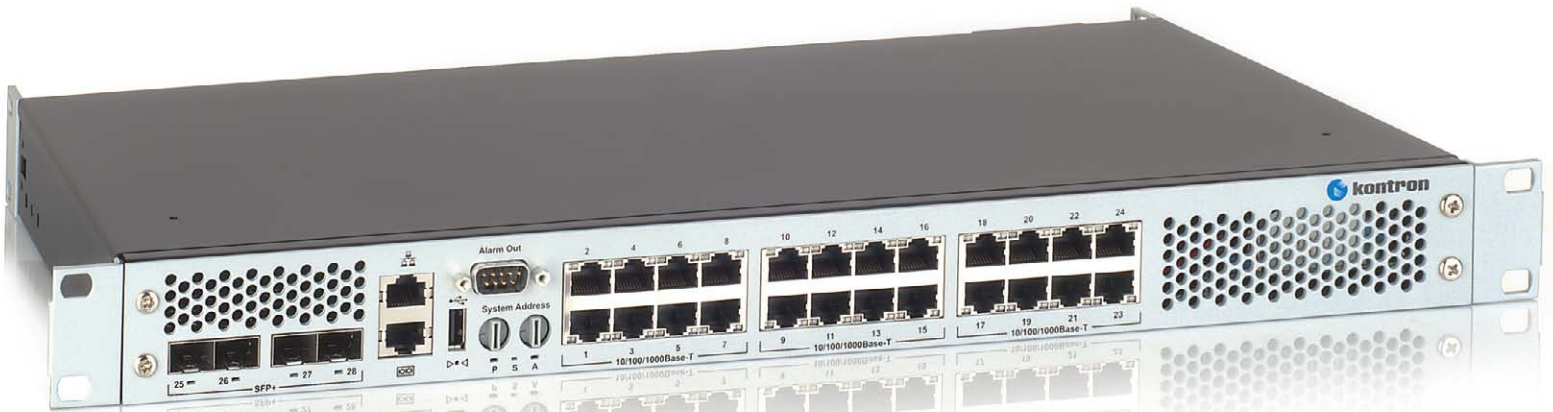
Product	Use Case	Form Factor
FN980m	Indoor/Outdoor High-Power CPEs	M.2 NGFF
FN980	Enterprise SD-WAN & Video Broadcasting	M.2 NGFF
FN982m	Tablets, Laptops, Handheld Devices	M.2 NGFF
LM960A18	Enterprise SD-WAN & Video Broadcasting	mPCIe
LM960A9P	Private LTE Networks (CBRS)	mPCIe

Select from LTE and 5G



Match your router or gateway requirements precisely.





Mit dem RES2404-PTP bietet Kontron einen Managed 19"-Hochleistungs-Switch für den Industriebereich mit bis zu 24 10/100/1000BASE-T-Ports und vier 10G-SFP+-Ports für Kupfer- oder Glasfaserleitungen, erweitertem Temperaturbereich von -25 °C bis +70 °C sowie Power-over-Ethernet-Funktionalität.

10G-Ethernet in Netzwerken ohne Paketverluste realisierbar. Die Geräte werden mit RJ45- sowie optional mit SFP- (Small Form-factor Pluggable) Slots ausgestattet. Das eröffnet Anwendern ein breites Spektrum an standardisierten, kostengünstigen Verbindungsmöglichkeiten unabhängig von Produkten spezieller Hersteller. SFPs sind als modulare, optische oder elektrische Transceiver für Glasfasertechnik oder „Direct Attach Copper“ verfügbar und können je nach Anwendungsfall flexibel und skalierbar eingesetzt werden.

Zahlreiche Switches werden Power over Ethernet (PoE/PoE+, Ultra PoE) unterstützen, was die Versorgung von externen Komponenten vereinfacht. Manche Modelle werden als Power Device zu betreiben sein, d.h. sie können selbst über PoE versorgt werden und sorgen für reduzierten Installationsaufwand und geringere Kosten. Die implementierten Managementfunktionen ermöglichen beispielsweise den unkomplizierten Aufbau virtueller lokaler Netze (VLAN) in industriellen Cloud-Umgebungen. Zudem lassen sich Netze strukturieren und aus Sicherheitsgründen separieren.

Kunden, die sich für die neue Switch-Generation entscheiden, werden von modernstem Design, einer hohen Qualität und Funktionsvielfalt sowie standardbasierten Lösungen profitieren, die sich problemlos in jede Umgebung integrieren lassen.

Attraktive Investitions- und Betriebskosten sowie die Möglichkeit zur modularen Erweiterung erleichtern den Aufbau einer zukunftsorientierten Umgebung, die den heutigen und zukünftigen Anforderungen von Industrie 4.0 und IIoT gerecht wird. ■

Monitore und Displays

Schluss mit Kabelsalat

Im Prospekt oder auf der Website sehen sie klasse aus, aber in Wirklichkeit gibt es neben den Monitoren dann einen weniger schönen Kabelsalat. 3-in-1-Lösungen, die für Power, Touch und Video nur ein einziges Kabel brauchen, halten jetzt, was die Werbung verspricht.

VON NIKOLAI SCHNARZ,
PRODUCT SALES MANAGER DISPLAYS
BEI RUTRONIK

Sie heißen „Magic Monster“ oder „Adapt-IQ“ und kommen aus der amerikanischen Monitor-Manufaktur Mimo Monitors, die sich seit ihrer Gründung im Jahr 2008 zum weltweiten Industrieführer bei Touchscreen-Monitoren sowie Displays und Tablets entwickelt hat. Grund hierfür ist nicht nur das hohe Qualitätsniveau der Produkte, sondern auch die Entwicklung ganz neuer Eigenschaften, allen voran Video via USB. Damit lassen sich sowohl das Videosignal als auch der Strom ausschließlich über USB an das Display übertragen; ein separates Kabel

ist ebenso wenig nötig wie ein separates Netzteil. Zudem können sich Board-Entwickler die lizenzgebundene HDMI-Schnittstelle sparen. Das bedeutet weniger Kosten und macht die Displays auch für Anwendungen mit stark begrenzten Platzverhältnissen interessant. Auch die Installation der Monitore wird damit vereinfacht: Der Nutzer braucht nur ein USB-Kabel anzuschließen.

Für Video via USB wird ein entsprechender Treiber auf dem Computer installiert, um damit direkt über USB das Display und den Touch



Die Open-Frame Displays mit oder ohne Touch lassen sich in die meisten Gehäuse integrieren, zum Beispiel für eine Shop-Anwendung.

Ein Kabel genügt für die Videosignal- und Strom- sowie zur Touch-Übertragung.

(sofern vorhanden) funktionsfähig zu machen – ohne zusätzliche Arbeiten für die Kalibrierung. Der Treiber ist für alle aktuell gängigen Betriebssysteme verfügbar.

Manche Anwendungen benötigen jedoch trotzdem ein Videosignal über Kabel, z.B. wenn größere Distanzen vom Quellgerät zum Monitor zu überbrücken sind oder wenn ein Mediaplayer oder ein kaskadiertes System bzw. eine Videomatrix zum Einsatz kommt, sodass die Treiber für die jeweiligen Betriebssysteme den Weg bis zum Display nicht mehr über USB gewährleisten können. Hierfür bietet Mimo Monitors Modelle mit HDMI-Buchse.

*All-in-One-Lösung
für beengte Platzverhältnisse*

Noch einen Schritt weiter geht eine „All in One“-Lösung, die speziell für Digital-Signage-Anwendungen ausgelegt ist: Das 10,1“-Modell kommt mit integriertem Mediaplayer des Herstellers BrightSign, wahlweise mit oder ohne Touchscreen und mit der Option zur Stromversorgung und Netzwerkanbindung mittels „Power over Ethernet“ (PoE). Durch den integrierten Mediaplayer entfällt die Installation der Kabel, die sonst zwischen Display und Player nötig wären, sodass die Lösung sehr wenig Platz beansprucht. Zudem lässt sie sich besser gegen Fremdzugriffe bzw. Manipulation abschotten. Und dank PoE können die All-in-One-Geräte auch überall dort angebracht werden, wo es keinen Strom gibt. Damit eignen sie sich ideal als Türschild-Display, für Regalsysteme und alle Anwendungen, bei denen

kaum Platz für separate Zuspielderäte und Verkabelung ist. Ungeeignet sind sie für den Einsatz in IT-Infrastrukturen, die skalierbar gehalten werden müssen.

Ein separater Mediaplayer ist auch dann empfehlenswert, wenn das Display möglichst langfristig genutzt werden soll, die Zuspielderäte aber änderbar sein muss, z.B. aufgrund anderer Performance- oder Kapazitätsanforderungen. Auch wenn Platz kein Thema ist, sollte eine separate Lösung gewählt werden.

Für Automaten, Regale, Obst- und Gemüseauslagen in Supermärkten sowie in Bussen und Bahnen kommen häufig Stretch Displays zum Einsatz. Mit einer Größe von 23" x 2" können sie viel Information anzeigen, ohne in der Höhe zu viel Platz zu beanspruchen. Das Shelf-Edge Stretch Display von Mimo Monitors bietet eine Helligkeit von 700 nits und ist auch mit integriertem Android ARM Cortex A35 Core Player verfügbar.

Breite Produktpalette

Das Portfolio von Mimo Monitors umfasst Displays in den Größen 7" und 10,1" mit resistiven oder kapazitiven Touchscreens sowie Non-Touch-Versionen. Für sämtliche Displays und Touchscreen-Monitore gibt es diverse Optionen zur Installation. Das können Standfüße oder standardisierte Aufnahmepunkte (VESA) auf der Rückseite sein. Hierfür bietet Mimo Monitors eine ganze Reihe an Zubehör an, z.B. Halterungssysteme oder Adapter zur Installation.

Zudem sind die Modelle als Open-Frame-Variante erhältlich, z.B. zum Einbau in ein Gehäuse. Die verfügbaren Displays und Touchscreen-Monitore bietet Mimo Monitors in zahlreichen Diagonalen und Auflösungen von 7" bis 32" und von 800x480 bis 1920x1080 Pixel. Die 15,6"-, 18,5"- und 19"-Modelle kommen mit VGA-, DVI- und HDMI-Schnittstellen; ab 21,5" sind nur VGA und HDMI vorhanden.

Sie finden sich in Anwendungen im Retail-Bereich ebenso wie in der Hotellerie und Gastronomie, in der Medizin und Automation, im Home Entertainment und Gaming und im Digital-Signage-Bereich. ■



Einfache und moderne Regelung per Touchscreen

5G bietet neue Möglichkeiten

Quantensprung für High-Speed-Übertragung

5G ist längst in aller Munde, inzwischen sind auch erste Netze aufgebaut und erste Tests durchgeführt. Doch was für Vorteile bringt 5G tatsächlich mit sich? Wie wird sich die zellulare Infrastruktur verändern? Und was ist mit LTE? Müssen alle Designs nun direkt auf 5G portiert werden?

VON ANJA SCHAAL,
TEAM LEADER PRODUCT MARKETING
WIRELESS BEI RUTRONIK

Um zu beurteilen, ob und wann Unternehmen auf 5G setzen sollten, empfiehlt sich ein Blick auf die drei Kernbereiche von 5G. Da sie unterschiedliche Anwendungsbereiche abdecken, versprechen sie verschiedene Verbesserungen:

eMBB (enhanced Mobile BroadBand) ist mit Datenübertragungsraten von bis zu 20 Gbit/s auf digitale Lifestyle-Anwendungen und Anwendungen mit einem hohen Bedarf an Bandbreite zugeschnitten, z.B. HD-Videos sowie Virtual und Augmented Reality. Hier sorgen



die High-Speed-Datenraten für ultraschnelles Laden von Websites; Video Streaming läuft damit unterbrechungsfrei.

mMTC (Massive Machine Type Communications) bietet in städtischen Gebieten mit einer sehr hohen Verbindungsdichte von MTC-Geräten eine allgegenwärtige, stabile Netzabdeckung. In der finalen 5G-Entwicklungsstufe soll eine Million solcher Verbindungen pro Quadratkilometer unterstützt werden, d.h. unzählige Geräte können in derselben Funkzelle gleichzeitig Daten senden und empfangen, ohne sich gegenseitig zu stören. Damit sind Verbindungsprobleme in einem vollen Stadion oder bei einem Festival Vergangenheit.

uRLLC (Ultra-Reliable and Low Latency Communications) liefert mit Latenzzeiten von unter 1 ms die Voraussetzungen für zeitkritische Anwendungen, bei denen Zuverlässigkeit wichtig – wenn nicht gar entscheidend – ist. Damit werden autonomes Fahren, Car-to-Car- und Car-to-Everything-Kommunikation sowie Predictive Maintenance auf Cloud-Computing-Basis erst möglich.

Neue Infrastruktur für 5G

Die ersten eMBB-5G-Produkte nach dem 3GPP Release 15 sind bereits auf dem Markt. Die avisierten 20 Gbit/s lassen sich mit den meisten von ihnen jedoch nicht realisieren. Auf den bestehenden LTE/Sub-6-GHz-Bändern (Frequency Range 1, FR1) steht in der Regel nicht genug Bandbreite zur Verfügung. Deshalb werden für 5G neue Bänder benötigt: die mmWave-Ultra-High-Frequenzbänder von 24 bis 100 GHz (FR2).

Sie erfordern eine komplett neue Mobilfunk-Infrastruktur, denn ein LTE-Funkturm deckt einen Umkreis von mehreren Quadratkilometern ab. Die mmWave-Signale reichen dagegen nur maximal einen Kilometer weit – und zwar nicht wie die LTE-Signale gleichmäßig rundum, sondern nur in eine Richtung.

Trotzdem starten schon viele Unternehmen ihre 5G-eMBB-Projekte. Das liegt am 5G-Frequenzband n78 (3,3 bis 3,8 GHz). Auf diesem lassen sich private bzw. firmeneigene Mobilfunknetze errichten, sogenannte Campus-Netzwerke. Damit können sich Unternehmen weitestgehend unabhängig machen von Mo-

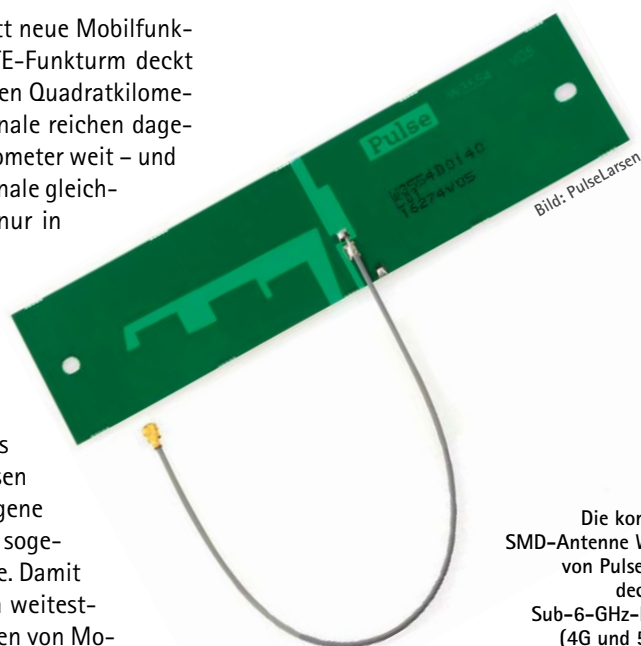
bilfunkanbietern – und sichern sich bei der Umsetzung der Smart Factory einen Vorsprung.

Long Term Evolution macht seinem Namen alle Ehre

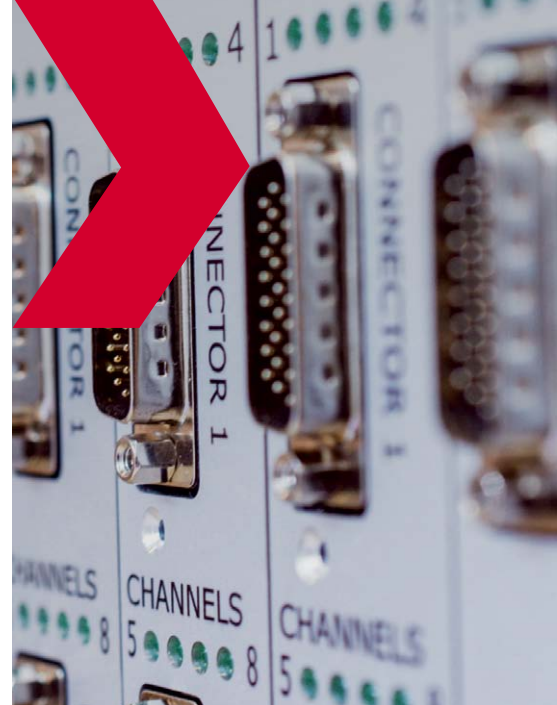
Sind mit der Einführung des neuen 5G-NR (New Radio) Standards die bestehenden LTE-Designs obsolet? Die Sorge kommt nicht von ungefähr, schließlich überschneiden sich viele 5G-FR1-Frequenzbänder mit denen von LTE. Es kann jedoch Entwarnung gegeben werden: Mit Technologien wie DSS (Dynamic Spectrum Sharing) können sich unterschiedliche Standards, z.B. LTE und 5G, dasselbe Frequenzband teilen.

Zudem unterstützt 5G-NR auch In-Band-LTE-IoT – also LTE-M und NB-IoT. Der Name Long Term Evolution (LTE) wird halten, was er verspricht. Neueste LTE-M- und NB-IoT-Lösungen sind bereits mit Konformität zum 3GPP-Release 14 verfügbar. Mit jedem neuen 3GPP-Release werden beide Technologien weiterentwickelt, bis sie schließlich – Stand heute mit dem 3GPP-Release 16 – zu 5G mMTC werden. Das bedeutet: LTE-IoT-Geräte, die heute mit LTE-M und NB-IoT arbeiten, können unter 5G-NR einfach weiterbetrieben werden. Das gilt sowohl für den Einsatz in reinen 5G-Netzwerken (Stand Alone, SA), bei denen 5G-NR auf einem 5G-Kernnetz läuft, als auch für den Einsatz in der Non-Stand-Alone-Variante (NSA), bei der 5G-NR auf einem 4G/EPC- (Evolved Packet Core) Kernnetz läuft.

Somit können nicht nur bestehende LTE- und LTE-IoT-Designs nahtlos unter 5G weiterfun-



Die kompakte SMD-Antenne W3415 von PulseLarsen deckt alle Sub-6-GHz-Bänder (4G und 5G) ab.



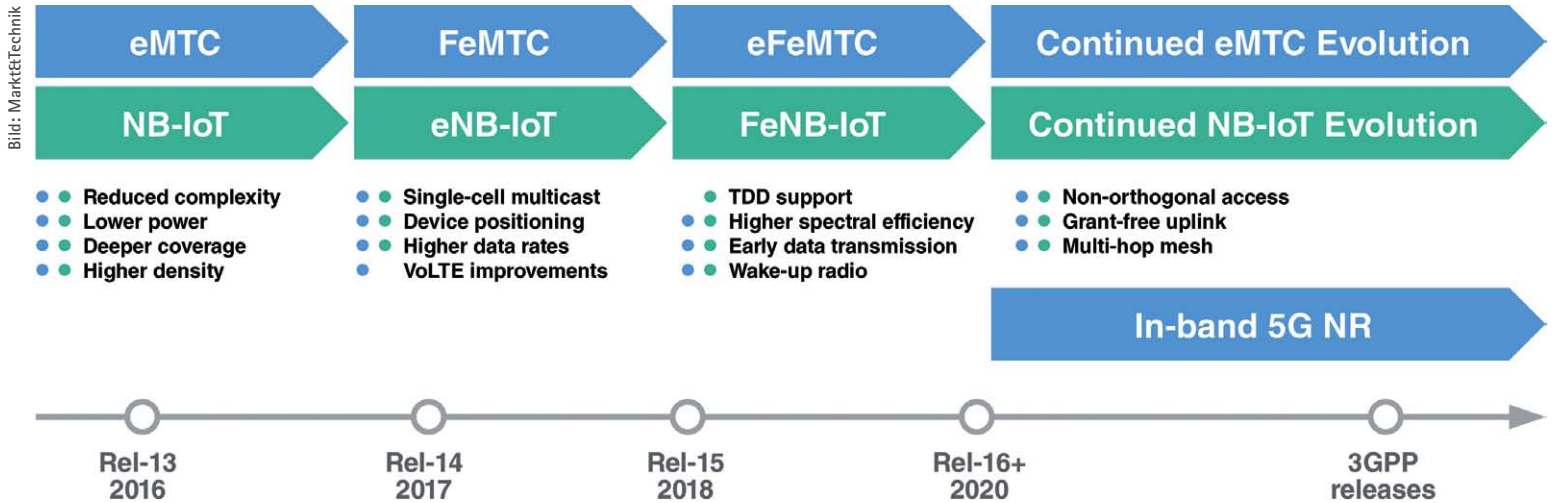
Finden Sie den passenden D-Sub für Ihre Anwendung

Molex's FCT D-Sub Serie beinhaltet ein breites Spektrum an Steckverbindern aus verschiedenen Materialien und Plating-Kombinationen. Diese individuellen Konfigurationsmöglichkeiten bieten Ihnen eine ausserordentliche Vielfalt für Ihre Applikation zu Standardpreisen.

Für weitere Informationen besuchen Sie uns auf rutronik.com/molex



molex



Es gibt keinen Bruch zwischen 4G (LTE-M/NB-IoT) und 5G (mMTC):
Mit jedem 3GPP Release entwickeln sich die Technologien weiter, bis sie schließlich zu 5G werden.

ken – es wird sogar empfohlen, bereits heute mit einer LTE-M-/NB-IoT-Lösung für mMTC-Anwendungen zu starten, um später den Anschluss nicht zu verlieren.

Komponenten für die ersten Schritte

Wer sofort mit 5G starten will, findet bereits entsprechende Komponenten bei Rutronik: Für die Realisierung von eMBB unterstützt die 5G/LTE-Karte FN980m von Telit als eine der ersten bereits das 5G-3GPP-Release 15 mit den Frequenzen unter 6 GHz FDD und TDD sowie mmWave, LTE, WCDMA und GNSS. Unter 5G lassen sich damit bis zu 5,5 Gbit/s im Downlink und 2,7 Gbit/s im Uplink realisieren, unter 4G immer noch 2,4 Gbit/s im Downlink und 211 Mbit/s im Uplink. Mit dem Standard-Formfaktor M.2 (NGFF) und einem Betriebs-temperaturbereich von -40 bis +85 °C eignet sie sich für drahtlose Festnetz Zugänge mit hoher Sendeleistung, Firmen-Router und -Gateways, Indoor- und Outdoor-Endgeräte (Customer Premises Equipment, CPE), Videoübertragung und -überwachung. In der Variante FN980 ist die Karte auch als reine 5G/LTE-Sub-6-GHz-Lösung verfügbar.

Speziell für mMTC-Anwendungen hat Telit seine xE310-Familie um das Modul ME310G1 erweitert. Durch Unterstützung des 3GPP-Release 14 Cat M1/NB2 mit Power Saving Mode (PSM) und Extended Discontinuous Reception (eDRX) ermöglicht es IoT-Applikationen mit geringem Energieverbrauch bzw. langer Batterielebensdauer. Es ist ideal für Anwendungen mit Tausenden oder Millionen von IoT-Geräten, bei denen neben Energieeffizienz niedrige Kosten wichtiger sind als High-Speed-Datenübertragung, z.B.

medizinische Geräte, Fitness Tracker, Industrie-Sensoren, Smart Meter und Ähnliche. Mit einem maximalen Koppelverlust (Maximum Coupling Loss, MCL) von bis zu 15 dB/20 dB bietet das Modul zudem eine höhere Abdeckung und damit eine bessere Durchdringung in Gebäuden als frühere zelluläre LTE-Standards.

Auch Nordic Semiconductor hat mit dem SiP- (System in Package) Modul nRF9160 eine Lösung für LTE-M und NB-IoT (3GPP Release 13) im Programm. Das äußerst kompakte, hochintegrierte SiP ist für den globalen Betrieb vorzertifiziert. Im 10 mm x 16 mm x 1 mm großen Gehäuse bringt es die Applikations-MCU, eine ARM-Cortex-M33-CPU mit den Sicherheitstechnologien ARM TrustZone und ARM CryptoCell, das LTE-Modem, ein RF Front End sowie Power Management mit. Für das Asset Tracking mit exakter Positionsbestimmung gibt es eine Variante mit GPS-Unterstützung. Mit vielen digitalen und analogen Schnittstellen sowie Peripheriegeräten ist das nRF9160 ideal für die Geräteanbindung

ans Internet per Mobilfunk, für Logistik- und Asset Tracking, Smart Metering, Smart City, Smart Infrastructure, Smart Agriculture, Wearables und Medical.

Antennen für 5G-Anwendungen

Auch Antennen für 5G finden sich bereits im Rutronik-Portfolio: Mit dem Frequenzspektrum von 698 bis 6000 MHz eignet sich die Ultrabreitband-Dipolantenne der Serie W3554 von PulseLarsen nicht nur für 5G-Anwendungen, sondern auch für 2G, 3G und 4G sowie für GNSS, WiFi, Bluetooth, Bluetooth Low Energy, ZigBee und die ISM-Bänder 868, 915, 2400 und 5000 MHz. Die PCB-Antenne misst nur 30 mm x 120 mm x 0,2 mm.

Die kompakte 5G-SMD-Antenne W3415 von PulseLarsen deckt alle Sub-6-GHz-Bänder (4G und 5G) ab – und das bei einer Größe von nur 40 mm x 7 mm x 3 mm. Mit mehreren Antennen auf einem Board lässt sich durch MIMO (Multiple Input Multiple Output) 5G optimal nutzen. Dabei wird eine Antenne als Haupt- und eine als Diversitätsantenne verwendet.



Bild: Telit

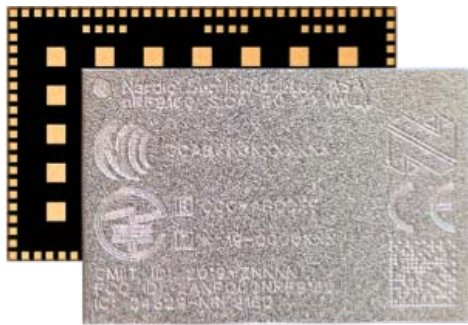
Ideal für hohe Datenübertragungsraten: die FN980m-Datenkarte von Telit



Bild: Telit

Das Modul ME310G1 erlaubt Anwendungen mit Tausenden oder Millionen von IoT-Geräten.

Bild: Nordic



Trotz sehr kompakter Abmessungen ist das nRF9160 hochintegriert.

*Stromversorgung,
Computing
und weitere 5G-Aspekte*

Für den Aufbau eines eigenen Campus-Netzes gibt es spezielle 5G-Netzteile von FSP. Sie eignen sich zur Versorgung von Base Stations, Access Networks, Data Center oder einzelner Netzwerkteilnehmer. Durch das erweiterte und überarbeitete Portfolio des Herstellers gehört die Notwendigkeit, Netzteile selbst zu entwerfen, jetzt der Vergangenheit an.

Auch für die Informationsverarbeitung im Netzwerk kann Rutronik mit Produkten von Asus, Advantech und Intel kundenspezifische Lösungskonzepte entwickeln. Sollte das große Portfolio des Distributors einmal nicht alle Kundenbelange abdecken, kann Rutronik als Mitglied der 5G-Campus-Allianz zudem auf zahlreiche Partnerfirmen zurückgreifen.

Fazit

Für eine globale 5G-Netzabdeckung wird sich die zellulare Infrastruktur stark verändern, vor allem auch durch Campus-Netzwerke. Treibende Kraft für diesen Wandel sind die Verbesserungen durch die 5G-Anwendungsprofile. Wer heute bereits auf LTE baut, braucht vor 5G keine Angst zu haben: LTE wird auch unter 5G Bestand haben. ■

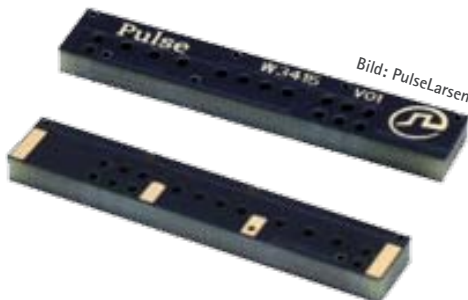


Bild: PulseLarsen

Ob 5G, 4G, 3G oder 2G, GNSS, WiFi, Bluetooth und mehr: Die Ultrabreitband-Dipolantenne W3554 von PulseLarsen kann alles.



AVX[®]
A KYOCERA GROUP COMPANY

ACCELERATING INNOVATION

PROVIDING ADVANCED ELECTRONIC
COMPONENT SOLUTIONS



IEEE 802.11ah alias WiFi HaLow

Das Beste von WiFi und LPWAN

Hohe Datenraten und ein einfacher Netzaufbau haben WiFi zu einem der gängigsten Wireless-Funkstandards werden lassen.

Doch dieser hat auch ein Manko: die geringe Reichweite.

Deshalb hat die WiFi Alliance den Standard IEEE 802.11ah entwickelt, der weiter funkt.

Jetzt kommt das erste entsprechende Modul auf den Markt.

VON KERSTIN NASER,
PRODUCT SALES MANAGER WIRELESS
BEI RUTRONIK

Im Gegensatz zu den üblichen WiFi-Standards, die im 2,4-GHz- oder 5-GHz-Bereich arbeiten, funkt man nach dem Standard IEEE 802.11ah – auch WiFi HaLow genannt – im lizenzfreien Frequenzband um 900 MHz. Damit gehört er zu den LPWAN- (Low-Power Wide-Area Networking) Technologien, so wie auch LoRa und Sigfox. Durch die Nutzung des niedrigeren Frequenzbandes kommt HaLow auf eine Reichweite von bis zu 1,5 Kilometern und damit fast doppelt so weit wie WiFi-Standards auf Basis von 2,4 oder 5 GHz. Das macht ihn nicht nur für das Smart Home interessant, sondern auch für verschiedene IoT-Szenarien, etwa in Industrieunternehmen mit großen Hallen, in der Landwirtschaft, im Gesundheitswesen oder in Smart Cities.

Leichter durch die Wand

Zudem baut WiFi HaLow eine sehr stabile Verbindung auf: Da in der Leistungsübertra-

gungsbilanz mindestens 10 dB mehr zur Verfügung stehen als bei 2,4-GHz-WiFi, kann das Funksignal Wände oder andere Hindernisse besser durchdringen. Dabei werden theoretisch bis zu 8191 Geräte pro Access Point unterstützt; das erste 802.11ah-WiFi-Modul für IoT-Geräte von Silex (mehr dazu unten) erlaubt 1024 Knoten pro Access Point. In einem Praxistest hat Silex mit 100 Verbindungen und 30 stationären Geräten quasi zur selben Zeit Daten erfolgreich übertragen.

Die neue WiFi-Variante ist auch für mobile Anwendungen wie Wearables und Sensorapplikationen attraktiv: Es steht eine Datenrate von mindestens 150 kbit/s bei Nutzung eines 1-MHz-Kanals zur Verfügung. Wenn die Sensoren nur dann aktiv sind, wenn neue Daten übertragen werden sollen, kann damit in Kombination mit einem sparsamen Datenmodem ein geringer Stromverbrauch erzielt werden. Das prädestiniert WiFi HaLow für die Verbindung vieler kleiner Geräte. Durch das Zusammenfassen mehrerer Kanäle lässt sich die Datenrate aber noch etwas steigern. Interoperabilität zwischen 802.11ah-Geräten unterschiedlicher Hersteller ist gewährleistet, die WLAN-Verschlüsselungsstandards WPA2-PSK, WPA3SAE sowie WPA3-OWE garantieren eine sichere Datenübertragung.

IEEE 802.11ah bzw. WiFi HaLow kombiniert also die Vorteile von WiFi und denen der LPWAN-Technologien: Es bietet neben der größeren Reichweite auch einen höheren Datendurchsatz. Allerdings befindet sich die Technologie in den Anfängen, die Infrastruktur ist noch im Aufbau und es kommen sukzessive mehr Geräte in den Handel, die den Standard unterstützen.

Erste HaLow-Komponenten

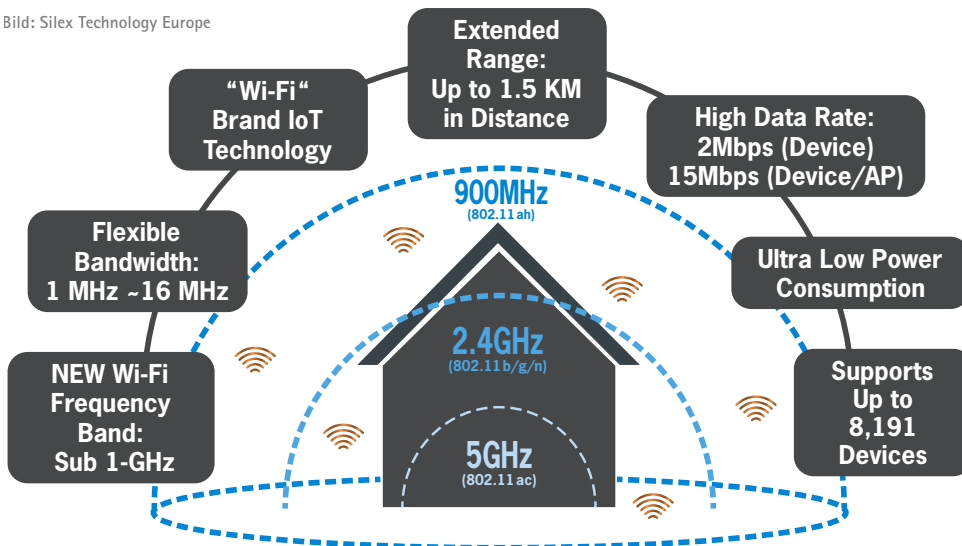
Einer der Vorreiter war der japanische Hersteller Newracom. Er entwickelte bereits im Ok-

Mit 10 dB mehr als das klassische WiFi durchdringt das HaLow-Funksignal auch Wände und eignet sich damit ideal für Smart-Home-Anwendungen.



Bild: Andrey Suslov/Shutterstock

Bild: Silex Technology Europe



Der neue WiFi-Standard 802.11ah bietet eine deutlich höhere Reichweite als die anderen WiFi-Varianten.

Im Oktober 2015 den ersten WiFi-HaLow-Chip für IoT-Applikationen, mit dem auf dem Mobile World Congress 2016 der Standard präsentiert wurde. Mit dem NRC7292, dem ersten IEEE-802.11ah-kompatiblen WiFi-HaLow-SoC, gewann Newracom 2019 den „Best WiFi IoT Product 2019“ Award.

Ebenfalls zu den Pionieren des neuen Standards zählt Silex. Mit dem SX-NEWAH ist bei Rutronik in Kürze das erste 802.11ah-WiFi-Modul für IoT-Geräte verfügbar. Die US-Version ist bereits erhältlich, Rutronik bietet hierzu Muster an. Das Modul basiert ebenfalls auf dem SoC NRC7292 von Newracom und ist

das erste industrielle WiFi-Modul, das im Sub-GHz-Band arbeitet. Damit bietet es alle Vorteile der neuen WiFi-Technologie:

- höhere Reichweite und stabile Verbindungen auch durch Wände oder in schwierigen Umgebungsbedingungen mit mindestens 10 dB mehr als bei 2,4-GHz-WiFi
- eine hohe Anzahl an Teilnehmern pro Access Point (Repeater und Gateways werden nicht benötigt)
- geringer Stromverbrauch für eine Batterielebensdauer von mehreren Jahren
- Datenraten bis 15 Mbit/s mit TCP/IP-Unterstützung
- IP Connectivity: Das Modul lässt sich in bestehende IP-Netzwerke integrieren.
- hohe Sicherheit: Enterprise WiFi Security, WPA3
- Interoperabilität mit 802.11ah-Geräten verschiedener Hersteller

Time Sensitive Networking (TSN)

Basis für die Industrie 4.0

Die vierte industrielle Revolution ist dadurch gekennzeichnet, wie Information den Produktionsprozessen zur Verfügung gestellt bzw. aus ihnen gewonnen wird. Entscheidend hierfür ist Echtzeitfähigkeit. Mithilfe von Time Sensitive Networking (TSN) stehen standardisierte Methoden zur Verfügung, um diese zu gewährleisten.

VON WALTER HAGNER,
PRODUCT SALES MANAGER DIGITAL, UND
DAVID WERTHWEIN, PRODUCT MANAGER
DIGITAL, BEIDE RUTRONIK

In der industriellen Fertigung müssen Werkzeuge, Geräte und Maschinen exakt aufeinander abgestimmt sein, damit es nicht zu Schäden am Werkstück oder der Maschine kommt. Voraussetzung dafür ist der Datenaustausch in Echtzeit. Das bedeutet, dass alle beteiligten Geräte immer über die identische Zeitbasis verfügen müssen und garantiert sein muss, dass Antworten innerhalb einer vorgegebenen Zeit den Empfänger erreichen. Industrial-Ethernet-fähige Technologien wie Ethercat oder Profinet gewährleisten solche Antwortzeiten. Da jedes Bussystem für bestimmte Anwendungen optimiert ist, haben sich mehrere Standards etabliert.

Im nichtindustriellen Bereich und auf den oberen Ebenen der Automatisierungspyramide hat sich dagegen Ethernet, bedingt durch seine Robustheit und Zuverlässigkeit, weitgehend durchgesetzt. Die für industrielle Prozesse benötigte Echtzeitfähigkeit kann es jedoch nicht erfüllen.

Für die Umsetzung der Industrie 4.0 ist die Verschmelzung der beiden Netzwerk-Welten erforderlich, um durchgängige, autonom agierende Systeme zu schaffen. Hier setzt die Idee des „Time Sensitive Networking“, kurz TSN, an. Es läuft zusätzlich zur klassischen Kommunikation und ermöglicht die Echtzeitkommuni-

kation auch in heterogenen Umgebungen, also wenn verschiedene Bussysteme und Ethernet im Einsatz sind.

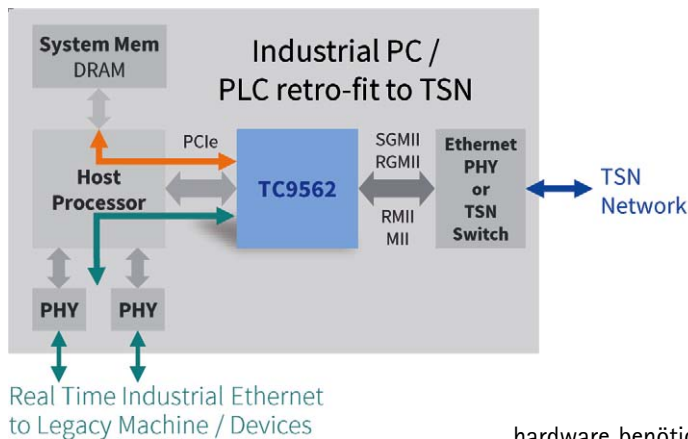
Voraussetzungen für Echtzeit

Eine Grundvoraussetzung für echtzeitfähige Systeme sind hochgenaue Uhren in jedem Endgerät, die synchronisiert sein müssen. Damit lässt sich jedes Datenpaket mit einem Zeitstempel versehen. Dies ist die Aufgabe des Precision Time Protocol PTP-1588. Pakete in den klassischen Protokollen TCP/IP bzw. UDP können zwar keinen Zeitstempel erhalten, mit (g)PTP und 802.1Qbv-2015 sind sie trotzdem für Echtzeitkommunikation nutzbar.

Auf Basis des Zeitstempels erhält jedes Datenpaket zudem ein Zeitfenster (Scheduling und Traffic Shaping) und eine Priorisierung (Auswahl der Kommunikationspfade, Reservierungen und Fehlertoleranz). Für letzteres stehen unter TSN acht Prioritäten zur Verfügung, die die maximale Antwortzeit des Datenpaketes angeben. Nur durch diese drei Faktoren ist eine zeitkritische Kommunikation möglich.

Ein Ethernet Frame, also der Datensatz mit Informationen wie Ziel- und Quelladresse, Steuerinformationen u.ä. ist „netto“ ohne Header, Trailer und Schutzzeit (Zeit zwischen zwei Datenpaketen) 1500 Byte groß. Brutto, also mit diesen Informationen, kommt das gesamte Datenpaket bei 12 Byte Schutzzeit (9,59 ns) auf 1538 Byte. Bei 100 Mbit/s benötigt ein solches Paket folglich 1,23 µs. Das heißt: Mit TSN lassen sich Genauigkeiten im µs-Bereich realisieren. Bei reinen Hardwarelösungen sind Zeitpakete bis in den Nanosekunden-Bereich möglich.

Der Teil der TSN-Mechanismen, die für Echtzeitfähigkeit sorgen, findet sich in der zweiten Schicht des 7-Schichten-OSI-Modells, dem



Wie sich mit vorhandenen Maschinen und Geräten ein TSN-Netzwerk aufbauen lässt

Data Link Layer. Da Funktionen dieser Schicht unter TSN standardisiert sind, können verschiedene Protokolle dieselbe Netzwerk-Infrastruktur nutzen. Die zweite Schicht ist in zwei Sub-Layer unterteilt, in denen die Protokolle zur Echtzeitfähigkeit implementiert sind und die TSN-Daten übertragen werden: die MAC- (Media Access Control) und die LLC- (Logic Link Control) Schicht.

Zwei Bereiche von vielen profitieren ganz besonders von den Standards: die industrielle Automation und das Automobil.

TSN im Automobil

Eine wachsende Anzahl an Fahrerassistenzsystemen als Vorstufen auf dem Weg zum autonomen Fahren erfordert im Fahrzeug nicht nur höhere Datenraten, sondern auch eine deterministische Kommunikation – d.h. Daten müssen in einer exakt festgelegten Zeit den Empfänger erreichen – mit niedriger Latenzzeit sowie Ausfallsicherheit.

Dies lässt sich mittels TSN unabhängig von der bislang eingesetzten Kommunikationstechnologie realisieren. Da die Leitungslängen im Fahrzeug naturgemäß sehr kurz sind, lässt sich Echtzeitfähigkeit hier relativ einfach erreichen. Mit Gigabit-Ethernet ermöglicht TSN sogar noch niedrigere Latenzzeiten und noch kleineren Jitter.

TSN in der industriellen Automation

In der industriellen Automation existiert aktuell eine heterogene Struktur von Feldbussen, die alle in TSN migriert werden müssten. Deshalb wird es hier länger als im Automobilbereich dauern, bis diese Standards sich durchsetzen. Die Triebfeder hinter dem Einsatz von TSN ist jedoch stark: Es sorgt dafür, dass signifikant weniger Kommunikations-

hardware benötigt wird und die Vielzahl der eingesetzten Protokolle verschwindet.

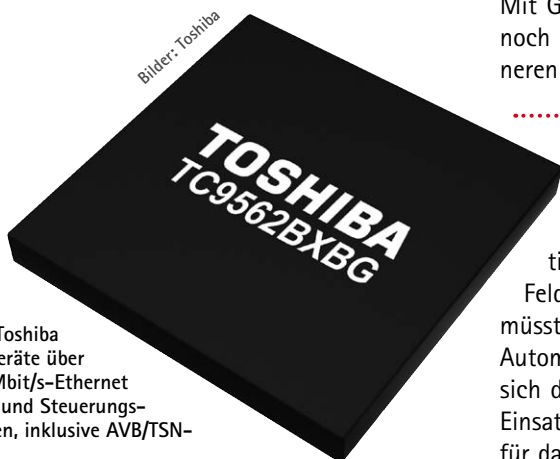
Aus heutiger Sicht noch ein Fernziel ist der Einsatz von TSN bis hinunter auf die Sensor-/Aktor-Ebene, da die Kosten für Kommunikationshardware wie MAC/PHY und Mikrocontroller noch zu hoch sind.

Lösungen für TSN

Für die Realisierung von TSN mit überschaubarem Aufwand empfiehlt sich die Neutrino-Familie von Toshiba. Basis der Ethernet-AVB- (Audio/Video Bridging)/TSN-Bridge-Lösung ist der Network Interface Controller TC9562. Er unterstützt die Standards IEEE 802.1as für die Zeitsynchronisation, IEEE 802.1Qav (Ethernet-AVB) sowie IEEE 802.1Qbv zum Traffic Shaping, d.h. die Festlegung von Regeln für die Bearbeitung und Weiterleitung von Netzwerkpaketen, IEEE 802.1Qbu und IEEE 802.3br für die Frame Pre-emption, also eine effizientere Übertragung der nicht zeitkritischen Daten.

Wird der TC9562 mit einem Applikationsprozessor oder einem anderen Host-SoC verbunden, kann das Host-Gerät Daten (wie z.B. Audio-/Video- und Steuerdaten) über 10/100/1000-Mbit/s-Ethernet liefern. Hostseitig verfügt er über ein PCIe-Interface mit 5 GT/s. Im Baustein integriert ist ein ARM Cortex-M3 mit 187 MHz, schnelles RAM und als Kernstück ein AVB- und TSN-fähiger MAC, der Echtzeitübertragung und Quality of Service ermöglicht. Da dies größtenteils der On-Chip-Controller erledigt, ist der Zusatzaufwand im Host minimal. Zusätzlich wird lediglich ein passender PHY benötigt. Für die Entwicklung stehen ein Referenz-Board sowie umfangreiche Software zur Verfügung.

Eine interessante Alternative ist der I225 von Intel, da dieser über eine Kombination von MAC und PHY verfügt und das IEEE-1588-Feature (Zeitstempelgenerierung) in der Hardware mitbringt.



Mit dem Network Interface Controller von Toshiba können Host-Geräte über 10/100/1000-Mbit/s-Ethernet Audio-, Video- und Steuerdaten übertragen, inklusive AVB/TSN-Unterstützung.

Elektromechanische Bauelemente für die Medizintechnik

Für vielfältigen Schutz und maximale Zuverlässigkeit

Entwickler medizinischer Geräte müssen immer komplexere Technologien schnellstmöglich zur Serienreife bringen. Gleichzeitig müssen die Geräte höchsten Qualitäts- und Sicherheitsstandards gerecht werden. Dazu tragen auch elektromechanische Komponenten bei, die Schutz vor Bedienfehlern, Überströmen und Überspannungen sowie Überhitzung bieten.

VON BURAK DUMAN, TECHNICAL SUPPORT MECHANICS, UND
MARTIN UNSÖLD, SENIOR MANAGER PRODUCT MARKETING MECHANICS,
BEIDE RUTRONIK

Für die anwendergerechte Bedienung von medizinischen Geräten sind zeitgemäße Konzepte gefragt, die Fehler während der Mensch-Maschine-Interaktionen so weit wie möglich reduzieren. Gleichzeitig müssen sie ein steriles und einfach zu reinigendes Endgerät der Klasse IP67 ermöglichen.

Eine unkomplizierte manuelle Bedienung lässt sich mit robusten und aus hochwertigen Materialien gefertigten Wipp- und Drehschaltern sowie Drucktastern realisieren, beispielsweise mit den optischen Encoderschaltern der Serie

ENC von C&K (Bild 1). Mit klarer Rastung und starker Haptik sind sie in zwei Kanälen mit 2-bit-Ausgang erhältlich.

Tastenschalter bieten aufgrund ihrer taktilen Rückmeldung Bediensicherheit. Die Modelle der KSC-Serie von C&K (Bild 2) sind für eine intensive Nutzung ausgelegt; mit bis zu zehn Millionen Zyklen erreichen sie eine lange Lebensdauer. Ihre Silikon- und Gummi-Aktoren bieten je nach Kraft und Aktorhärte eine spezifische Haptik und akustische Reaktionen; zudem sorgen sie für eine leichte Integration.

Kundenspezifische Metalltastaturen offerieren vielfältige Möglichkeiten, die oftmals mit diversen Applikationen ausgestatteten Medtech-Geräte zu handhaben. Die gegenüber Flüssigkeiten hochbeständigen Tastaturen lassen sich außerdem gut reinigen und sterilisieren.

Bei komplexen, modernen Geräten bieten sich Human-Machine Interfaces zur Steuerung an. Die entsprechenden Funktionen werden in der Steuereinheit über ein Signal- und/oder ein MOSFET-Relais gesteuert. MOSFET-Relais, wie die der G3VM-Serie von Omron (Bild 3), ge-

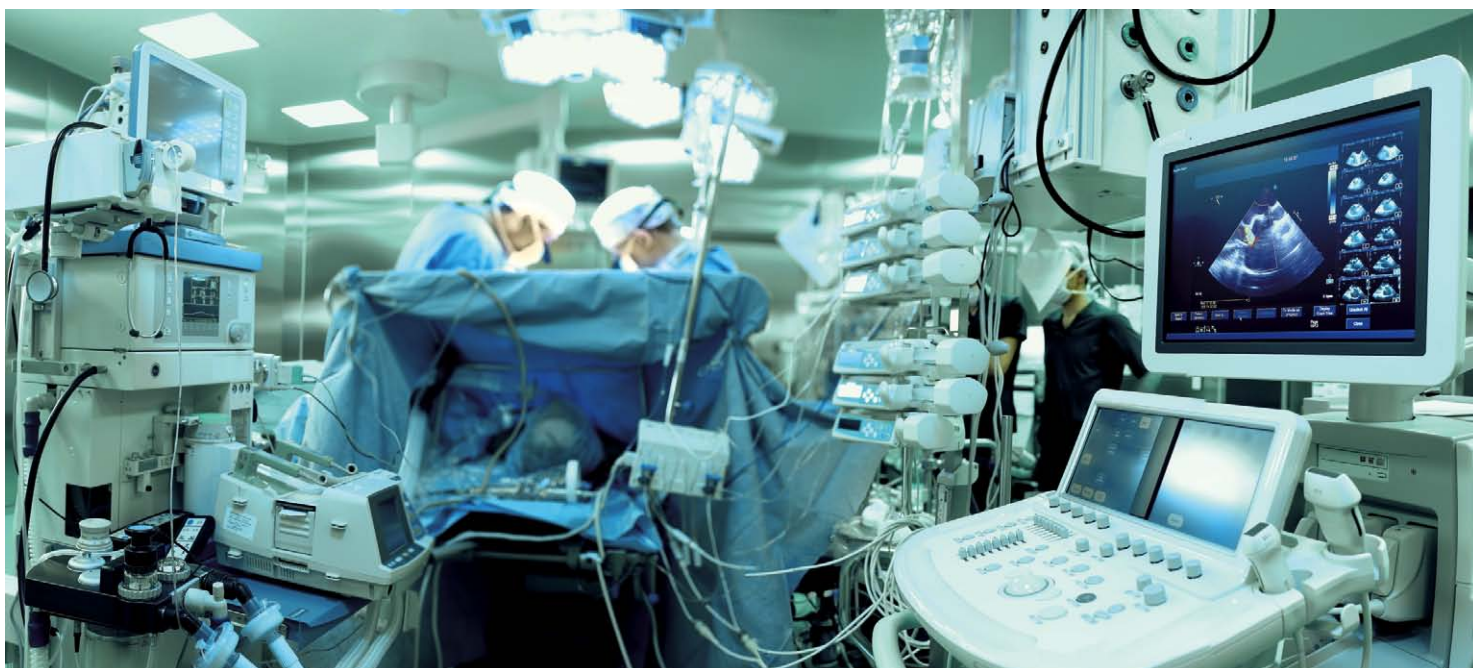


Bild: sudok1/Fotolia

Bild: C&K



Bild 1: Die optischen Encoderschalter von C&K sorgen mit starker Haptik für das sichere Bedienen medizinischer Geräte.

Bild: C&K



Bild 2: Halten auch starker Beanspruchung lange stand: die KSC-Tastschalter von C&K

Bild: Omron

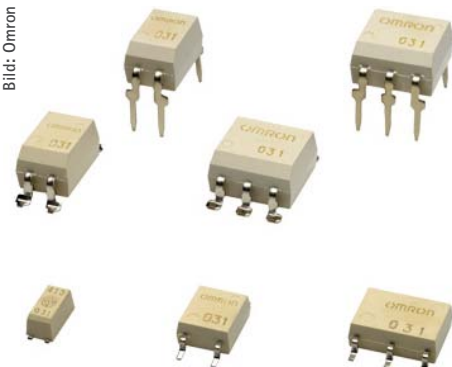


Bild 3: Eine hohe Anzahl geräuschloser Schaltzyklen leisten die MOSFET-Relais der G3VM-Serie von Omron.

währleisten eine hohe Anzahl geräuschloser Schaltzyklen. Beim Schalten der Kontakte wird kein Lichtbogen erzeugt, sodass es nicht zu Ausfällen wegen Kontaktverschleiß kommt. Die Bauelemente zeichnen sich folglich durch eine lange Lebensdauer aus.

Hochperformante Stromversorgung

Wie alle Technologien sind auch medizintechnische Neu- und Weiterentwicklungen auf eine zuverlässige, maßgeschneiderte Stromversorgung angewiesen. Dafür sorgt ein Netzteil. Bei Fehlfunktionen wie etwa einem Kurzschluss muss jedoch eine sichere Abschaltung gewährleistet sein, um dann auf eine Notstromversorgung, z.B. einen Akkumulator, umschalten zu können. Hierfür kommen verschiedenartige Sicherungen zum Einsatz, z.B. Sicherungseinsätze und axial bedrahtete Sicherungen in 5 mm oder 1/4" oder Blocksicherungen. Letztere zeichnen sich durch ihre kleine und kompakte Bauform aus.

Die oberflächenmontierbaren Blocksicherungen der Serie 6125 von Eaton Bussmann empfehlen sich vor allem für Applikationen, die auch bei einem Fehler weiterarbeiten sollen, ohne dass Bauteile dadurch Schaden nehmen. Sie schützen die Stromversorgung nicht nur vor Kurzschlüssen, sondern fungieren auch als EMI-Filter. Die schnell schaltenden Typen (6125FF) sind speziell für hohe Einschaltströme ausgelegt. Die 6125TD-Serie mit Zeitver-

zögerung entspricht dem EIA-IS-722-Standard und kann Nennströme für mindestens vier Stunden leiten. Die 6125FA-Modelle gewährleisten Überstromschutz bis zu 125 V AC/DC.

Geht es um noch höhere Stromstärken, kommen vor allem die Sicherungen der 1025-Serie von Eaton Bussmann (Bild 4) infrage. Unter den klassischen SMD-Sicherungen bieten sie Schutz vor der höchsten Stromstärke. Durch ihr höheres Schmelzintegral ermöglichen sie außerdem höhere Einschaltströme. Mit einem Betriebstemperaturbereich von -55 bis +125 °C eignen sie sich auch für den Einsatz in rauen Umgebungen.

Dazu bietet Eaton Bussmann Sicherungshalter für die Panel- oder PCB-Montage, von denen sich viele sowohl für 5 mm als auch für 1/4" eignen. Sie sind in verschiedenen IP-Schutzklassen erhältlich.

Für schwer zugängliche Schaltkreise, vor allem in Applikationen, bei denen ständig Überstrombedingungen auftreten oder die konstant verfügbar sein müssen, sind rückstellbare Sicherungen ideal. Diese PTC- (Positive Temperature Coefficient) Bauteile erhöhen den Widerstand, wenn die Temperatur durch einen übermäßigen Stromfluss ansteigt. Ist der Fehler behoben und sinkt die Temperatur wieder, wird der Widerstand automatisch „zurückgestellt“. Die größte Auswahl an PTC-Bauteilen findet sich bei Littelfuse, z.B. die PolySwitch-

und Poly-Fuse-Serien. Die nanoSMD-Serie von Littelfuse hat zudem besonders geringe Abmessungen und hilft so, Platz und Kosten zu sparen. Gleichzeitig bietet sie durch die große Auswahl an verschiedenen Modellen vielfältige Designmöglichkeiten. Dank ihrer hohen Spannungsbereiche lassen sie sich auch in neuen Applikationen einsetzen.

Wenn's heiß hergeht

Auch von der Abwärme der Bauteile während des Betriebs geht eine gewisse Gefahr für die einwandfreie Funktion und die Lebensdauer der Komponenten aus. Ein auf die Applikation und die spezifischen Einbaubedingungen ausgelegtes Wärmemanagement ist deshalb unabdingbar. Für die Entwärmung der Leiterkarten, auf der sich nicht nur die Leistungshalbleiter, sondern auch die Ansteuerung und Signalverarbeitung befinden, haben sich Board-Level-Kühlkörper (Fingerkühlkörper) etabliert. Da sie direkt am betreffenden Bauteil befestigt sind, entwärmen sie dieses gezielt und effizient. Zu den Anbietern mit dem größten Sortiment an Board-Level-Kühlkörpern zählen Fischer Elektronik und Assmann WSW.

Noch platzsparender sind 10 µm bis 100 µm dünne Wärmeleitfolien (Bild 5). Sie bieten zudem eine besonders hohe thermische Leitfähigkeit von bis zu 1950 W/mK. Da sie sich einfach auf die gewünschte Größe zuschneiden

Bild: Eaton Bussmann



Bild 4: Die 1025-Serie von Eaton Bussmann hält auch hohen Stromstärken stand.

Bild: Panasonic



Bild 5: Wärmeleitfolien sind dünn und trotzdem sehr effektiv gegen Wärme.

Bild: ADDA



Bild 6: Machen viel Wind: die Lüfter der Serie AD12032 von ADDA

Bild: Jamicon



Bild 7: Leise und langlebig dank Gleitlager: die Serie JV0620-00 von Jamicon

lassen, sind sie leicht zu verarbeiten. Wärmeleitfolien sind etwa von 3M und Panasonic auf dem Markt.

Bei sehr starker Wärmeentwicklung sind Lüfter das Mittel der Wahl. Sie sind der passiven Kühlung sowohl bei der Leistung als auch bei den Kosten überlegen. Liegt der Fokus auf einem sehr hohen Luftstrom, empfiehlt sich der AD12032 von ADDA (Bild 6). Spielt jedoch auch der Geräuschpegel eine Rolle, etwa in Geräten,

die in Patientenzimmern zum Einsatz kommen, sind Modelle mit Gleitlager zu empfehlen, wie die Serien AD12032 von ADDA oder die JV0620-00 von Jamicon (Bild 7). Die doppelt kugellagerten Modelle von Jamicon sind zudem besonders langlebig. ■

Thermomanagement fürs Horticulture Lighting

Abkühlung für die künstliche Sonne

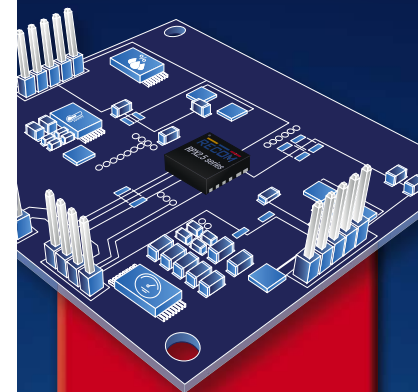
Wohnen oder ernten – das darf hier nicht die Frage sein: Durch Bevölkerungswachstum und klimatische Veränderungen verschwinden immer mehr Agrarflächen. Deshalb sind innovative Formen des Anbaus und moderne Technologien gefragt. Gerade beim Einsatz einer „LED-Sonne“ braucht es ein wirkungsvolles Thermomanagement.

VON BURAK DUMAN,
TECHNICAL SUPPORT MECHANICS, UND
MARTIN UNSÖLD, SENIOR MANAGER
PRODUCT MARKETING MECHANICS,
BEIDE BEI RUTRONIK

Um wetter- und lageunabhängig ausreichend Getreide, Obst und Gemüse zu produzieren, braucht es alternative Agrarflächen. Beim sogenannten Urban Farming werden hierfür bereits stillgelegte U-Bahn-Tunnel oder Bunker sowie Dächer oder Wände von Gebäuden umfunktioniert. Lagebedingt fehlt vielen dieser Orte jedoch das für das Pflanzenwachstum erforderliche Sonnenlicht. Deshalb kommen immer häufiger LED-Beleuchtungssysteme als Sonnenlicht-Alternative zum Einsatz. Damit lassen sich Pflanzenkulturen bedarfsgerecht anbauen. Mittels entsprechend gesteuerter Lichtfrequenzen kann Pflanzenwachstum sogar optimiert werden: größere Pflanzen, höherer Ertrag, weniger Schadstoffe – auch Farbe und Geschmack der Früchte lassen sich so beeinflussen. Zudem können UV-LEDs die Pflanzen vor Keimen, Sporen und Bakterien schützen.

*Thermomanagement
für längere LED-Lebensdauer*

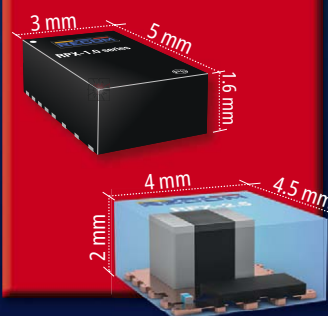
LEDs sind erheblich effizienter als herkömmliche Halogenlampen: Sie nutzen bis zu 50 %



Hochleistungs-SMD-Schaltregler

RPX: Flexibles Stromversorgungsmodul in kompaktem QFN-Gehäuse

- 1A, 1.5A & 2.5A Ausgangsstrom
- Vin bis zu 36VDC Einstellbarer Ausgang
- Hohe Leistungsdichte im flachen QFN-Gehäuse
- Vergossene Leadframe Technologie
- Integrierte FETs, Spulen und Passives für ein simples Design
- Betriebstemperatur: -40°C bis zu +85°C oder mehr bei Vollast
- Geschützte Ausgänge (SCP, OCP, OTP, UVLO)
- Einfache Filterung der Klasse A oder Klasse B
- Perfektes thermisches Verhalten für Anwendungen in rauen Umgebungen



RECOM
WE POWER YOUR PRODUCTS
recom-power.com/rpx

Bild: pipicato/shutterstock



der elektrischen Energie, um sichtbares Licht zu erzeugen. Damit geben sie aber immer noch rund die Hälfte der aufgenommenen Energie als Wärme ab. Da die LEDs immer kleiner werden und gleichzeitig mehr Energie benötigen, steigt auch die Wärmeentwicklung. Das beeinflusst die Lebensdauer der LEDs nachhaltig.

Aktuelle LEDs haben eine Lebensdauer von 2000 bis 4000 Stunden. Durch zu hohe Temperaturen können sie bis zu 1/6 davon verlieren. Thermomanagement-Lösungen tragen also wesentlich dazu bei, die Leistungsfähigkeit der LEDs so lange wie möglich zu erhal-

ten. Damit reduzieren sie den Austausch- und Wartungsbedarf während des Betriebes erheblich.

Kundenspezifische Kühlelemente

Eine pauschale Lösung für das Thermomanagement gibt es nicht, da hier zahlreiche Faktoren zu berücksichtigen sind: Kommen Low-Power-, Mid-Power- oder High-Power-LEDs zum Einsatz? Was für Temperaturen sind zu erwarten? Wie viel Platz steht in der Ap-

plikation zur Verfügung? Spielt die Geräuschentwicklung eine Rolle?

Prinzipiell besteht die Wahl zwischen passiven und aktiven Lösungen. Zu den passiven zählen Kühlkörper und Wärmeleitfolien von Herstellern wie Assmann, Fischer Elektronik oder 3M. Aktive Lösungen sind Lüfter und Gebläse; sie werden zum Beispiel von Adda, Delta und Jamicon angeboten.

Designfreundliche Kühlkörper

Kühlkörper werden vor allem nach ihrem Material unterschieden. Strangkühlkörper aus Aluminium sind ideal, wenn man relativ viel Wärme effektiv ableiten muss. Auch für kostensensitive Anwendungen eignen sie sich durch einen attraktiven Anschaffungspreis. Zudem bieten die Hersteller sie auch als kundenspezifische Lösung an, sodass ihre Größe genau der abzuleitenden Wärme angepasst ist.

Kunststoffkühlkörper sind wärmeleitend, aber elektrisch isolierend und bieten – je nach Kunststoffverbund – eine hohe Lichtreflektion. Der Kunststoff lässt sich direkt als Gehäuse nutzen, sodass kein zusätzliches Kühlelement erforderlich ist. Durch die Reflektionsfähigkeit

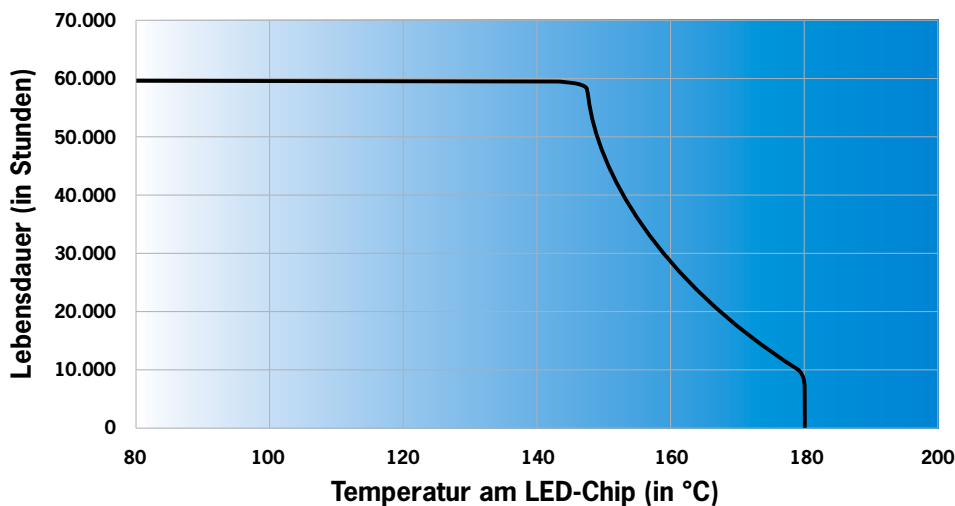


Bild: Rutronik

Übersteigt die Temperatur am LED-Chip 140 °C, nimmt seine Lebensdauer drastisch ab.

des Kunststoffes verlieren die Lichtstrahlen nicht an Helligkeit. Kunststoff-Kühlkörper sind – wie Aluminium-Kühlkörper – designfreundlich, aber deutlich leichter. Damit eignen sie sich hervorragend für Anwendungen, bei denen es auf jedes Gramm ankommt.

Ein Kunststoff, der sich besonders gut für die Wärmeübertragung und -ableitung eignet, ist Bornitrid, auch „das weiße Graphit“ genannt. Das synthetische Material mit Graphit-ähnli-

cher Struktur ist reinweiß und elektrisch isolierend. Wenn die Verarbeitungseigenschaften aufrechterhalten werden, hat Bornitrid einen Wärmeableitungswert von bis zu 15 W/m·K. Die Kühlfüllstoffe im Bornitrid sind so konstruiert, dass sie sich einfach und in beliebiger Richtung ausrichten lassen. Dadurch lässt sich auch die Richtung bestimmen, in die die Wärme abgeleitet wird – sei es vertikal oder horizontal. Bornitrid eignet sich besonders für dünnwandige und komplexe geometrische

Formen; entsprechende Kühlkörper bietet Rutronik von 3M.

Unabhängig von der Art der Kühlung und vom Material kommen praktisch ausschließlich kundenspezifische Varianten zum Einsatz – zu spezifisch sind die Anforderungen und die räumlichen Gegebenheiten. Umso wichtiger ist professionelle Unterstützung, um die optimale Lösung für die jeweilige Anwendung zu erhalten. ■

Joystick-Geometrien testen

Spiel, Spaß und Spannung für HMI-Designer

Als C.B. Mirick 1926 seine Erfindung als Steuerungssystem für unbemannte Flugzeuge patentieren ließ, konnte er nicht ahnen, dass sie später in zahlreichen Gebieten und Anwendungen zum Einsatz kommen würde. Für die Entwicklung eines Joysticks stehen mehrere Aufbau-Varianten zur Wahl. Ein Überblick.

VON THOMAS KEPČIJA,
PRODUCT SALES MANAGER SENSORS
BEI RUTRONIK, UND
PHILIPP HERBST, HEAD OF APPLICATION
SUPPORT & TOOLS BEI TDK-MICRONAS

Joysticks haben sich schnell als Steuer- und Regelungswerkzeug in vielen Einsatzbereichen der Industrie und Medizin durchgesetzt, ebenso für Züge, Schiffe, Land- und Baumaschinen sowie bei Simulationen, z.B. Flugsimulatoren. In der Unterhaltungsindustrie werden sie bei Konsolen, Computerspielen und zur Steuerung von Flugzeug-, Auto- oder Schiffs-Modellen genutzt. Heute sind Joysticks aus industriellen Steuerungsanwendungen,

dem Konsumgütermarkt und der Automobilentwicklung nicht mehr wegzudenken.

Der erste Entwurf eines Joysticks basierte auf Schaltkontakten und gilt damit als digitaler Joystick. Die einfachste Ausführung hatte vier Kontakte, mit einem Informationsgehalt von 4 bit wurden die Zustände An und Aus erfasst. Damit lassen sich auch diagonale Auslenkungen erkennen.

Anzeige

sech

High-performance 3V ultracapacitors



Small cells, 3F up to 100F

- Excellent DC life performance
- „Wetting proof“ design

330F up to 3400F

- Ultra-low internal resistance (ESR)
- Laser-welded connections
- Hermetically sealed design

Modules

- Standard modules, 6V up to 174V
- Customized modules



Bilder: TDK-Micromas

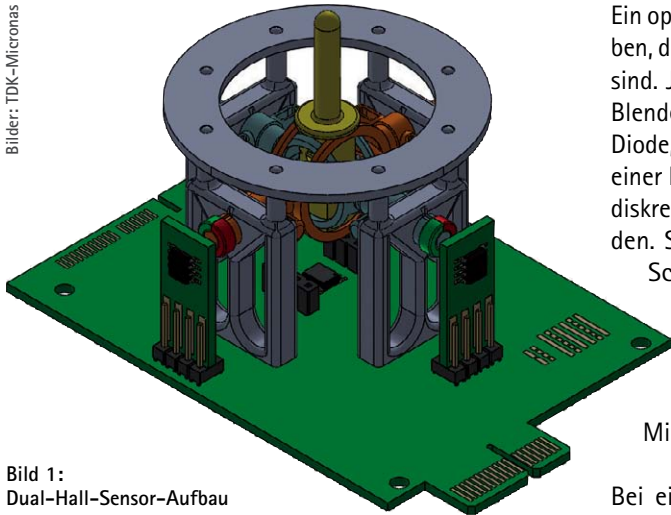


Bild 1: Dual-Hall-Sensor-Aufbau

Ein optischer Joystick hat zwei Encoder-Scheiben, die jeweils an ein Achsengelenk gekoppelt sind. Jede Scheibe besteht aus Schlitzen und Blenden; auf der einen Seite sind sie mit einer Diode, auf der gegenüberliegenden Seite mit einer Fotozelle versehen. Diese sind entweder diskret oder mit einer Lichtschranke verbunden. Strömt Licht von der Diode durch den Schlitz, wandelt die Fotozelle dieses in Strom um. Gibt es keinen Schlitz, liegt auch kein Strom am Ausgang der Fotozelle an. Aus der Anzahl der Strompulse errechnet ein Algorithmus im Mikrocontroller die Position.

Bei einem Potenziometer-Joystick befindet sich an beiden Drehgelenken, dem für die x-Achse und dem für die y-Achse, jeweils ein Potenziometer. Sie erfassen die Änderung des Widerstands, wenn der Joystick bewegt wird und sich die Winkel der Drehgelenke ändern. Ein Mikrocontroller gibt dann die entsprechenden Werte aus.

Dual-Hall-Sensor-Aufbau

Die ursprünglichen mechanischen Kontakt-Joysticks mit Potenziometer haben einen Nachteil: Die Erfassungs- und Steuerungsleistung des Potenziometers degradiert durch die Reibung der Kontaktflächen. Dieser Nachteil wird mit dem Austausch der Potenziometer durch Magnete und berührungslos abtastende Hall-Sensoren überwunden (Bild 1). Gleichzeitig steigen die Präzision und Zuverlässigkeit, es gibt ein verbessertes Bedingefühl.

Zudem ist der Dual-Hall-Sensor-Aufbau sehr praktisch: Wie mit einem Potenziometer wird die Bewegung des Joystick-Griffes in eine Rotation des End-of-Shaft-angeordneten Magneten umgewandelt und vom Hall-Sensor aufgenommen. Der aufwändig entwickelte mechanische Aufbau von bestehenden Joystick-Designs muss höchstens minimal angepasst werden.

Der Aufbau hat jedoch auch ein Manko: Da die Beziehung zwischen dem Hall-Sensor-Ausgang und der tatsächlichen Bewegung des Joysticks nichtlineare Eigenschaften aufweist, muss diese im Sensor mittels Setpoints linearisiert werden.

Gimbal-Joint-Joystick

Einen anderen Aufbau zeigt Bild 2. Bei diesem Gimbal-Joint-Joystick befindet sich unterhalb

des Griffes ein rotierender Permanentmagnet, der auf den Hall-Sensor zeigt. Durch die Wechselwirkung zwischen dem Permanentmagneten und dem einzelnen Hall-Sensor wird die Bewegung des Joysticks auf den 2D-Erfassungsbereich projiziert. Bewegt sich der Joystick innerhalb von ca. $\pm 30^\circ$, zeigt das Ausgangssignal eine gute Linearität.

Die Herausforderung bei diesem Aufbau liegt darin, das mechanische System im Griff zu haben. Eine Alterung der Mechanik durch Abnutzung führt zu einer unbekanntenen Verschiebung des Sensors als Rotationsmittelpunkt, was statisch nicht zu kompensieren ist.

Universal-Joint-Joystick

Eine Universal-Joint-Aufhängung bietet eine gute Alternative, um das Problem der Genauigkeitsabnahme aufgrund der Rahmenreibung zu lösen (Bild 3). Die Mechanik ist nicht nur robuster gegenüber Abreibung, sondern vereinfacht auch den Herstellungsprozess und senkt die Produktionskosten. Sie punktet zudem mit guter Linearisierbarkeit und einem einfachen mechanischen Aufbau. Die wesentlichste Verbesserung bei diesem Design besteht darin, dass sich der Joystick-Griff um ein Kardangelock dreht und die ganze Zeit auf das Zentrum dieses Gelenkes zeigt.

Kit im Überraschungs-Ei-Konzept

Um die verschiedenen Aufbauoptionen zu evaluieren, sind eine ebenso vielseitige Joystick-Plattform und ein flexibler Hall-Sensor nötig. Viele Hersteller bieten Joystick Kits an, um Interessenten einen solchen Sensor zur Verfügung zu stellen, den sie in der Anwendung testen können; die gesammelten Daten können für Simulationen verwendet werden.

Die „Joystick-Evaluation-Plattform“ von TDK-Micromas (Bild 4) erinnert stark an das Überraschungs-Ei-Konzept – nur die Schokolade fehlt. Die verschiedenen Komponenten lassen sich – wie der Inhalt eines Überraschungs-Eis – so zusammenstecken, dass sie alle drei mechanischen Joystick-Geometrien ermöglichen.

Neben den TDK-Micromas-HAL-3900-Sensoren enthält das Kit Leiterkarten, 3D-gedruckte Mechanik, Magnete, Zubehör und eine ausführliche Anleitung. Zusätzliche Sensor-Leiterplatten erlauben eine direkte Integration der Sensoren in eine Applikation.

Bei einem analogen Joystick werden Richtung und Winkel zwischen der Auslenkung und den Achsen gemessen. Hierfür kommen Potenziometer oder optische oder magnetische Sensoren zum Einsatz, die kontaktlos und damit verschleißfrei arbeiten.

Bild 2: Gimbal-Joint-Joystick-Aufbau

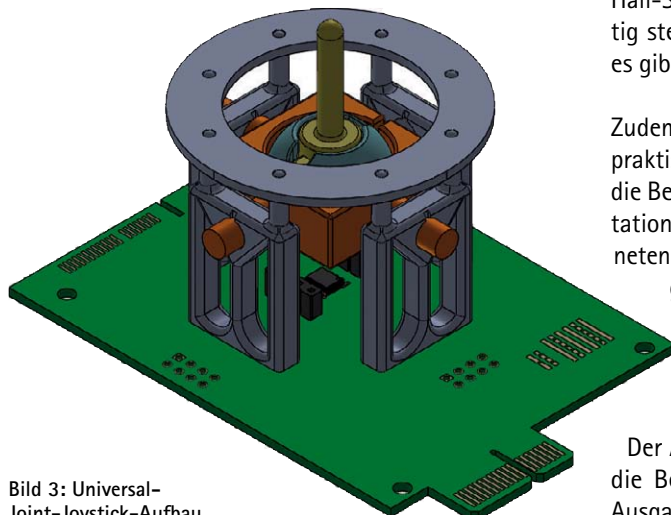


Bild 3: Universal-Joint-Joystick-Aufbau

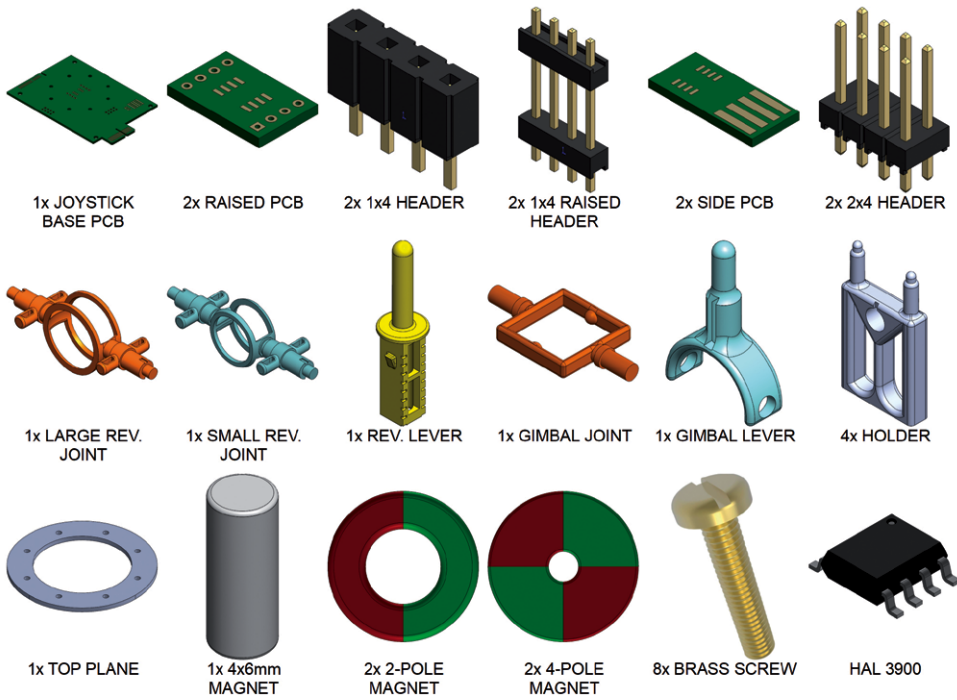


Bild 4: Die „Joystick-Evaluation-Plattform“ funktioniert wie der Inhalt eines Überraschungs-Eis.

Der HAL 3900 ermöglicht nicht nur die präzise Erfassung von Magnetfeldern, sondern auch die synchrone Messung aller drei Magnetfeldkomponenten B_x , B_y und B_z an einer einzigen Stelle. Dadurch erkennt der Sensor die Richtung des Magnetfeldes. Gleichzeitig bietet das einzigartige Konzept einer Anordnung von sechs z-Hall-Platten sowie zwei Hall-Pixelzellen eine 2D-Streufeldkompensation. Der Sensor eignet sich damit für verschiedene Messaufgaben bzw. für jede Sensor/Magnet-Geometrie, für die bislang unterschiedliche Sensoren benötigt wurden. Da das Sensor-Array des HAL 3900 hochflexibel ist, können Konstrukteure einfach die beste Betriebsart für jede Messaufgabe auswählen. Abhängig vom eingestellten Messmodus ist es so beispielsweise möglich, temperaturkompensierte Rohwerte von B_x , B_y , B_z oder bis zu zwei berechnete Winkel auszugeben.

Um den Nichtlinearitätsfehler des Gesamtsystems zu reduzieren oder sogar ein willkürliches Ausgangsverhalten zu generieren, bietet der Sensor mit einem aktivierten Kanal bis zu 33 „Fixed Setpoints“, bei zwei aktivierten Kanälen bis zu 17 Fixed Setpoints pro Kanal. Sind variable Setpoints gefragt, stehen bis zu 18 Setpoint-Intervalle bei einem verwendeten Kanal oder jeweils bis zu acht Intervalle bei zwei verwendeten Kanälen bereit.

Als SEoC (Safety Element Out of Context) nach ISO 26262 ist der HAL 3900 für sicherheitskritische (ASIL-) Anwendungen qualifiziert. Die Streufeldkompensation (gemäß ISO 11452-8) ist in einigen Messmodi bereits in-

tegriert und erfolgt automatisch. Die Kommunikation mit dem Sensor erfolgt über eine SPI-Schnittstelle.

Der digitale HAL 39xy benötigt weder eine externe Signalverarbeitung noch komplizierte Kompensationsalgorithmen. Durch die Messmodi mit drei bzw. sechs z-Hallplatten lässt sich mit dem Revolving-Joint-Aufbau ein streufeldkompensierter Joystick umsetzen.

Die Sensordaten des Joystick Kits können wahlweise mit einem Arduino oder dem TDK-Micronas SPI Programmer ausgelesen werden. Mit der herunterladbaren „Joystick-Evaluation-Plattform“-Software (Bild 6) haben Anwender ein Werkzeug, um wichtige RAM-Re-

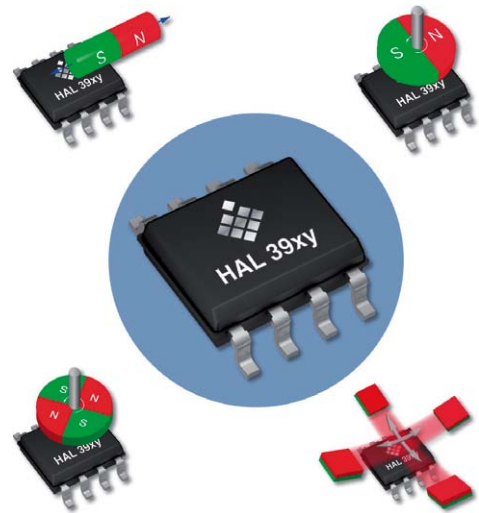


Bild 5: Alleskönner – die HAL39xy-Familie eignet sich für ganz unterschiedliche Messaufgaben.

gisterwerte des Signalpfades des Sensors auszulesen, die Messwerte Joystick-spezifisch zu visualisieren sowie einen genderten Joystick zu bewegen und zur weiteren Analyse als cvs-Datei zu exportieren.

Für die bestmögliche Joystick Performance ermöglicht das LabView Programming Environment des HAL 3900 zusammen mit dem TDK-Micronas SPI Programmer die Sensorkalibrierung und das Umstellen der benötigten Messmodi.

Für eine Arduino-Plattform stellt TDK-Micronas den Quellcode zum Auslesen der benötigten HAL-3900-Register zum Download bereit. Die von Rutronik entwickelte Design-Plattform auf Basis des STM32L05 mit Arduino-kompatiblen Steckverbinder eignet sich hier ideal für die Evaluierung der neuen Produkte. ■

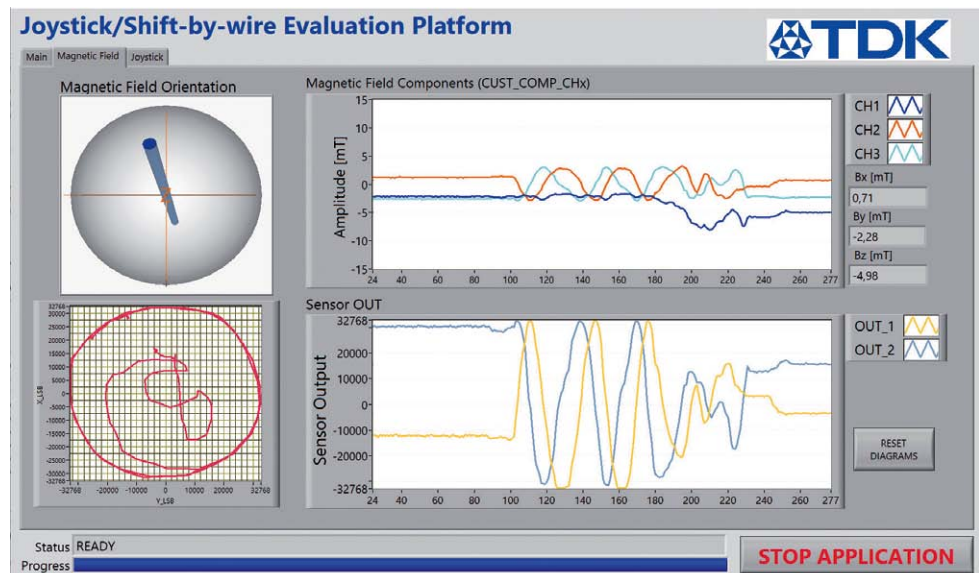


Bild 6: Mit der Software zur „Joystick-Evaluation-Plattform“ können Anwender wichtige Daten auslesen.

UV-C-LEDs

Den Keimen keine Chance!

Gegen Viren wird schon lange gekämpft. Chemische Verfahren sind gegen Mikroorganismen wie Viren und Bakterien allerdings nur bedingt wirkungsvoll, da diese Resistenzen entwickeln können. UV-Licht ist da eine viel effektivere Methode zur Desinfektion und Entkeimung von Wasser, Luft und Oberflächen, also auch im Kampf gegen Coronaviren.

VON ALAIN BRUNO KAMWA, PRODUCT SALES MANAGER OPTO BEI RUTRONIK

Um die Schutzkleidung des medizinischen Personals der Huoshenshan-Klinik im chinesischen Wuhan zu desinfizieren und so zu verhindern, dass sich das Sars-CoV-2-Virus außerhalb der Klinik verbreitet, wurde erstmalig ein Desinfektionszelt mit UV-C-LEDs ausgerüstet. Bei dem 1,5 m x 0,75 m x 2 m großen Raum mit Softshell-Wänden wurden die reflektierende Oberfläche der Decke, die Wände und die Bodenplatte mit UV-C-Strahlern des amerikanischen Herstellers Bolb versehen. Während der 30 Sekunden andauernden Bestrahlung gaben die UV-C-LEDs bei permanenter Helligkeit von 200 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ eine Dosis von 6 mJ/cm^2 ab. Ihre Lichtwellen mit Längen von 265 bis 280 nm zerstören genetische Information und sorgten so dafür, dass das Virus sich nicht mehr ausbreiten und keine Zellen mehr befallen konnte.

Künstliche UV-Quellen

Lange Zeit wurde ultraviolettes Licht mit quecksilberbasierten Strahlungsquellen erzeugt, etwa mit Nieder- und Mitteldruck-Quecksilber- (Hg) Dampflampen. Diese erzeugen

durch Gasentladung UV-Licht im Spektrum von 185 bis 405 nm. Außerdem lässt sich UV-Licht mit UV-Kaltkathodenröhren (UV-CCL oder UV-Lampe) in einem Spektrum von 185 bis 405 nm durch Glimmentladung hervorbringen.

UV-LEDs geben UV-Strahlen in einem Spektrum von 227 bis 405 nm mittels Elektrolumineszenz ab. Vor allem UV-C-LEDs sind die Wellenlängen mit der stärksten keimtötenden Wirkung, nämlich zwischen 260 und 270 nm. Bild 1 zeigt das für Kryptosporidien – Parasiten, die sich vor allem durch verunreinigtes Trinkwasser verbreiten. Andere Erreger, Bakterien und Viren weisen ganz ähnliche Charakteristika auf.

Zudem überzeugen LEDs durch eine stabile spektrale Ausgangsleistung bei gegebener Temperatur und eine fast unbegrenzte Zahl an Schaltzyklen, was sie für mobile Lösungen prädestiniert, die sofort die volle Lichtleistung liefern sollen.

Multiple Waffen im Detail

Für das menschliche Auge sind die UV-Strahlen in ihrem gesamten Wellenbereich von 100 bis 400 nm unsichtbar. Sie werden je nach Frequenzbereich in UV-A-, UV-B- und UV-C-Strahlen eingeteilt. Diese wirken sich unterschiedlich auf Lebewesen aus.

Bei LEDs lässt sich die Wellenlänge relativ frei wählen. UV-A-LEDs haben mit 315 bis 400 nm eine größere Eindringtiefe in streuendes biologisches Gewebe, wie etwa menschliche Haut, als UV-B- und UV-C-Strahlen. Genutzt werden UV-A-LEDs in der Zahnheilkunde und zu kosmetischen Zwecken, z.B. im Sonnen- oder Nagelstudio. Im industriellen Sektor kommen UV-A-LEDs zum Einsatz, um Harze, Kleber und Lacke auszuhärten.

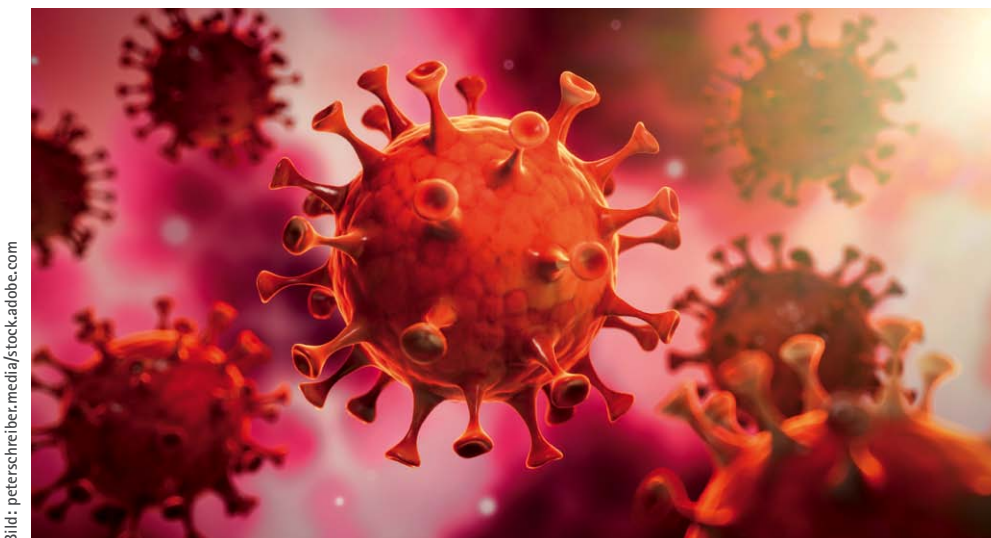


Bild: peterscheiber.media/stock.adobe.com

Mit einer Wellenlänge von 280 bis 315 nm weisen die Strahlen der UV-B-LEDs eine vergleichsweise geringe Eindringtiefe in streuendes biologisches Gewebe auf. Allerdings werden sie stärker gestreut. UV-B-Strahlen fördern die Bildung von Vitamin D im menschlichen Körper. Die UV-B-LEDs sind daher überwiegend in der Fototherapie und der hautärztlichen Behandlung zu finden.

Keine Abwehr gegen UV-C-Strahlen

Das energiereiche Licht der UV-C-LEDs wird in biologischem Gewebe noch stärker gestreut. Mit einer Wellenlänge von 100 bis 280 nm dringen die Strahlen nicht sehr tief in das Gewebe ein; dennoch können sie ungeschützte Haut verbrennen. Da die Ozonschicht in der Atmosphäre die natürliche UV-C-Strahlung des Sonnenlichts absorbiert, hat kein irdischer Organismus Abwehrmechanismen gegen UV-C-Strahlen entwickelt. Das gilt auch für Viren und Bakterien. Diese Verwundbarkeit macht die Bestrahlung mit künstlichem UV-

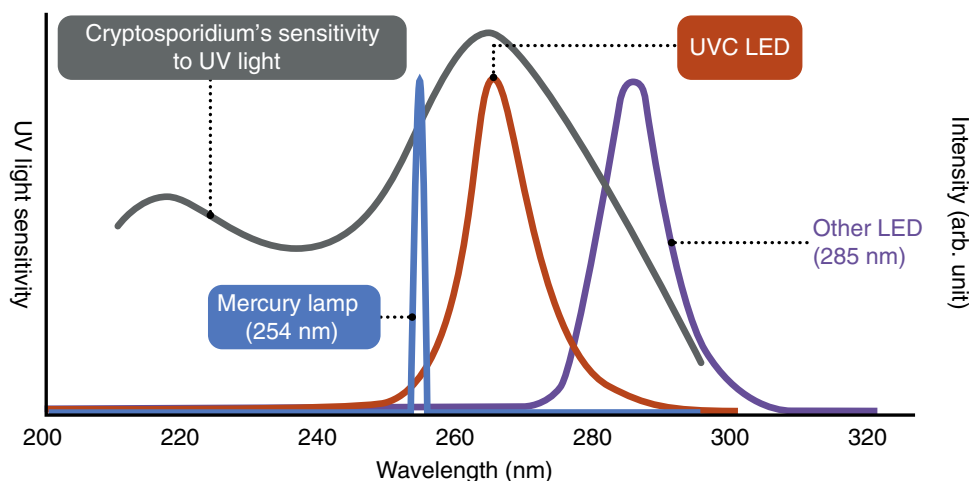


Bild 1: Die Wellenlängen von UV-C-LEDs sind dort am intensivsten, wo Kryptosporidien – wie auch andere Bakterien und Viren – am empfindlichsten darauf reagieren.

C-Licht zur besonders effektiven Methode für die Sterilisation und Desinfektion.

UV-C-LEDs in der Praxis

Jeder Keim reagiert unterschiedlich auf UV-C-Strahlung. Deshalb ist die Intensität der

Bestrahlung auf die gewünschte Reduktionsrate, also die Anzahl der abgetöteten Mikroorganismen, auszulegen. Dabei verhält sich die Intensität der UV-Strahlung umgekehrt proportional zum Quadrat des Abstands. Das heißt: Nimmt die Entfernung zur Strahlungsquelle zu, verliert die UV-Strahlung sehr schnell an Wirkung. Das zu desinfizierende

Bild: Stanley

Intensity (arb. unit)

Anzeige



**agentur
lorenzoni**
public relations

Kommunikation die sich rechnet
Communication that pays off

- Kundennähe garantiert individuelle und effiziente PR-Maßnahmen
- Technisches Verständnis für passgenaue Texte
- Erfolgreiche PR-Konzepte dank fundiertem Branchen-know-how
- Maximale Ergebnisse mit minimaler Bürokratie
- Customer focus guarantees customised and efficient PR measures
- Technical know-how for texts precisely adapted to key target media
- Successful PR concepts thanks to established knowledge of the industry
- Maximum results with minimal bureaucracy

Inhabergeführte Full-Service PR-Agentur für Elektronik/Embedded, Green Energy, ITK und Lifestyle
Owner-operated full-service PR agency for electronics and embedded technology, green energy, ITC and lifestyle

Agentur Lorenzoni GmbH Tel +49 8122 55 91 70 pr@lorenzoni.de

www.lorenzoni.de

Objekt sollte deshalb so nahe wie möglich am Emitter sein.

Häufig werden Viren, wie auch das Sars-CoV-2-Virus, durch die Luft verbreitet. Damit bietet sich der Einsatz von UV-C-LEDs in Luftaufbereitungssystemen und Klimaanlage an. Neben der erforderlichen Reduktionsrate sind hier auch der Luftdurchsatz und die Geometrie der Luftströmung zu berücksichtigen.

Besonders effektiv zum Abtöten von Keimen hat sich UV-Licht mit einer Wellenlänge von 254 nm erwiesen. Bei direkter Anwendung kann dies aber ein Gesundheitsrisiko für Haut und Augen darstellen. Im Gegensatz dazu macht sogenanntes fernes UV-C-Licht (207 bis 222 nm) Erreger in der Luft ebenfalls größtenteils unschädlich, jedoch ohne exponiertes menschliches Gewebe zu schädigen.

Desinfektion von Oberflächen

Andere Viren und Bakterien werden auch über Oberflächen weitergereicht, etwa Grippe-, Noro- oder Rota-Viren sowie Streptokokken und Salmonellen. Für die Sterilisation größerer Oberflächen eignet sich z.B. die Low-Power-UV-C-LED PU35CL1.0 von Lextar mit einer Leistung von 2 bis 4 mW und 20 mA. Mit ihr lassen sich aber auch Getränke pasteurisieren, antimikrobielle Lebensmittel verpacken sowie Zahnbürsten entkeimen.

Für die Installation auf kleinem Raum hat Bolb die kompakte Mid-Power-UV-C-LED S3535-DR100-W272-P40 mit den Maßen 3,5 x 3,5 x 0,9 mm³ auf den Markt gebracht. Mit einer

Material	Reflectance in %
Aluminum, etched	88
Aluminum, polished, commercial	78
Aluminum, foil	73
Chromium	45
Nickel	38
Stainless Steel	20–30
Silver	22
Tin-plated Steel	28
White-wall Plaster	40–60
White Paper	25
White Cotton	30
White Oil Paints	5–10
White Porcelain Enamel	5
Glass	4
Water Paints	10–30

Jedes Material reflektiert die UV-Strahlen unterschiedlich stark. Dies gilt es beim Design zu berücksichtigen.



Bild 2: Starke Leistung: die High-Power-UVC-LED von Bolb mit 100 mW bei 250 mA, mit und ohne Träger

Gleichstromleistung von 40 mW bei nur 100 mA zeichnet sie sich durch den weltweit geringsten Energieverbrauch bei niedrigster Wärmeentwicklung aus.

Im High-Power-Segment hat Bolb mit der UV-C-LED S6060-DR250-W272-P100 das leistungsstärkste Bauteil mit einer Gleichstromleistung von 100 mW bei 250 mA im Programm.

Die UV-C-LEDs von Bolb eignen sich besonders für die Trinkwasseraufbereitung bzw. Wasserdesinfektion etwa in Pools oder Wohnmobilen sowie für Anwendungen mit höheren Anforderungen an die Bestrahlungsstärke (W/m²), wie es sie z.B. bei industriellen Filtersystemen und Luftentkeimern, Desinfektionsboxen in der Medizin oder Staubsaugern gibt.

Auswahlkriterien für UV-LEDs

Ein bedeutendes Selektionskriterium für UV-LEDs ist ihr Öffnungswinkel; je nach Anwendung sind bestimmte Abstrahlwinkel erforderlich. Die UV-C-LEDs von Bolb haben einen Öffnungswinkel von 150°; dieser lässt sich mit Linsen von Ledil nach Bedarf fokussieren. Da sich dadurch die bestrahlte Fläche reduziert, erhöht sich die Strahlungsleistung pro Quadratmeter; die für die Exposition benötigte

Zeit sinkt bei gleicher Leistung. Durch verschiedene UV-Linsen mit kompatiblen Objektiven ist die Leuchtleistung so für unterschiedliche Zwecke leicht skalierbar. Ledil nutzt für seine UV-Linsen eine spezielle Silikonqualität, die UV-C-Wellenlängen besonders gut überträgt, sowie Aluminiumreflektoren, die bei allen UV-Wellenlängen stark reflektieren und sich damit besonders für Desinfektionsanwendungen eignen.

Andere Selektionskriterien für UV-LEDs sind die landesspezifischen UV-Normen, ihre Reflektivität auf verschiedenen Materialien (siehe Tabelle), Wärmemanagement, Treiber, Stromverbrauch und das Abstands- bzw. Entfernungsgesetz, das beschreibt, wie stark die Strahlstärke mit wachsender Entfernung zur Lichtquelle abnimmt.

Viele dieser Kriterien erfüllt der Blazar-Flächenstrahler von Bolb. Das UV-C-Modul mit 25 LEDs (5x5) und 55°-Reflektor erzielt eine effektive Leistung von 2 W bei einer Stromaufnahme von nur 1,25 A.

Noch in der Entwicklung befinden sich Multi-UV-LEDs. Mit einem Dual-Wellenlängen-Chip decken sie z.B. UV-A- und UV-C-Strahlen ab. Damit sind sie fast eine Allzweckwaffe im Kampf gegen Viren, Bakterien und andere Erreger.



Krankheitserreger gezielt bekämpfen

Ursprünglich wurden UVC-LEDs konstruiert, um gegen multiresistente Keime wie etwa Methicillin-resistente Staphylokokken (MRSA) vorzugehen. Aktuell wird getestet, inwieweit sich UVC-LEDs auch zur Bekämpfung von Viren nutzen lassen. Viren können sich nur mithilfe eines Wirts reproduzieren. Sie befallen eine Zelle, um diese anhand der zelleigenen Ribonukleinsäure (RNA) „umzuprogram-

mieren“. Während die neu produzierten Viren weitere Zellen infizieren, wird die Wirtszelle durch diesen Reproduktionsprozess zerstört. Hochenergetisches, kurzwelliges UVC-Licht wird von der RNA des Virus absorbiert. Die genetischen Informationen werden dabei zerstört. Das Virus ist dadurch nicht mehr in der Lage zu streuen und kann keine weiteren Zellen infizieren.

48-Volt-Bordnetz

Brücke oder Schlüssel zur Mobilität von morgen?

Die 48-V-Spannungsebene erlaubt kostengünstige Mildhybrid-Fahrzeuge, mit denen OEMs die aktuellen CO₂-Grenzwerte einhalten können. Der Trend geht jedoch zu Plug-in-Hybriden sowie reinen Elektrofahrzeugen. Wie sinnvoll sind Investitionen in die 48-V-Technologie noch?

VON MIRKO VOGELMANN, PRODUCT SALES MANAGER POWER BEI RUTRONIK, UND DR. JOHANNES BREITSCHOPF, TECHNICAL MARKETING ATV DDM RDME BEI INFINEON

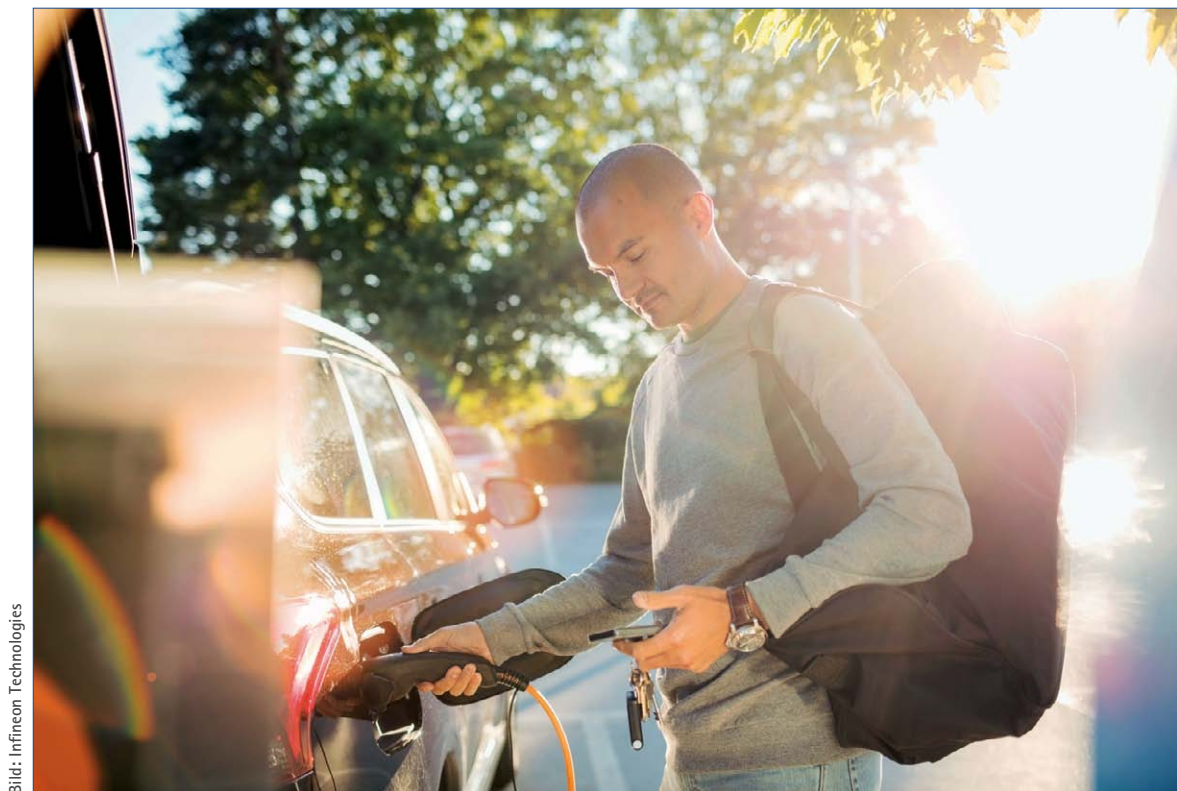


Bild: Infineon Technologies

Die Einführung von Mildhybrid-Fahrzeugen war für viele Automobilhersteller der schnellstmögliche, kostengünstigste und damit logische Schritt, um die von der Europäischen Kommission geforderten CO₂-Grenzwerte für die Fahrzeugflotte zu erreichen. Das dafür notwendige 48-V-Bordnetz lässt sich meist mit vertretbarem Aufwand realisieren. Es ermöglicht u.a. das regenerative Bremsen, die Zwischenspeicherung der Ener-

gie in Akkupacks und Kondensatoren sowie die anschließende elektrische Unterstützung eines konventionellen Verbrennungsmotors. Dies führt bereits zu einer Verbrauchs- und Emissionsenkung bis in den unteren zweistelligen Prozentbereich.

Bild 1 zeigt, wie sich der Marktanteil der Elektrofahrzeuge entwickeln müsste, um künftige Grenzwerte einzuhalten. Es ist sofort ersicht-

Bild: IHS Markit

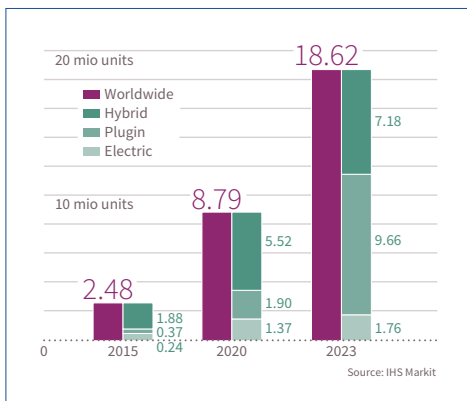


Bild 1: Bis 2023 müsste der größte Anteil aller Hybrid- und Elektrofahrzeuge weltweit auf Plug-in-Hybride entfallen, um die dann geltenden Grenzwerte einzuhalten.

lich, warum das 48-V-Bordnetz nur als Brückentechnologie angesehen wird, bis sich weltweit eine ausreichend große Flotte an Hochvolt- (HV) batteriebetriebenen Fahrzeugen (BEV, Battery Electric Vehicle) etabliert hat.

Königsweg zur CO₂-Reduzierung

Das rein elektrisch betriebene Auto mit lokaler Null-Emission scheint die ideale Lösung, um die künftig noch strengeren CO₂-Vorgaben zu erfüllen, und muss deshalb weiterentwickelt und gefördert werden. Ausschließlich auf HV-Elektromobilität zu setzen ist allerdings nicht der Königsweg. Pros und Kontras werden bereits kontrovers diskutiert.

Einerseits besteht die Sorge, dass die Fokussierung auf HV-Elektromobilität die Entwicklung alternativer, vielversprechender Konzepte wie der Brennstoffzelle oder CO₂-neutraler synthetischer Kraftstoffe schwächt und somit potenzielle Schlüsseltechnologien vernachlässigt werden könnten. Andererseits ist der welt-

weite Umstieg auf eine rein elektrische Fahrzeugflotte, wenn man die komplette Wertschöpfungskette berücksichtigt, noch nicht CO₂-neutral darstellbar und wird es in den nächsten Jahren auch nicht sein. Besonders der aktuelle Energiemix aus Kernenergie, fossilen Quellen und erneuerbaren Energien sowie die Herstellung und das Recycling der Batterien beeinflussen die CO₂-Bilanz negativ.

Eine Herausforderung beim Einsatz von Batterien besteht zudem darin, dass sich die Anforderungen an das Gesamtsystem des Elektrofahrzeugs je nach Einsatzbedingungen stark unterscheiden: Bei extremen und/oder stark schwankenden Umgebungstemperaturen sind auf diese Bedingungen abgestimmte, effiziente Heiz- bzw. Kühllösungen notwendig, um die Sicherheit der Batterie und des Gesamtsystems zu garantieren. Auch das ist ein neues Entwicklungsgebiet.

Entscheidend wird sein, in welchem Zeitraum sich eine CO₂-neutrale Elektromobilität realisieren lässt und wie das 48-V-Bordnetz diese unterstützen kann. Daraus ergibt sich, ob das 48-V-Bordnetz nur eine Brückentechnologie im Automobil sein wird oder sich weitere Potenziale eröffnen.

48-V-Ansätze für die Zukunft

Unabhängig davon, ob der Antrieb rein elektrisch mit Batterie, mit Brennstoffzelle oder mit synthetischen Kraftstoffen umgesetzt wird, ermöglicht die 48-V-Spannungsebene in den Zusatzaggregaten Energieeinsparungen im Vergleich zu 12 V sowie im Vergleich zu HV Vereinfachungen für den Verbau und Betrieb der Zusatzaggregate im Fahrzeug – und damit ein entsprechendes Optimierungspotenzial. Ty-

pische 48-V-Anwendungen sind z.B. e-Turbo, elektrische Klimaanlage mit 4 bis 5 kW, elektrische Heizungen wie eCAT (elektrische Katalysatorheizung), PTC-Zuheizer oder Frontscheibenenteisung mit 1 bis 5 kW, ERC (elektrische Fahr- und Wankstabilisierung) mit 1 bis 5 kW, Pumpen und Lüfter bis 1 kW und weitere Applikationen mit einer hohen Leistungsdichte und/oder kontinuierlichem Gebrauch. In Mildhybrid-Fahrzeugen der zweiten Generation werden diese zunehmend mit 48 V umgesetzt; als dritte Spannungsebene ist 48 V auch im HV-BEV anzutreffen.

Urbane Mobilität prädestiniert für 48-V-Technologie

Ein vielversprechendes Geschäftsfeld für die 48-V-Technologie ist die urbane Mobilität. Im Gegensatz zu den Zielsetzungen, mit denen derzeit HV-BEV entwickelt werden, nämlich hohe Reichweite über 400 km und kurze Ladezeiten, stehen hier kurze Fahrstrecken von 2 bis 50 km, Kosten, Batteriegewicht und Isolationsschutz im Vordergrund. Die Ladezeit spielt im städtischen Raum keine Rolle, weil das Fahrzeug während der Arbeitszeit oder in der Nacht geladen werden kann.

Berechnungen zeigen, dass ein 30-kW-Antrieb ausreicht, um den urbanen und Über-Land-Normzyklus mit kleinen Stadtautos zu absolvieren. In diesem Betriebszyklus ist ein 48-V-BEV-Antriebsstrang rund 25 % günstiger als ein HV-400-V-BEV-Antriebsstrang.

Elektrisch betriebene Nutzfahrzeuge auf 48-V-Basis sind bereits mit einer möglichen Zuladung von bis zu 1000 kg auf dem Markt, zum Beispiel das Postfahrzeug „Streetscooter“. Auch Zweiräder wie Motorräder und E-Scooter mit 48-V-Technik etablieren sich zunehmend. Sie verfügen teilweise sogar über ein austauschbares Batteriesystem.

All diese Fahrzeuge lassen sich mit Applikationen umsetzen, die bereits für Mildhybrid-Autos entwickelt wurden oder werden. Dazu gehören Batterien mit Batteriemanagementsystem (BMS), Inverter, DC/DC-Wandler und Nebenaggregate.

Neue Anforderungen an Halbleiter

Wie erwähnt erlaubt das 48-V-System in allen Schaltungstopologien bereits die Grundfunktionen Boosten und Rekuperation mit angekoppelem sowie Gleiten mit abgekoppeltem

Bild: Infineon Technologies



Bild 2: Um die Sicherheit der Batterie und des Gesamtsystems zu garantieren, braucht es auf die Anforderungen abgestimmte Heiz- bzw. Kühllösungen.

Verbrennungsmotor. Für den abgekoppelten Betrieb ist jedoch eine vollautomatisierte Anfahrkupplung unabdingbar. Die Rekuperation der Bremsenergie bei abgekoppeltem Verbrennungsmotor sowie das rein elektrische Fahren im Rahmen der Leistungsfähigkeit eines 48-V-Systems hingegen stellen neue Anforderungen an die Leistungsfähigkeit und die Robustheit der Halbleiter.

Daneben kommen im 48-V-Bordnetz Sensoren, Mikrocontroller und Leistungs-, Versorgungs-, Kommunikations- bzw. Treiber-Halbleiter zum Einsatz. Sie regeln elektrische Motoren und sichern im Inverter die Leistungsverteilung oder versorgen die Nebenaggregate.

Als Leistungsendstufen-ICs werden vielfach verlustarme MOSFETs eingesetzt, die üblicherweise über 3-Phasen-Treiber angesteuert, überwacht und im Notfall in einen sicheren Zustand gebracht werden. Weitere wichtige Komponenten neben den Motor-Treiber-ICs

sind leistungsfähige Gate-Treiber-ICs, die in Kombination mit MOSFETs hochzuverlässige Batterieschalter oder Safety Switches für die 48-V-/12-V-Isolation ermöglichen. Elektrisch wird das 48-V- mit dem 12-V-Netz mithilfe eines DC/DC-Wandlers gekoppelt.

Als Kommunikations- bzw. Leistungskomponenten kommen Brückentreiber-ICs zum Einsatz, wie z.B. der TLE9180 von Infineon.

Für 48-V-Applikationen wie Starter-Generator (riemengetrieben oder integriert), DC/DC-Wandler oder Batterie-Hauptschalter bzw. -Trennschalter besteht ein hoher Bedarf an 80-V- und 100-V-MOSFETs.

Breites Portfolio für 48 V

Zahlreiche Halbleiterhersteller investieren nicht nur in Hochvolttechnologien für Elektrofahrzeuge, sondern auch in 48-V-Techno-

logien und -Produkte. Sie bieten schon heute ein breites, skalierbares Portfolio an leistungsfähigen Halbleitern inklusive Evaluation Kits, mit denen sich alle Arten von Anwendungen – auch solche mit hohen Vorgaben – verwirklichen lassen. Dazu gehören auch Komplettsysteme an Chipsatzlösungen von Spannungsreglern, intelligenten Leistungstreibern und sehr niederohmigen MOSFETs, die sich bestens für den Einsatz in 48-V-Systemen eignen.

Investitionen in die 48-V-Technologie sinnvoll

Dies zeigt: Die 48-V-Technologie stellt nicht nur eine Brücke dar, sie bietet auch künftig einen Weg zu CO₂-armer Mobilität und damit in zahlreichen Einsatzszenarien Vorteile. Investitionen und Systemoptimierungen für die Nutzung einer 48-V-Bordnetzspannung sind deshalb nach wie vor sinnvoll. Entsprechende Komponenten stehen bereits zur Verfügung. ■

Lidar für autonomes Fahren

Wie Science Fiction wahr wird

Ob Knight Riders K.I.T.T. oder die Fahrzeuge in „Das fünfte Element“ – sich ohne eigenes Zutun einfach irgendwo hinbringen zu lassen ist ein Traum vieler Menschen. Aktuelle Autos kommen den Zukunftsvisionen immer näher. Dabei spielen verschiedene Sensor-Technologien eine der Hauptrollen. Eine der vielversprechendsten ist Lidar.

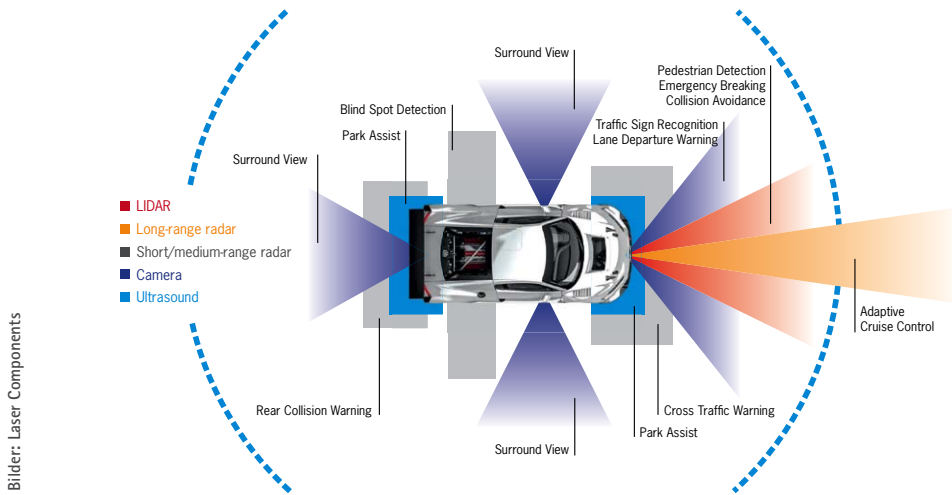
VON ALAIN BRUNO KANWA,
PRODUCT SALES MANAGER OPTO
BEI RUTRONIK

Lidar ist wie Radar eine Methode zur Erfassung und Entfernungsmessung (Detection And Ranging, DAR). Beide nutzen dasselbe Prinzip wie Fledermäuse. Diese senden Ultraschallwellen aus und erkennen aufgrund der Reflexion, wo sich Gegenstände oder Beutetiere befinden. Während bei Radar Funkwellen zum Einsatz kommen, nutzt Lidar Lichtwellen.

Bei Lidar-Sensoren sendet eine gepulste Laserdiode einen Lichtpuls aus. Wird dieser von einem Hindernis reflektiert, erfasst ihn der Sensor. Aus der Zeitspanne zwischen Aussenden und Eintreffen der Lichtwellen, der Time of Flight (ToF), lässt sich die Entfernung zwischen dem Sensor und dem Hindernis bestimmen.

Hochempfindliche Detektoren

Dabei werden die Lichtwellen je nach Abstand und Form des reflektierenden Gegenstands oder Lebewesens in viele Richtungen gestreut. Deshalb ergibt sich ein desto exakteres Bild der Umgebung, je breiter der Detektorbereich ist – denn umso mehr Reflexionen kann er erfassen. In aktuellen Lidar-Sensoren finden sich hier Avalanche-Photodioden (APD) in Arrays à 8, 12 oder 16 Dioden. Jede Diode entspricht einem Pixel des Gesamtbildes. Das heißt: Neben der Größe des Arrays ist auch der Abstand zwischen den Dioden (= Pixeln) ein Faktor für die Auflösung des Sensors. Hinzu kommt die Empfindlichkeit der APDs. Das Ziel besteht da-



Bilder: Laser Components

rin, dass sie möglichst geringe Spuren des reflektierten Strahls erfassen.

Der optimale Lichtstrahl

Für die Auflösung des Sensors ist die Länge der Lichtpulse entscheidend. Deshalb stecken Lidar-Hersteller viel Aufwand in die Entwicklung möglichst kurzer Pulslängen. Derzeit liegen sie bei durchschnittlich 5 bis maximal 10 ns. Ein weiterer Faktor ist die Größe des Lichtstrahls. Da die Laserdiode einen extrem fokussierten Lichtstrahl sendet, kann sie nur die Entfernung eines ebenso großen Punktes messen. Für den Einsatz in Fahrerassistenzsystemen oder gar in autonom fahrenden Fahrzeugen reicht das bei Weitem nicht aus. Um das Sichtfeld (Field of View, FoV) zu vergrößern, gibt es unterschiedliche Lösungen. Die Herausforderung besteht hier darin, innerhalb eines großen FoV auch kleinste Flächen zu erfassen.

Sicherheit für Auge und Haut

Ein begrenzender Faktor bei der Lidar-Entwicklung ist die Augensicherheit. Da es gerade beim Einsatz im Straßenverkehr immer sein kann, dass ein Laserstrahl auf die Netzhaut trifft, darf diese dadurch keinen Schaden nehmen. Auch die menschliche Haut kann durch Laserstrahlen angegriffen werden. Die Norm EN 60825-1 definiert verschiedene Klassen entsprechend ihrer Gefährlichkeit für Auge und Haut. Dabei spielen sowohl die Wellen- als auch die Pulslänge eine Rolle. Drei Beispiele für Klassen von Laserstrahlen: Klasse 1 kennzeichnet Laserstrahlung, die ungefährlich ist oder sich in einem geschlossenen Gehäuse befindet. Bei Klasse 2 liegt die Laserstrahlung im sichtbaren Spektralbereich zwischen 400 und 700 nm. Sie ist bei einer kurzen Bestrahlungsdauer von max. 0,25 s für das Auge ungefährlich. Unter

Klasse 4 fallen Laser, die auch bei diffus gestreuter Strahlung für Auge und Haut sehr gefährlich sind.

Flash-Lidar – gestreutes Licht

Eine Methode, um das FoV zu vergrößern, basiert darauf, den Lichtstrahl zu streuen, sodass er mit weitem Abstrahlwinkel ein großes FoV abdeckt. Bei diesem sogenannten Flash-Lidar ist das Licht jedoch diffus und erheblich schwächer als der gebündelte Lichtstrahl. Um dennoch eine hohe Reichweite und Auflösung zu erzielen, kommen Laserdioden mit einer sehr hohen Leistung von 1–2 kW zum Einsatz.

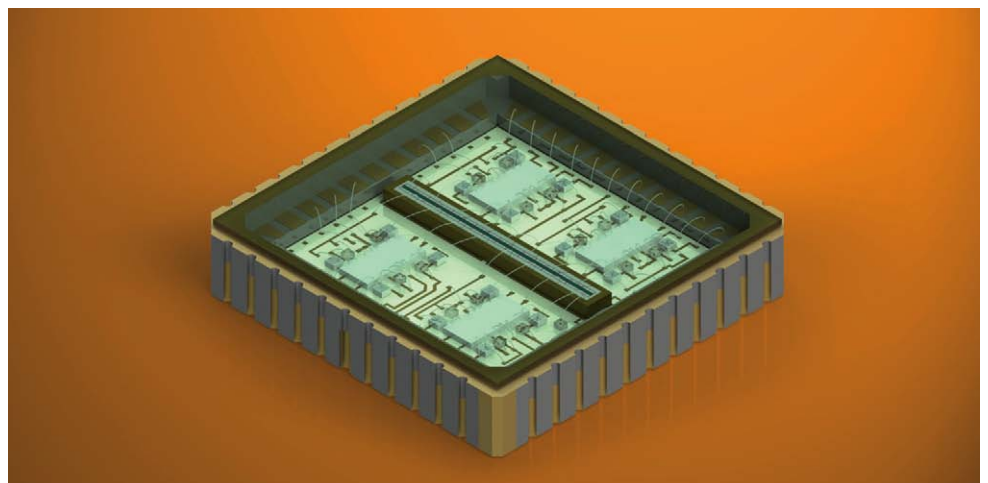
Für Anwendungen, bei denen Objekte nur in geringer Entfernung erfasst werden müssen, sind Oberflächenemitter-Laserdioden (Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser, VCSEL) mit einer Wellenlänge zwischen 850 und 940 nm ideal. Mit ihnen lassen sich leistungsstarke 2D-Arrays aufbauen. Auf der Detektorseite sind besonders empfindliche Sensoren vorteilhaft, die sogar einzelne Photonen erfassen – sogenannte Single-Photon-Avalanche-Dioden

(SPAD). Um die Reichweite zu erhöhen und auch bei starker Sonneneinstrahlung eine zuverlässige Abstandsmessung zu gewährleisten, hat das Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme CMOS-SPAD-Detektoren entwickelt. Dabei werden SPADs in einem CMOS-Prozess integriert, der für die Automobilindustrie zertifiziert und für optoelektronische Anwendungen optimiert wurde. Das Ergebnis sind hochempfindliche und sehr schnelle Avalanche-Photodioden mit einer kurzzeitigen Verstärkung von bis zu 10^8 , hohen Pulsraten und geringem Rauschen.

Einen Flash-Lidar-Sensor mit CMOS-SPADs bietet Laser Components: Der SPAD2L192 ist ein 192x2-Pixel-Solid-State-CMOS-Sensor für Flash-Lidar-Anwendungen. Seine Abstandsmessung basiert auf dem First-Photon-Direct-ToF-Prinzip. Die Einzelphotonen-Detektoren bieten eine sehr hohe Empfindlichkeit und eine hohe zeitliche Auflösung. Der pixelinterne Time-to-Digital-Wandler mit einer zeitlichen Auflösung von 312,5 ps und einem Skaleneindwert von 1,28 μ s ermöglicht eine nominale Reichweite von 192 m und eine Entfernungs-Auflösung von 4,7 cm.

Scanning-Lidar – bewegliche Spiegel

Um die Lichtstärke beizubehalten und trotzdem ein größeres FoV abzudecken, setzt die Scanning-Lidar-Technologie darauf, das Sichtfeld mit einem Lichtstrahl „abzuscannen“. Mithilfe bewegter Mikrospiegel wird dieser über das zu erfassende FoV gelenkt. Bei Scanning-Lidar-Sensoren kommen in der Regel zwischen einer und 16 Laserdioden zum Einsatz. Kantenemittierende Laser mit einer Wellenlänge von 905 nm erzielen hier die besten Ergebnisse, High-Power-Laserdioden mit über 100 W ermöglichen eine Reichweite von bis zu 150 m.



Jede Avalanche-Photodiode (APD) in einem Array bildet ein Pixel des Gesamtbildes ab.

Da nur wenige Dioden mit relativ geringer Leistung ausreichen, haben Scanning-Lidar-Sensoren ein gutes thermisches Verhalten. Dadurch erlauben sie sehr hohe Pulsraten, sodass auch mit einer Wellenlänge von 905 nm die Augensicherheit gewährleistet ist.

Das FoV beträgt normalerweise 145° in der y-Achse und 3,2° in der z-Achse. Theoretisch lässt sich mit dieser Technologie ein 360°-Rundumblick realisieren, in der Realität kommt es dabei aber zu „blinden Flecken“. Im unmittelbaren Nahfeld kann der Lichtstrahl nicht messen. Mit zusätzlichen Radar- und Kamera-Lösungen lässt sich diese Schwachstelle ausgleichen. Für den Einsatz in Fahrzeugen sind Scanning-Lidar-Sensoren aufgrund ihrer Größe und mangelnden Robustheit jedoch ungeeignet: Sie messen ca. 10,5 cm x 6 cm x 10 cm und sind damit zu groß, um sie z.B. ins Gehäuse des Scheinwerfers zu integrieren. Zudem sind die beweglichen Spiegel anfällig für Vibrationen, Stöße, Staub und extreme Temperaturen, wie sie sich bei Fahrzeugen nicht vermeiden lassen.

Entsprechende Dioden sind von Laser Components verfügbar: Die 905DxxUA-Serie umfasst Puls Laserdioden im Single- und Multi-Junction-Design mit bis zu 110 W Laserleistung und einer Wellenlänge von 905 nm. Die Bauteile sind äußerst zuverlässig, haben eine hervorragende thermische Stabilität und eine sehr präzise Chip-Ausrichtung im hermetisch dichten Gehäuse. Damit eignen sie sich für die Entfernungsmessung und Hinderniserkennung, Vermessungsgeräte, Laser-Radar sowie viele Applikationen im Medizinbereich. Die AEC-Q101-qualifizierten Varianten können auch in Automotive-Anwendungen eingesetzt werden.

Auf der Detektor-Seite empfehlen sich Si-APD oder Si-APD-Arrays. Die Si-APDs der SAHA-Serie von Laser Components sind optimiert für Wellenlängen zwischen 850 und 905 nm. Hier ist das Halbleitermaterial besonders effizient, zudem emittieren auch die gepulsten Laserdioden bei diesen Wellenlängen. Im Miniatur-SMD-Gehäuse bieten die Si-APDs eine hohe Quanteneffizienz und damit eine hohe Empfindlichkeit und geringes Rauschen. Dieselben Charakteristika bietet die SAH1Lxx-Serie von Arrays mit 8, 12 oder 16 hochempfindlichen Si-APDs im LCC44-Gehäuse mit Schutzfenster. Sie zeichnen sich durch einen besonders engen Abstand von 40 µm aus. Ein Array mit 12 APDs ist auch im 14-Pin-DIL-Gehäuse erhältlich. Neben den Standard-Arrays sind auch kundenspezifische mit APDs in beliebiger Anzahl und Größe erhältlich.

Solid-State-Lidar – Halbleiter anstelle mechanischer Komponenten

Eine kleinere und robustere Alternative sind Solid-State-Lidar-Sensoren. Sie setzen auf Halbleiter anstelle mechanischer Komponenten, um den Lichtstrahl zu lenken. Hier lassen sich zwei Arten unterscheiden: solche mit MEMS-basierten Spiegeln und solche mit OPAs (Optical Phased Arrays).

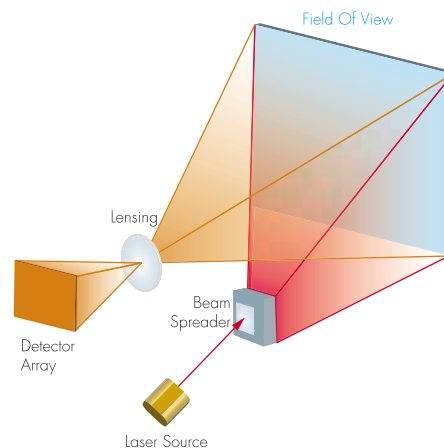
Lidar mit MEMS-basierten Spiegeln nutzt eine Matrix aus Mikrosiegeln; jeder Spiegel hat eine Kantenlänge von wenigen Mikrometern. Sie wechseln mehrere tausend Mal pro Sekunde zwischen zwei Positionen hin und her. Bewegt werden sie durch elektrostatische Felder. Derartige Lidar kommen z.B. in Scanner-Kassen oder DLP- (Digital Light Processing) Projektoren zum Einsatz. Das heißt, es handelt sich um eine bewährte Technologie mit relativ geringen Herstellungskosten.

Für Automotive-Anwendungen müssen die Sensoren jedoch deutlich höhere Anforderungen erfüllen. So ist hier ein breiteres FoV nötig als bei einer Kasse oder einem Projektor. Aktuelle Lösungen bieten bei einer Scanfrequenz von über 100 Hz einen Winkel von 40°; MEMS-Systeme mit größeren Winkeln sind derzeit in Entwicklung.

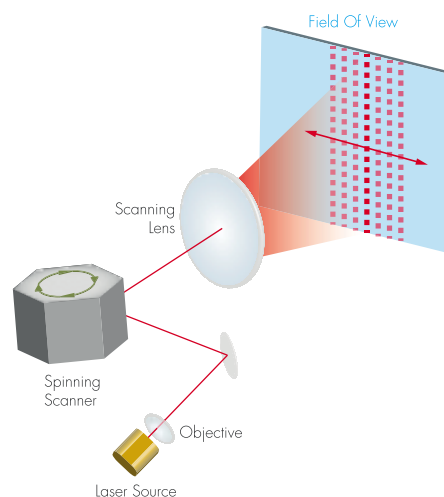
Bei Lidar mit OPAs wird die Phase des emittierten Lichts jeder Laserdiode von einem Modulator so verändert, dass ein Impuls eine größere Fläche abdeckt. Diese Technologie befindet sich noch im Forschungsstadium. Eine Variante setzt auf einen wenige Quadratmillimeter großen Silizium-Schaltkreis als Ersatz für die rotierende Emittier- und Detektor-Einheit. Für höhere Leistungen und ein weites FoV finden Versuche mit Wellenlängen statt, die weiter ins Infrarotspektrum reichen als die bislang gängigen 905 nm. Eine Wellenlänge von bspw. 1550 nm ist unschädlich fürs Auge, könnte jedoch durch Schnee oder Regen beeinträchtigt werden. Zudem sind dafür auch andere Detektoren erforderlich.

Viele Technologien machen Science Fiction zur Realität

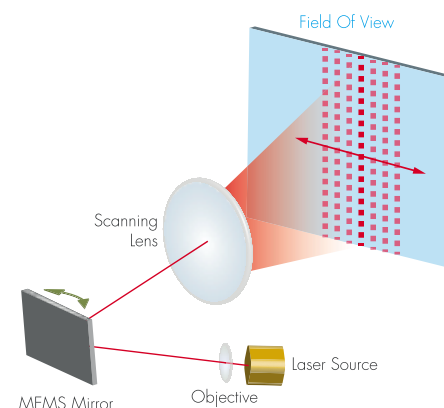
Bis autonome Fahrten wie in den Science-Fiction-Filmen möglich sind, wird es noch ein paar Jahre dauern. Doch jedes Assistenzsystem, wie Adaptive Cruise Control (ACC), Emergency Brake Assist (EBA) oder Lane Departure Warning (LDW), ist ein Schritt in diese Richtung. Lidar sind für viele ein unverzichtbarer



Flash Lidar: Wird der Laserstrahl gestreut, vergrößert sich das Sichtfeld. Ein Array aus hochempfindlichen Sensoren detektiert die einzelnen Photonen.



Scanning Lidar: Der gepulste Laser (Puls Laserdioden oder VCSELs) wird unter Verwendung eines rotierenden Spiegels über das Sichtfeld gesannt.



Solid-State Lidar: Bewegliche MEMS-Spiegel lenken das Licht in verschiedene Richtungen, um das Sichtfeld zu vergrößern.

Baustein, der jedoch unbedingt mit anderen Technologien wie Ultraschall-Sensoren, Kameras und Radar-Lösungen kombiniert werden sollte – denn jede Technologie hat ihre Schwachstellen und Stärken. ■

Hochstrom-Induktivitäten für die Automobilelektronik

Klein und stark

Neue Schalttransistoren, zum Beispiel auf Basis von Galliumnitrid (GaN), erhöhen die Arbeitsfrequenz von Schaltnetzteilen. Damit ermöglichen sie den Einsatz kleinerer Kondensatoren und Induktivitäten.

Induktivitäten mit High-Tech-Kernmaterialien tragen zudem zu einem hohen Gesamtwirkungsgrad der Schaltung bei.

VON RALF HICKL,
PRODUCT SALES MANAGER ABU
BEI RUTRONIK

Bild: Vishay



Moderne ICs für Schaltnetzteile und Schalttransistoren ermöglichen durch steilere Schaltflanken immer höhere Schaltfrequenzen bei weiterhin geringen Schaltverlusten. Durch die steigende Schaltfrequenz können Kondensatoren mit kleineren Kapazitätswerten und Induktivitäten mit kleineren Induktivitätswerten eingesetzt werden. Mit den kleineren elektrischen Werten werden auch die Bauteile selbst kleiner. Das bedeutet: weniger Bauraum, weniger Gewicht und weniger Kosten für die Gesamtschaltung. Gleichzeitig erhöht sich die Leistungsdichte der Schaltung. Damit leisten die Bauteile auch einen Beitrag zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes des Fahrzeugs.

Um einen guten Wirkungsgrad zu erzielen, müssen trotz Miniaturisierung auch die parasitären Effekte klein bleiben. Bei Spulen sind das insbesondere der Gleichstromwiderstand (DCR) und der Wirkwiderstand, der im Ersatzschaltbild die Kernverluste darstellt. Eine Baureihe von miniaturisierten Induktivitäten mit

exzellenten elektrischen Eigenschaften ist die Serie IHLP von Vishay.

*Kernmaterial
für geringe Wirbelstromverluste*

IHLP steht für Inductor, High Current, Low Profile. Als Kernmaterial kommt hier kein Ferrit zum Einsatz, sondern ein verpresstes Verbundmaterial, bestehend aus einem weichmagnetischen Eisenpulver und einem Epoxidharz als Bindemittel. Die Eisenpulver bestimmen die magnetischen Eigenschaften. Das Verbundmaterial ist elektrisch schlecht leitend, isoliert die Eisenpulverteilchen voneinander und sorgt so für geringe Wirbelstromverluste.

*Qualität erhöhen
mit verbessertem EMV-Verhalten ...*

Beim Herstellen des Bauteils wird eine beschichtete Kupferspule mit einem Drahtrahmen kontaktiert, in einer Pressform in das Pulvergemisch eingebettet und dieses dann mit einem Druck von bis zu 2,8 t/cm² in Form gepresst. Der so entstandene Spulenkörper der Induktivität wirkt magnetisch abschirmend und reduziert elektromagnetisch störende Streufelder. Auf diese Weise entsteht eine kompakte Hochleistungsinduktivität für die Oberflächenmontage (SMD) mit hervorragendem EMV-Verhalten.

Typische Applikationen für solche Induktivitäten mit gepresstem Spulenkörper sind etwa LED-Treiber, Schaltnetzteile, DC/DC-Konverter und EMV-Filter. Besondere Anforderungen erfüllen sie durch unterschiedliche Mischungsverhältnisse im Verbundmaterial, verschiedene Pulvermaterialien und deren Korngröße. Obwohl das Konzept schon über 20 Jahre alt ist, entwickelt Vishay die Rezeptur kontinuierlich weiter. So entstehen auch heute noch neue

Derivate, die hinsichtlich Sättigung (IHLP...Suffix A1), Zeitkonstante (L/DCR), Spulengüte (IHLP...Suffix 1A) oder Betriebstemperatur (IHLP...Suffix 5A, 8A) optimiert sind.

... und Spezifizierung bis 180 °C

Passend zu Anwendungen in Robustness-Umgebungen mit erhöhten thermischen Anforderungen sind einige Induktivitäten der IHLP-Baureihe für hohe Betriebstemperaturen bis 180 °C spezifiziert. Das verschafft Vorteile beim Thermomanagement oder erweitert den Anwendungsbereich auf Applikationen, bei denen die Aktoren unmittelbar an der zu steuernden Fahrzeugkomponente sitzen. Die Ausfallwahrscheinlichkeit der Induktivitäten (FIT, Failure In Time) sinkt, ihre Lebensdauer steigt.

Weitere Eigenschaften der IHLP-Induktivitäten:

- Bestes Verhältnis von Gleichstromwiderstand (DCR) und Induktivität (L) bezogen auf die Gehäusegröße (großes $\tau = L/DCR$).
- Im Arbeitsbereich ist die Abhängigkeit der Induktivität L von einem überlagerten Gleichstrom relativ gering, die differentielle Permeabilität $\mu_{r,diff} = dH/dB$ ist also fast konstant. Damit eignen sich die IHLP-Induktivitäten besonders für den Einsatz in Schaltnetzteilen und als Filterkomponenten in der Stromversorgung.
- Die Temperaturabhängigkeit der Induktivität ist, verglichen mit anderen Kernmaterialien, klein.

- Die Sättigungsfeldstärke ist vergleichsweise wenig von der Temperatur abhängig.

Designhilfe

Um Entwickler beim Einsatz der Induktivitäten zu unterstützen, stellt Vishay das „IHLP Inductor Loss Calculator Tool“ (www.vishay.com/inductors/calculator/calculator) zur Verfügung. Es unterstützt die Schaltnetzteiltopologien Hochsetzsteller (Boost), Tiefsetzsteller (Buck) und Buck-Boost. Verfügbar sind 3D-Modelle der Induktivitäten für das virtuelle Modell der bestückten Platine. Darüber hinaus sind Ersatzschaltbilder zur elektrischen Simulation bei Vishay auf Nachfrage erhältlich. ■

Elektrische Kleinantriebe im Fahrzeug

Mehr Komfort auf dem Weg zum autonomen Fahren

Autonomes Fahren soll künftig maximalen Bewegungskomfort bieten. Bis es so weit ist, sorgen viele elektrische Kleinantriebe für eine einfachere, komfortablere Bedienung. Doch wie sind sie aufgebaut, welche Anforderungen müssen sie erfüllen und mit welchen Applikationen können Hersteller ihren Kunden noch mehr Freude beim Fahren schenken?

VON BERND WONDRAUSCHKE,
FIELD APPLICATION ENGINEER ABU
BEI RUTRONIK

Über 75 elektrische Kleinantriebe finden sich schon heute in einem Mittelklassewagen – Tendenz steigend. Die Elektromotoren mit einer Leistung von bis zu 100 W übernehmen z.B. die Ausrichtung der Seitenspiegel oder das Schließen der Heckklappe. Denkbar sind zudem weitere automatische Einstellungen je nach Nutzerprofil, neben den Sitzen etwa für die Innenspiegel und Kopfstützen, oder auch gestengesteuerte Fächerklappen, z.B. für das Öffnen und Schließen des Ablagefachs.

Da die Kleinantriebe auf der 12-V-Bordnetzspannung basieren, können sie direkt an

Klemme 30 (Batterie) oder Klemme 15 (nach der Zündung) betrieben werden. Sie sind auch ein Grund dafür, weshalb das 12-V-Bordnetz nicht aus dem Fahrzeug der Zukunft verschwinden wird: Ein Umstieg in diesen Leistungsbereich auf die derzeit beliebter werdende 48-V-Technologie würde hier bezüglich niedrigeren Produktions- und Entwicklungskosten heute noch keinen signifikanten Mehrwert bieten. Beachtet man aber die reduzierten Leitungsquerschnitte und Nominallastströme im 48-V-Bordnetz, die nur ein Viertel derer im 12-V-Bordnetz betragen, dann sind dies Argumente, die man langfristig in Erwägung ziehen muss.

Bei den Antrieben bis 100 W kommen bürstenbehaftete (BDC) und bürstenlose (BLDC) Gleichstrommotoren sowie Stepper-Motoren zum Einsatz. Letztere sind ideal für Applikationen, in denen mit größter Genauigkeit ge-

regelt bzw. feinstufige Schritte dargestellt werden müssen, z.B. die Spiegelverstellung und die Anzeigenadeln der Cockpitanzeigen. BDC-Motoren werden überall dort genutzt, wo lange Lebensdauer und höhere Effizienz den Kostenvorteilen weichen müssen. BLDC-Typen sind am robustesten, aber teurer und mitunter komplexer anzusteuern.

Aufbau und Funktion der Steuerung

Das Bild auf S. 97 zeigt einen vereinfachten Schaltungsaufbau eines Kleinantriebs mit DC-Motor(en) mit den Hauptkomponenten Mikrocontroller, System-Basis-Chip (SBC), MOSFET-Treiber (Gate Driver) und mehreren MOSFETs. Der SBC stellt eine Kommunikationsschnittstelle mit dem Fahrzeug-Bus her, gewährleistet die passende Energieversorgung der wich-

tigsten Komponenten und kann Aufgaben für die funktionale Sicherheit (Watchdog etc.) erfüllen. Die MOSFETs sind jeweils in Halbbrücken angeordnet und bilden mit dem zwischengeschalteten Motor eine Vollbrücke (auch H-Brücke). Kommt eine weitere, dritte Halbbrücke dazu, ergibt sich eine B6-Konfiguration, mit der sich zwei DC-Motoren (wie in Bild 1) oder ein 3-phasiger BLDC-Motor ansteuern lassen.

Der Mikrocontroller empfängt über seine I/O-Pins die Signale der Eingabelemente und bereitet sie als Steuerung des Gate Drivers auf. Gleichzeitig kann er Signale des Treibers auswerten, falls ein Fehler vorliegt. Die MOSFETs werden vom Treiber mit einem PWM-Signal angesteuert.

Diese Vollbrücken-/B6-Anordnung kann den Motor in und gegen den Uhrzeigersinn drehen lassen.

Ansteuerung von BDC-Motoren ...

BDC-Motoren bestehen im Wesentlichen aus der Rotorspule, dem Stromwender mit Kohlebürsten und der Statorspule bzw. dem Permanentmagneten. Die Kohlebürsten übertragen den Strom auf die Rotorspule. Durch die hier stattfindende Reibung weisen die Bürsten einen Verschleiß auf. Die Drehbewegung wird erzeugt, indem der durch den Rotor fließende Strom ein Rotormagnetfeld bildet, das sich nach dem Statormagnetfeld ausrichtet. Wird im Statormagnetfeld der jeweils entgegengesetzte Pol erreicht, ändert der im Rotor verbaute Stromwender das Magnetfeld des Rotors und erzeugt ein um 180° gedrehtes Magnetfeld. Dadurch stoßen sich die jeweils gleichen Pole ab und der Rotor-Pol wird vom entgegengesetzten Stator-Pol angezogen. Die Kommutierung geschieht also rein mechanisch. Eine Positionsbestimmung des Rotors beim Anlauf ist nicht erforderlich.

... BLDC-Motoren ...

BLDC-Motoren sind wie Drehstrom-Synchronmotoren aufgebaut und haben eine rein elek-

tronische Kommutierung. Hier befinden sich Permanentmagnete im Rotor und die ansteuerbaren Spulen im Stator. Die Spulen sind meist im 120°-Winkel (oder Bruchteilen davon) zueinander angeordnet und werden nacheinander, je nach Drehrichtung, angeregt. Der Rotor folgt diesem sich drehenden Magnetfeld.

Um eine übermäßige Belastung durch hohe Anlaufströme zu vermeiden, sollte vor dem Anlauf die Rotor-Position bestimmt werden. So wird sichergestellt, dass zum Anlaufen die richtige Spule angesteuert wird.

Bei der sensorbehafteten Positionsbestimmung erfassen drei Hall-Sensoren exakt das Magnetfeld der Permanentmagneten des Rotors. Diese Methode verursacht höhere Bauteilkosten und benötigt mehr Platz und Verdrahtung, ist aber einfach zu realisieren. Entsprechende Automotive-qualifizierte (AEC-Q100) Hall-Sensoren sind bei Rutronik von Diodes, Melexis und TDK-Micronas erhältlich.

Die FOC (Field Oriented Control) ist eine beliebte sensorlose Methode, auch wenn die Umsetzung der Software-Algorithmen und die Beherrschung der Transformation der Motorgrößen komplex sind. Um Entwicklern den Einstieg in die FOC-Implementierung zu erleichtern, bietet STMicroelectronics für seine SPC5-Mikrocontroller-Familie FOC-Software-Tools, die SPC5-MCTK-LIB Library und das dazugehörige Eval-Kit an. Die Library arbeitet sowohl mit SPC560P- als auch SPC574K- und SPC58NN-Modellen zusammen und unterstützt damit Controller in verschiedenen Leistungsklassen.

Mit dem 3-Phasen-Embedded-Motor-Treiber (E-Power-IC) TLE9879 inklusive Eval-Kit und FOC-Beispiel-Algorithmen hat Infineon eine Antwort für sensorlose BLDC-Ansteuerungen über FOC. Durch die hohe Integration des IC benötigt man nur noch die B6-Brücke und den Motor.

... und Stepper-Motoren

Stepper-Motoren haben nur im Stator Spulen. Sie sind meist als Hybrid-Stepper-Motoren

ausgeführt, d.h. der Rotoraufbau ist geprägt durch Permanentmagneten kombiniert mit einem Weicheisenkranz. Durch die gezielte Ansteuerung der Wicklungen lässt sich der Rotor um einen spezifischen Winkel verstellen. Die Winkeländerung pro Schritt hängt von der Phasenzahl des Motors und der Anzahl der Polpaare im Rotor ab; meist sind es 1,8° oder 0,9° bei einer Phasenzahl von zwei, d.h. zwei Spulen im Stator und einer entsprechenden Anzahl an Polen im Rotorkranz. Der Stepper-Motor ist relativ simpel ansteuerbar; er ermöglicht eine wiederholbare Bewegung und eine sehr hohe Genauigkeit. Weiterer Vorteil: Er benötigt kein Positions-Feedback.

Anforderungen an Kleinantriebe

Je nach Applikation müssen elektrische Kleinantriebe unterschiedliche Anforderungen erfüllen. Zu den wichtigsten zählen:

- ein hoher Wirkungsgrad
- geringe Größe und niedriges Gewicht
- geringe Geräuschemissionen bzw. eine hohe Laufruhe
- Widerstand gegen Beanspruchung (Wasser, Staub, Erschütterung etc.)
- unterschiedliche Betriebsarten (Dauerbetrieb, periodischer Betrieb, Kurzzeitbetrieb)
- hohe Zuverlässigkeit, gerade bei sicherheitsrelevanten Antrieben
- geringe Kosten
- einfache Implementierung

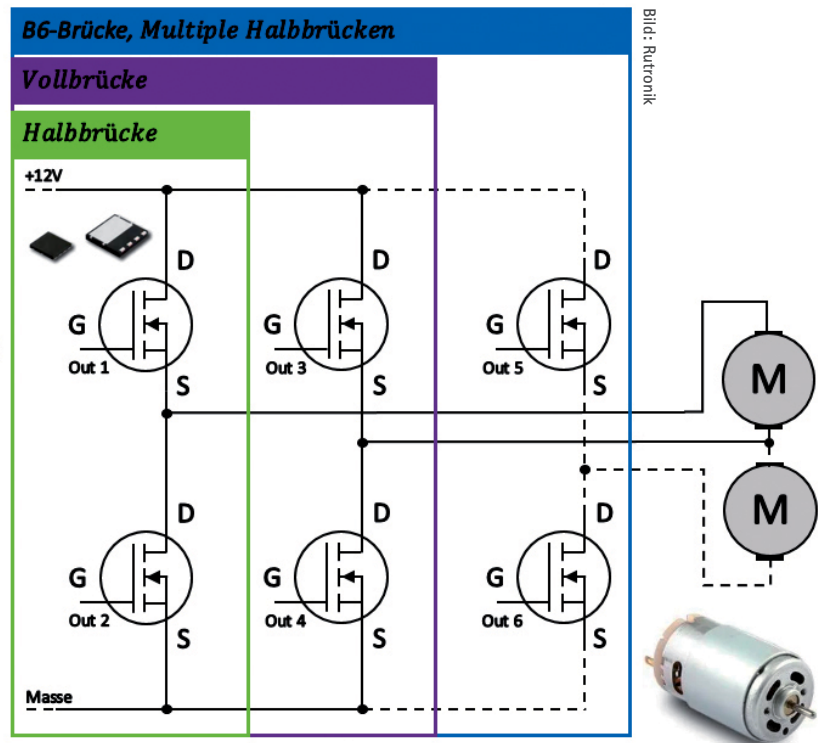
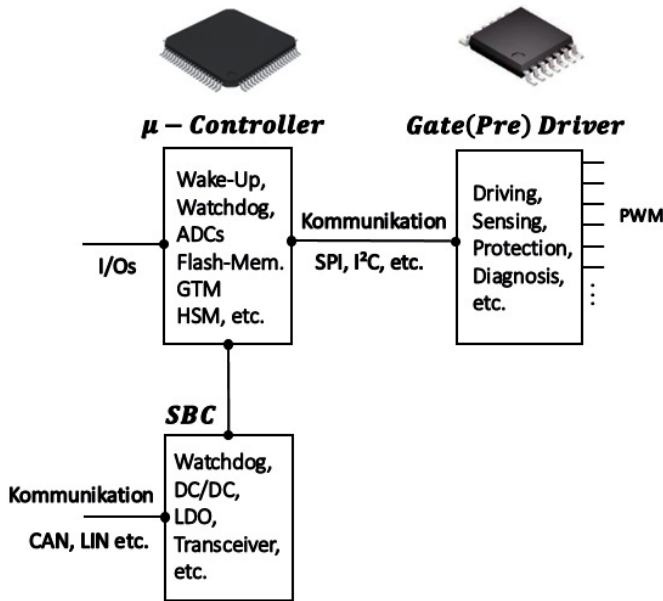
Mit speziell hierfür weiterentwickelten ICs beantworten Halbleiter-Hersteller diese Anforderungen. So ist zum Beispiel der TB9083FTG von Toshiba als Fail-Safe Pre-Driver speziell für FuSa- (Functional Safety) Anwendungen konzipiert. Optimierungen bei der Prozesstechnologie ermöglichen kleinere Packages und weniger Materialeinsatz, wie z.B. die MOSFETs von Diodes (PowerDI3333-8) mit ca. 3 mm x 3 mm Gehäusegröße bei 40 V. Für einen höheren Wirkungsgrad sorgen geringere Ruhestrome bei den Treibern sowie ein niedrigerer Einschaltwiderstand ($R_{DS(on)}$) bei den MOSFETs, der die Verlustleistung und die Wärmebildung verringert.

Zu einem einfacheren Thermomanagement tragen auch neue Gehäuse-Technologien mit Top-Side Cooling und höherer Wärmeabfuhr bei. Dadurch erhöht sich die Belastbarkeit des IC. Um Geräuschemissionen und EMI-Probleme zu vermeiden, implementieren alle Hersteller abhängig von den Treibern Funktionen wie PWM und Slew Rate Control.

Eigenschaft/Aufbauform	Diskret	Mittlere Integration	Hohe Integration
Platzbedarf	Hoch	Mittel	Niedrig
Schutzmöglichkeiten	Mittel	Hoch	Mittel
Flexibilität	Hoch	Mittel	Niedrig
Stromverbrauch	Hoch	Niedrig	Mittel
Gesamtkosten	Niedrig	Mittel	Hoch

Je nach Integrationsstufe erfüllen ICs unterschiedliche Anforderungen.

DC – Motor/en



Vereinfachter Aufbau eines Kleinantriebs mit DC-Motor

Für die einfachere Implementierung in die Schaltung sind immer mehr systemrelevante Funktionen in die Halbleiterbausteine integriert. Dazu gehören die Strommessung und integrierte Current Sense Amplifier (CSA) ebenso wie Schutz- und Diagnosefunktionen, z.B. die Datenauslesung über SPI zur leichteren Zustandserkennung und Abnutzungseinschätzung, z.B. beim L9907 von STMicroelectronics. Funktionen wie Auto Restart und Latch Off ermöglichen außerdem das Überprüfen und Neustarten nach einem Fehler. Auch mit Simulations-Tools unterstützen Hersteller die Entwickler bei der Implementierung, wie Infineon mit seiner „Toolbox“.

Verschiedene Integrationsstufen für unterschiedliche Anforderungen

Je nach Anforderungen stehen Chips in verschiedenen Integrationsstufen zur Wahl (siehe Tabelle).

Bei einem diskreten Aufbau findet jedes Element der Schaltung seinen Platz auf der Leiterplatte. Das ist oft die kostengünstigste Variante, sie benötigt aber viel Platz und führt zu höheren Umgebungstemperaturen. Um den Platzbedarf möglichst gering zu halten, bietet Diodes eine breite Palette an dualen MOSFETs (N-Type) und Complementary (N+P-Type) MOSFETs in einem Package. Bei den diskreten Treibern haben STMicroelectronics mit dem

L9907 und Infineon mit dem TLE9180 hervorragende Produkte, die sich in unterschiedlichen Bordnetzspannungen einsetzen lassen. Damit eignen sie sich auch für Kleinsteuerungs-Anwendungen im Truck-Bereich.

Bei der mittleren Integration sind einige Komponenten in einem Baustein kombiniert. Das können MOSFETs und die zugehörigen Treiber sein, wie bei Rohms BD63035EFV-M oder beim CJ260 von Bosch AE. Infineon verbindet in seinem TLE956x hingegen SBCs (System-Basis-Chips) und die Treiber. Die mittlere Integration bietet einen guten Kompromiss hinsichtlich Platz- und Kostenbeschränkungen. Sie erfordert den geringsten Entwicklungsaufwand und bietet die derzeit beste Möglichkeit des Schaltungsschutzes. Ist der Bauraum jedoch sehr begrenzt und eine Kühlung der Leiterplatte nur mit Aufwand zu realisieren, empfiehlt es sich, noch eine Integrationsstufe weiter zu gehen.

Die Stufe der hohen Integration verbindet den Mikrocontroller mit dem MOSFET-Treiber und den Funktionen eines SBC in einem Package. Damit ist sie meist aber auch sehr unflexibel, da die einzige verbleibende Stellschraube die anzusteuern MOSFETs sind. Dieses hochintegrierte Bauteil stammt von Infineon und wird „E-Power-IC“ (TLE98xy) genannt. Die fehlende Flexibilität gleicht Infineon durch eine Vielfalt an IC-Varianten für Applikationen mit Halb-, Voll- oder B6-Brücken-Anforderung aus.

Die höchste Integrationsstufe bildet der Embedded-Motorcontroller HVC4223 von TDK-Micronas. Er vereint alle vier Komponenten (Microcontroller, SBC, Gate-Treiber und MOSFETs) in einem IC. Damit muss er jedoch exakt zu den Anforderungen der Applikation passen. Vorteil der mittleren und hohen Integration sind die eingebauten Diagnosemöglichkeiten. Dazu gehören meist

- OC/UC – Over-/Under-Current Protection
- OT – Over-Temperature Protection
- OL – Open-Load Protection
- SC/SCG – Short-Circuit/Short-Circuit to Ground Protection
- LD – Load-Dump Protection
- Cross-Conduction Protection
- Reverse Polarity Protection (meist über externe MOSFETs)

Inzwischen werden auch diskrete MOSFET-Treiber mit Schutz- und Diagnosefunktionen angeboten, z.B. mit Überstrom- (OC) und Übertemperatur- (OT) Schutz. Oft sind hierfür allerdings zusätzliche diskrete Komponenten wie PTCs (Thermistoren mit positivem Temperaturkoeffizient) nötig.

Die Schutz- und Diagnose-Features entwickeln sich derzeit zum Must-Have für Elektronikentwickler und OEMs. Denn sie ermöglichen die einfache Überwachung von Schaltkreisen. Damit stellen sie auch einen Schritt in Richtung vollautonom, sich selbst überwachender Fahrzeuge dar. ■

Hall-Sensoren in Automotive-Anwendungen

Für viele Messgrößen geeignet

Auf dem Weg zum autonomen Fahren halten Sensoren verstärkt Einzug ins Auto. Magnetfeld-Sensoren, die auf dem Hall-Effekt basieren, bieten gegenüber anderen Messprinzipien und -technologien einige Vorteile. Aktuelle Modelle erfüllen auch die verschärften Anforderungen aus ISO 26262:2018.

VON EDGAR SCHÄFER,
AUTOMOTIVE FAE BEI RUTRONIK

Hall-Sensoren detektieren den Spannungsunterschied, der entsteht, wenn an einem Halbleiter ein Magnetfeld senkrecht zur Fließrichtung des elektrischen Stroms anliegt. Da diese Hall-Spannung proportional zur Magnetfeldstärke ist, können die Sensoren zusammen mit einem Permanentmagneten indirekt zahlreiche Messgrößen erfassen, z.B. Rotation, Drehzahl, Distanz, Druck, Winkel und Füllstand. Da der Sensor das Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters misst, kann er auch kontaktlos Strom messen. Die anderen Parameter erfasst er ebenso ohne Kontakt, sodass er verschleißfrei arbeitet und damit auch im Langzeitbetrieb zuverlässig korrekte Werte liefert.

Einfache Hall-Sensoren werden häufig als Schalter genutzt, z.B. im Sicherheitsgurtschloss, in Scheibenwischern oder Motorumschaltssystemen. Dabei ist im Sensor ein Schwellwert für die Magnetfeldstärke gespeichert. Erreicht der erfasste Wert diese Grenze, ändert sich der Schaltzustand des Sensors. Beispielsweise ermöglicht der MLX92241 von Melexis durch die integrierten Abblockkondensatoren ein lokal platinenloses Design mit Betrieb direkt an einem Kabelbaum, z.B. für die Erkennung, ob der Sicherheitsgurt angelegt ist. Auf seinem EEPROM-Speicher können kundenspezifische Schwellenwerte für die Schaltpunkte, die Ausgangspolarität, den I_{off} -Strom und den Temperatureausgleichskoeffizienten für das Magnetmaterial abgelegt werden. Mit dem programmierbaren negativen Temperaturkoeffizienten lässt sich das Verhal-



Bild: TDK-Micronas

ten von Permanentmagneten, die bei hohen Temperaturen schwächer werden, kompensieren. Die Hall-Sensor-Elemente verfügen über Schutzmechanismen für elektrostatische Entladungen, Verpolung und thermische Überlastung. Sie erfüllen das Sicherheitslevel ASIL A.

Linear-Hall-Sensoren erfassen auch Wege und Drehbewegungen

Für die Erfassung von Wegen oder Drehbewegungen sind Hall-Sensoren mit linearer Ausgangskennlinie nötig. Sie kennen nicht nur die Zustände „An“ und „Aus“, sondern geben ein analoges Signal aus, das proportional zur Magnetfeldstärke ist. Der A/D-Wandler, der entweder in der MCU oder im Hall-Sensor integriert ist, wandelt das analoge in ein digitales Signal um. Zur Steuerung anderer Systemkomponenten liefert dann die MCU ein proportionales pulswidenmoduliertes (PWM-)

Signal oder gleich einen für das KFZ-Sensor-Bussystem SENT kompatiblen Datenstrom. Einige Hall-Sensoren der neuesten Generation haben die PWM-Schnittstelle und die SENT-Schnittstelle gleich integriert.

Bei Hall-Sensoren, die lediglich das Magnetfeld senkrecht zur Chip-Ebene erfassen, sind häufig große und kostenintensive Aufbauten nötig. Weiterentwicklungen integrieren immer mehr Sensoren sowie Signalverarbeitungs- und Berechnungsfunktionen, sodass sich zusätzliche Komponenten häufig erübrigen und weitere Parameter erfasst werden können.

So detektieren vertikale Hall-Sensoren nicht nur das Magnetfeld senkrecht zur Stromrichtung, sondern auch das parallel zur Stromrichtung bzw. zur Chip-Ebene. 2D-Sensoren erfassen zusätzlich zur Amplitude des Magnetfeldes auch dessen Richtung. Damit lässt sich z.B. die Drehrichtung eines Motors

ermitteln. Beispielsweise ermöglicht der Hall-basierte Xensiv TLE4988C von Infineon so eine sehr schnelle Messung der Nockenwellenposition. Ein wichtiger Vorteil für Modulhersteller ist die geringere Abhängigkeit von in Sperrichtung verspannten Seltene-Erden-Magneten; der Sensor ist z.B. für Fe, SmCo und NdFe optimiert. Die automatische Kalibrierung im Fahrzeug berücksichtigt Toleranzen von ferromagnetischen Rädern und magnetischen Encodern sowie Montagetoleranzen des Sensors und ermöglicht damit eine sehr präzise Messung unter realen Applikationsbedingungen. Der TLE4988C kommt in einem PG-SSO-3-52-Nockenwellen-Sensorgehäuse mit Sn-Beschichtung sowie mit 3-Draht-Spannungs-Interface und Abblockkondensatoren in der Versorgungs-/Ausgangsleitung von 220 nF/1,8 nF für hohe EMV-Robustheit.

Der analoge Winkelsensor Xensiv TLE5501 von Infineon basiert auf der TMR- (Tunneling Magneto Resistive) Technologie. Sie sorgt für eine hohe Erfassungsempfindlichkeit mit einer hohen Ausgangsspannung, sodass ein interner Verstärker überflüssig ist und der Sensor direkt an den Mikrocontroller angeschlossen werden kann. Zudem weist die TMR-Technologie eine sehr geringe Temperaturdrift auf, was den Aufwand für externe Kalibrierung und Kompensation reduziert. Der TLE5501 erfasst mit 360°-Winkelmessung die Ausrichtung eines Magnetfeldes, indem er mit TMR-Elementen die Sinus- und Kosinus-Winkelkomponenten misst. Die Rohsignale stellt er als Differenzausgangssignal bereit. Durch die große Ausgangsspannung der Brücke ist keine weitere Signalverstärkung nötig. Der TLE5501 ist als AEC-Q100- und als Automotive-ASIL-Variante erhältlich und eignet sich für die Erfassung einer Winkelposition, als Lenkwinkel-Sensor, für Sicherheitsanwendungen und die BLDC-Motor-Kommutierung.

Die dritte Dimension

Die 3D-Hall-Sensor-Technologie kombiniert laterale und vertikale Hall-Sensoren und kann damit den magnetischen Fluss in drei Ebenen erkennen. Derartige Sensoren ermöglichen die Ermittlung der absoluten Dreh- oder Linearposition jedes beweglichen Magneten. Mit lateraler Erfassung ist z.B. der MLX92256 ausgestattet. Er wurde speziell für den Einsatz in Fensterhebern entworfen und verfügt über einen integrierten Spannungsregler, zwei Hall-Sensoren – einer mit IMC (Integrated Magnetic Concentrator) und beide mit Offset-Unterdrückungssystem – und zwei Open-Drain-Ausgangstreiber. Er ist in zwei Versio-

nen erhältlich: Beim MLX92256LSE-AAA-000 schaltet das Impulssignal bei einer Änderung der lateralen oder vertikalen Komponente um, während sich der Richtungs-Pin nur bei einem Richtungswechsel ändert. Der MLX92256LSE-ABA-000 hat zwei Geschwindigkeitsausgänge, einen für das senkrechte und einen für das laterale Feld.

Die Triaxis-Positionssensoren MLX90371/MLX90372 von Melexis sind inzwischen in der dritten Generation erhältlich. Sie kombinieren ein magnetisches Triaxis-Hall-Front-End, einen Analog/Digital-Signalaufbereiter, einen DSP (digitaler Signalprozessor) für die Signalverarbeitung und einen Endstufentreiber. Sie sind robust gegenüber Streufeldern bis 4 kA/m (oder 5 mT), wie sie durch die zunehmende Elektrifizierung von Fahrzeugen, v.a. bei Elektro- und Hybrid-Fahrzeugen, auftreten. Da sie auch mit einem schwachen Magnetfeld arbeiten können, genügen kleinere und kostengünstigere Magnete. Das bedeutet nicht nur Kosten-, sondern auch Platzvorteile. Der MLX90371 ist ein ASIL-B-Safety-Element out-of-Context (SEooC) nach ISO 26262 und bietet einen Analog- oder PWM-Ausgang. Der MLX90372 ist ein ASIL-C-SEooC nach ISO 26262 und hat einen SENT- oder PWM-Ausgang. Beide erfüllen die EMV-Anforderungen von Automobil-OEMs und sind für Umgebungstemperaturen bis zu 160 °C spezifiziert. Für Applikationen, die besonders hohe Sicherheitsanforderungen stellen, z.B. die Positionserkennung des Gaspedals, gibt es den MLX90372 auch mit einem vollständig redundanten „Dual Die“ im TSSOP-16-Gehäuse für die redundante Messwerterfassung.

Eine programmierbare 3D-Sensorfamilie zur Positionsbestimmung bietet TDK-Micronas. Sie besteht aus drei Mitgliedern: dem HAL 3900 mit SPI-Schnittstelle, dem HAL 3930 mit

PWM/SENT-Schnittstelle und Schaltausgang (konfigurierbarer High/Low-Side-Schalter) sowie dem HAL 3980 mit PSI5-Schnittstelle. Die Sensoren können externe magnetische Störfelder mithilfe eines Arrays aus Hall-Elementen unterdrücken. Zum Messen eines Drehwinkels ist nur ein einfacher, zweipoliger Magnet erforderlich, der idealerweise in einer End-of-Shaft-Konfiguration über dem empfindlichen Bereich platziert werden sollte. Zudem ermöglichen die Sensoren auch Messungen außerhalb der Achse. Sie können einen Winkelbereich von 360°, lineare Bewegungen sowie eine 3D-Position messen und eignen sich damit hervorragend zur Ermittlung der Lenkwinkelposition. Je nach Sensortyp können temperaturkompensierte Rohwerte von B_x , B_y , B_z oder bis zu zwei berechnete Winkel übertragen werden. Die HAL-39xy-Sensoren arbeiten in einem Umgebungstemperaturbereich von -40 °C bis +160 °C, sie sind ASIL-B-ready und als SEooC gemäß ISO 26262 für Automobilanwendungen ausgelegt.

Robust und sicher

Die Beispiele zeigen: Nicht nur die Sensortechnologie hat sich enorm weiterentwickelt, um die steigenden Anforderungen im Auto zu erfüllen, sondern auch ihr Design. Viele aktuelle Modelle erfüllen auch die strengeren Richtlinien nach ISO 26262:2018, manche als ASIL-C-SEooC. Dazu tragen Redundanz- und Schutzfunktionen ebenso bei wie verbesserte EMV-Schutzmaßnahmen. Entsprechende Gehäuse sorgen für Robustheit gegenüber Feuchtigkeit, Staub und Schmutz. Für den Einsatz in Hochtemperaturumgebungen sind Hall-Sensoren für bis zu 170 °C Umgebungstemperatur spezifiziert. Mit diesen Merkmalen bilden sie einen wichtigen Baustein auf dem Weg zum autonomen Fahren. ■



Bild: Infineon Technologies

Automotive-Motor-System-IC

Neuer Antrieb für die Helferlein im Auto

Motorische Helferlein, wohin man schaut: Fensterheber und Schiebedach, Sitzverstellung, Heckklappe, Kurvenlicht sowie verschiedene Klappen und Lamellen, Pumpen und Lüfter. Das breite Einsatzfeld zeigt sich auch im Leistungsspektrum der elektrischen Hilfsantriebe. Skalierbarkeit und Flexibilität der Antriebslösung sind also gefragt.

VON RALF HICKL,
PRODUCT SALES MANAGER ABU
BEI RUTRONIK

Alles wird mit Hilfsmotoren betrieben, aus Effizienzgründen auch unabhängig vom Primärtrieb. Die Anforderungen reichen von wenigen Watt bis zur Leistungsgrenze der Bordbatterie. Klein und kostengünstig sollen die Antriebe auch sein. Einige Bausteine für Motorsteuerungen zeigt Bild 1. Marktführer in Sachen Integrationsgrad ist Micronas' HVC4223F. Am unteren Ende der Integrationskala steht der diskrete Aufbau mit Einzel-ICs wie Spannungsregler, Mikrocontroller, Bus-Transceiver etc.

Im Mittelfeld vereinen Infineons neue Motor-System-ICs TLE956x die Funktionen der Mid-Range-System-Basis-Chips (SBC) der Baureihen TLE94xx (Lite SBC) und TLE926x (Mid Range + SBC) mit zwei zusätzlichen Funktionen: einem Operationsverstärker zur Strommessung über Shuntwiderstände und einem Gate-Treiber zur Ansteuerung von N-Kanal-MOSFETs. Dazu kommen Ausgänge zur Ansteuerung der Verpolschutz-MOSFETs und bis zu vier High-Side Switches für beliebige Zwecke.

Die Motor-System-ICs gibt es in zwei Varianten: für die Ansteuerung von DC-Motoren mit bis zu vier Halbbrücken-Treibern und für den Betrieb mit BLDC-Motoren mit Treibern für eine 6-Puls-Brücke.

Mikrocontroller und MOSFETs müssen extern an die TLE956x-Motor-System-ICs angeschlossen werden, siehe Blockschaltbild (Bild 2). Je nach Derivat der TLE956x-Familie bietet der CAN-FD-Transceiver Partial Networking per Wake-up Pattern (WUP) oder Wake-up Frame (WUF).

*Steuergerät
mit Autosar realisieren*

Gegenüber den Derivaten der Embedded-Power-IC-Familie TLE985x/6x/7x bieten die Motor-System-ICs Flexibilität in der CPU-Architektur sowie eine höhere Skalierbarkeit in der Rechenleistung, dem Speicherausbau und der Busanbindung (CAN-FD). Anwender können also ihren bevorzugten Mikrocontroller beibehalten und sparen dadurch Aufwand und Kosten für das Einlernen in eine andere Architektur und die Investition in neue Entwicklungswerkzeuge. Mit dem Mehr an Memory eines externen Mikrocontrollers und dem TLE956x kann so ein Steuergerät mit einem speicherhungrigen Betriebssystem wie Autosar verwirklicht werden.

Bitte nicht stören

Das Schalten der Ausgangstransistoren in der Endstufe hat allerdings zwei unerwünschte Effekte: Zum einen entstehen bei jedem Umschalten Schaltverluste, da die Schaltflanken endlich steil sind. Diese Verluste erwärmen das

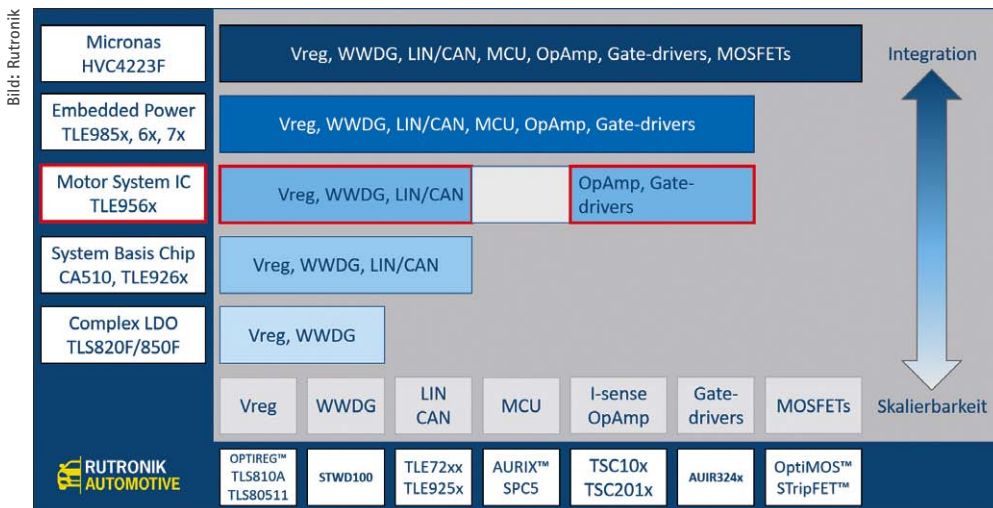


Bild 1: Integration vs. Skalierbarkeit, mit Bauteil-Beispielen

System. Andererseits gibt es mehr elektromagnetische Störsignale, je steiler die Schaltflanken sind. Der leitungsgebundene Anteil der Störungen kann mit einem EMI-Filter in der Versorgungsleitung gemindert werden. Die Bauteile des Filters schlagen aber als zusätzliche Kosten zu Buche.

Das Ziel besteht deshalb darin, die Flankensteilheit so einzustellen, dass die Schaltung gerade noch durch den EMV-Test kommt. Ein Widerstands-/Diodennetzwerk in der Gateleitung begrenzt dazu häufig den Steuerstrom. Im Zusammenspiel mit der Gate-Kapazität des MOSFET entsteht so ein RC-Glied, dessen Zeitkonstante die Spannungssteilheit begrenzt. Damit ergeben sich für die Widerstände und die Diode jedoch auch hier zusätzliche Kosten. Beim Umstieg auf einen anderen MOSFET mit abweichender Gate-Kapazität muss auch das Widerstandsnetzwerk angepasst werden.

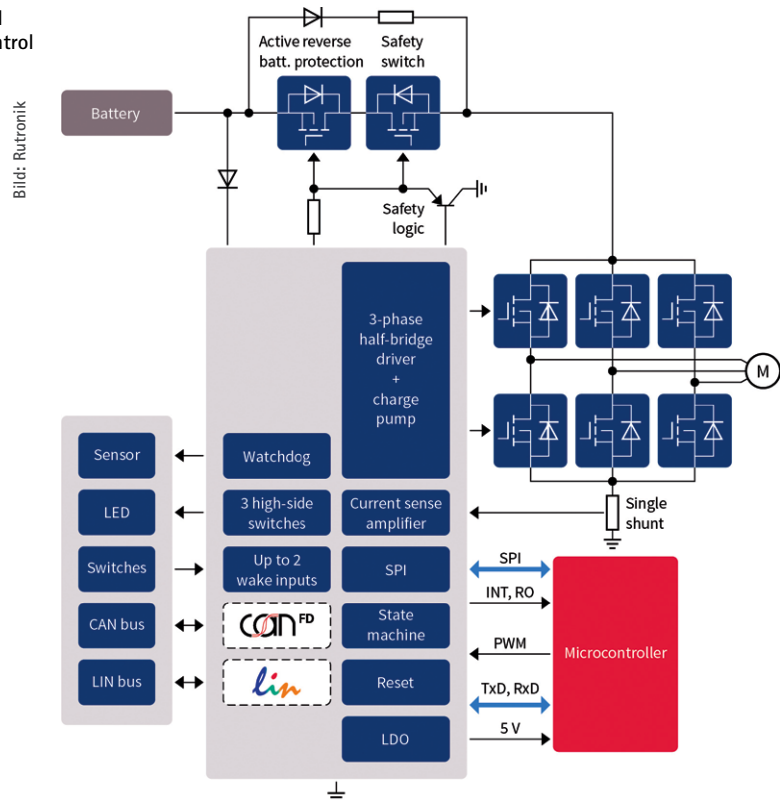
Adaptive MOSFET Gate Control

Im TLE956x wird das Thema noch eleganter gelöst: Hier führt eine digitale Regelschleife die Ist-Steilheit der Schaltflanken dem voreingestellten Sollwert nach. Stellgröße ist der Strom aus den Gate-Treibern. Durch dieses „Adaptive Gate Control“ genannte Konzept entfällt das Widerstands-/Dioden-Netzwerk in den Gate-Leitungen – und damit auch dieser Kostenfaktor. Dadurch ist auch der Umstieg auf MOSFETs mit anderen Gate-Kapazitäten unkritisch. Die Regelung passt die Gate-Ströme automatisch so an, dass sich die konfigurierte Flankensteilheit ergibt.

Schaltverluste weiter reduzieren mit Active Free Wheeling

Beim Betrieb von DC-Motoren in H-Brücken wird häufig ein High-Side-MOSFET statisch eingeschaltet und der diagonal liegende Low-

Bild 2: Blockschaltbild einer BLDC Motor Control mit TLE9563/4



Side-MOSFET mit einer PWM getaktet. Schaltet dieser aktive MOSFET im PWM-Zyklus aus, dann kommutiert der Motorstrom in die Body-Diode des MOSFET im gleichen Zweig oben.

Beim Active Free Wheeling wird die Halbbrücke des aktiven MOSFET im Gegenteil betrieben. Durch das Ansteuern des MOSFET kommutiert der Freilaufstrom nicht durch seine Body-Diode, sondern durch seinen Kanal. Bei kleinem $R_{DS(on)}$ fallen dort weniger Verluste an als in der Body-Diode.

Bremst auch im Schlaf

Elektromotoren, insbesondere solche mit Permanentmagneten, können auch generatorisch wirken, z.B. wenn jemand die motorisierte Heckklappe mit Muskelkraft öffnet oder schließt. Durch den Verpolschutz (Diode oder nicht angesteuerter MOSFET) des Steuergerätes kann die erzeugte Energie nicht in die Fahrzeugbatterie geleitet werden. Stattdessen steigt die Spannung im Zwischenkreis über dem Siebkondensator parallel zu den MOSFETs an. Im ungünstigen Fall führt die generatorisch erzeugte Energie zu einem Defekt durch Überspannung.

Motor-System-ICs vom Typ TLE956x lösen dies durch Kurzschluss-Bremsen. Dabei werden alle MOSFETs der Low Side gleichzeitig eingeschaltet. Das schließt den Anker/Rotor kurz, sodass

- die generierte Energie in den Wirkwiderständen des Kurzschlusskreises als Wärme dissipiert und
- ein mechanisches Gegenmoment entsteht (bremsen).

Die Bremsfunktion arbeitet auch mit dem TLE956x im Sleep Mode. Das hält den Stromverbrauch klein. Und es gibt zwei Varianten: Bremsmoment je nach Höhe der Zwischenkreisspannung und permanentes Bremsen unabhängig von der Zwischenkreisspannung.

Jetzt starten

Jetzt ist die richtige Zeit, um eine Entwicklung mit der Bauteilfamilie TLE956x zu starten. Sie ist technisch auf der Höhe der Zeit, kommerziell wettbewerbsfähig und befindet sich am Anfang ihres Lebenszyklus. Diese Konstellation verspricht ein Endprodukt mit exzellentem Preis-Leistungs-Verhältnis, das lange verfügbar ist – etwa eine Sitzverstellung, ein Schiebedach, Gurtstraffer, eine Parkbremse, Fensterheber oder eine motorisierte Heckklappe ebenso wie BLDC-Applikationen wie Pumpen, Lüfter, Schiebedach. Mit Arduino-kompatiblen Evaluation Boards für TLE956x gelingt der Einstieg in die Entwicklung (Bild 3). Passende Ansteuer-Boards mit Automotive-Mikrocontrollern von Infineon sind z.B. das Aurix TC275 Shield Buddy und das Aurix TC375 Shield Buddy. ■

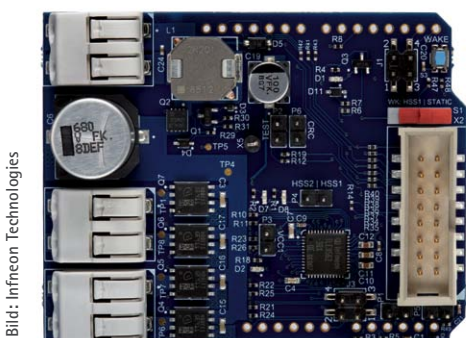


Bild 3: Evaluation Board DC SHIELD_TLE956X für DC-Motoren

Bild: Infineon Technologies

EV Charging

Elektromechanik für Ladestationen

Der Aufbau einer leistungsfähigen Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität schafft ein neues Wachstumsfeld für den Einsatz hochwertiger elektromechanischer Bauteile. Dazu zählen nicht nur Relais, sondern auch Sicherungen, Schalter und Komponenten für das Wärmemanagement.

VON BURAK DUMAN,
TECHNICAL SUPPORT MECHANICS, UND
MARTIN UNSÖLD, SENIOR MANAGER
PRODUCT MARKETING MECHANICS,
BEIDE BEI RUTRONIK

Die Automobilbranche steht vor der Herausforderung, Umweltschutz als eines der wichtigsten Themen unserer Gesellschaft umzusetzen und die Emissionen zu verringern. Das wird wohl nur mit elektrischen Antrieben gelingen. So könnten bis 2030 laut einer Studie von McKinsey bereits rund 120 Millionen Elektrofahrzeuge in China, der EU und den Vereinigten Staaten zugelassen sein. Der Bedarf an Ladeenergie wird von rund 20 Milliarden Kilowattstunden im Jahr 2020 auf 280 Milliarden Kilowattstunden 2030 steigen. Dafür sind voraussichtlich etwa 40 Millionen Ladegeräte erforderlich, davon allein 15 Millionen in Europa.

Führende Automobilhersteller haben bereits einen Investitionsplan für den Aufbau von 400 Ladestationen in Europa angekündigt. Auch im Rahmen des aktuellen Konjunkturpakets der Bundesregierung findet sich eine klare Ausrichtung hin zur Elektromobilität. Zusätzlich sollen rund 2,5 Milliarden Euro in den Ausbau der Ladesäulen-Infrastruktur fließen.

Für den anstehenden Wandel und den Aufbau einer leistungsfähigen Ladeinfrastruktur rüsten Hersteller wie BMW, VW, Mercedes und Audi bereits ihre Produktionsstätten um und bereiten ihre Mitarbeiter mittels Schulungen und Zertifikationen darauf vor.

Relais-Typen im Einsatz an Ladesäulen

Sowohl für Elektroautos wie auch für die Ladestationen ist eine Vielzahl elektromechanischer Bauelemente nötig. Die verschiedenen Typen von Ladesäulen werden durch IEC 61851-1 definiert. Ihre Einteilung erfolgt anhand von Stromversorgungskriterien und der elektronischen Kommunikation zwischen Ladesäule und Elektroauto. Welche elektrome-



Bild: Hongfa

Bild 1: Das Relais HFE18-200 von Hongfa eignet sich bestens für Auxiliary-Anwendungen.

chanischen Bauteile hier zum Einsatz kommen, hängt vom jeweiligen Ladesäulen-Typ ab.

Ladestationen nach Mode 1 und 2, die mit Wechsellspannung arbeiten, beinhalten kaum Elektronik. Hier übernimmt der On-Board Charger (OBC) im Fahrzeug die Steuerung des Ladezyklus.

Mode-3-Ladestationen benötigen ein Relais zum Schalten der Wechsellspannung. Wie bei anderen Ladesäulen, die mit Wechsellspannung arbeiten, begrenzt auch hier der OBC die Ladeleistung. Die Anforderungen an das Relais umfassen 230 V/400 V (laut IEC 60664-1) und Überspannungskategorie 4. Zwischen den Kontakten ist also ein Abstand von mindestens 3 mm einzuhalten. Einige Hersteller bieten entsprechende Produkte, z.B. sind von Hongfa Relais mit 35 A und 3,6 mm (HF170F), 65 A und 3 mm (HF176F) sowie 90 A und 3 mm (HF167F) bei Rutronik erhältlich, von Omron ein Modell mit 36 A und 3,2 mm (G6QE).

Um das Problem der langen Wartezeit beim Laden zu lösen, geht der Trend in Richtung DC-Schnellladesäulen (Mode 4). Hier steckt der größte Teil der Elektronik in den Ladesäulen,



Bild 2: Hochgeschwindigkeitssicherungen der PSR-Serie von Littelfuse schützen Leistungshalbleiter zuverlässig.

nicht im Fahrzeug. Der OBC im Auto wird überbrückt. Der Ladevorgang findet direkt über die Ladestation statt, da diese Gleichspannung liefert. In den Mode-4-Ladesäulen kommen verschiedene Relais zum Einsatz:

- Das **Main-Relais** deckt einen Strombereich von 80 bis 600 A ab und wird meist zum Trennen der Batterie verwendet. Entsprechende Modelle bieten Hongfa (HFE18V-300, HFE82V-250V) und Omron (G9TB).
- Das **Fast-Charge-Relais** steuert den Schnellladevorgang; Nennströme liegen zwischen 32 und 600 A. Geeignete Relais sind bei Rutronik von Hongfa (HFE18V-600) erhältlich.
- Das **HV-Pre-Charge-Relais** wird im Vorladekreis verwendet. Hier lässt sich z.B. das HFE80V-20B von Hongfa einsetzen.
- **Relais für „Auxiliary Applications“** (Bild 1) kommen hauptsächlich in Klimaanlage, Heizungssystemen, DC/AC-Wandlern usw. zum Einsatz. Ihre typische Nennleistung liegt zwischen 20 und 40 A. Auch hierfür hat Hongfa mit dem HFE18-200 ein passendes Produkt im Portfolio.

Anforderungen an die Relais

Um sich für den Automotive-Einsatz zu qualifizieren, müssen die Relais über kompakte Maße und spezielle technische Spezifikationen verfügen. Elektromotoren benötigen eine sehr hohe Leistung, die aber auch Gefahren mit sich bringt. Deshalb ist hier ein sicheres Schalten erforderlich, das heißt, die Relaiskontakte dürfen nicht oxidieren. Um dies auszuschließen, haben die Hersteller Relais entwickelt, die mit Gas (meist Wasserstoff) gefüllt sind. Damit lassen sich ein geringerer Kontaktwiderstand aufrechterhalten, Verlustleistungen vermeiden und ein Ausfall des Relais verhindern. Die Re-

lais der Premium-Hersteller Omron und Hongfa erfüllen diese Anforderungen und lassen sich in fast allen Applikationen einsetzen – ob in Elektro- oder Hybridautos, in 48-V-Batteriesystemen oder Ladestationen.

Sicherungen

Da sich in Ladesäulen hohe Spannungen und Ströme finden, ist es erforderlich, sowohl den Menschen als auch die Bauteile zu schützen. SMD-, Cartridge- und High-Voltage-Sicherungen sind nur einige wenige der hier erforderlichen Bauteile.

Je nach Ladesäulen-Typ bestehen andere Anforderungen. Die Ladestationen mit Mode 1 bis 3 kommen im Normalfall für den privaten Gebrauch am eigenen Haus zum Einsatz. Mode-4-Schnellladestationen sind hingegen auf öffentlichen Plätzen wie Supermärkten oder Tankstellen installiert und benötigen einen Starkstromanschluss. Da sie die Wechselspannung auf der Eingangsseite in eine Gleichspannung auf der Ausgangsseite transformieren, brauchen beide Stromkreise eine Absicherung.

Die Schnellladestationen bestehen aus extrem empfindlichen Leistungshalbleiterkomponenten, die durch Störfaktoren wie Spannungsimpulse und Überstromzustände beeinträchtigt werden können. Spezielle Hochgeschwindigkeitssicherungen, wie die PSR-Baureihe von Littelfuse (Bild 2) für den DC Output, sind exakt dafür entwickelt. Sie sind außerordentlich strombegrenzend und haben eine hervorragende Zyklenfähigkeit. Die Sicherungen der JLLS-Serie von Littelfuse eignen sich ideal für den Wechselspannungs-Eingangskreis (AC Input). Sie sind ebenfalls stark strombegrenzend und unterbinden Kurzschlussströme schneller als andere mechanische Schutzvorrichtungen. So schützen sie Geräte mit überspannungsempfindlichen Bauteilen, z.B. den Gleichrichter. Beide Typen zählen zu den kompaktesten Sicherungen mit über 30 A. Neben Littelfuse bietet auch Eaton vergleichbare Modelle.

Effizientes Wärmemanagement

Die hohen Leistungen sorgen für viel Wärme innerhalb der Elektronikbauteile; dazu können bei den Ladesäulen noch hohe Außentemperaturen kommen. Dadurch können Funktion und Lebensdauer der Bauelemente erheblich beeinträchtigt werden. Ein effizientes Wärmemanagement ist deshalb unabdingbar. Rutronik bietet hierfür vielfältige Lösungen an, darunter Wärmeleitfolien, Kühlkörper und Lüfter

führenden Herstellern wie 3M, Delta Electronics, Fischer Elektronik, Assmann WSW, Jamicon und Adda. Die Produkt- und Applikationsspezialisten unterstützen kompetent bei der Auswahl der geeigneten Komponenten.

Schalter und Metalltastaturen

Für die benutzerfreundliche Bedienung von Ladestationen sorgen bedarfsgerechte Schalter und Metalltastaturen für den Automobilbereich. Über eine Metalltastatur lässt sich zum Beispiel die Authentifizierung mit Pin-Eingabe realisieren; Mikroschalter kommen z.B. zum Starten des Ladevorgangs an der Ladepistole zum Einsatz.

Da sich Ladestationen in rauen Umgebungsbedingungen beweisen müssen, etwa an Tankstellen oder Supermärkten, benötigen sie eine sehr robuste Metalltastatur, die auch bei Regen und verschiedenen Umgebungstemperaturen funktioniert. Die IP-Linie von Knitter Switch kommt mit einem Schutzgrad von bis zu IP69K und einer Stoßfestigkeit von IK08. Die Tastaturen sind auch in kundenspezifischen Ausführungen erhältlich und bieten eine sehr hohe Designfreiheit.

Zum Schutz vor mutwilliger Beschädigung sind vandalsichere Druckschalter mit kratzfestem Aktor und einem Gehäuse aus robustem Edelstahl gefragt. Die Metall-Pushbuttons von C&K beispielsweise halten mit einem Schutzgrad von IP67 sowie einer Stoßfestigkeit von IK10 extremen Außenbedingungen und Vandalismus stand. Zudem sind die Schalter mit Beleuchtung in verschiedenen Farben und mit Beschriftung am Aktor erhältlich.

Die kurze Aufstellung zeigt: Elektromechanische Komponenten in Ladesäulen tragen von der Bedieneinheit bis zum Übergabepunkt zum Elektroauto, dem Ladestecker, zur Umsetzung der Elektromobilität bei – und damit zu einer Reduzierung der CO₂-Emissionen. ■



Bild 3: Die robusten Metalltastaturen lassen sich kundenspezifisch anpassen.

Elektromobilität

Die Herausforderungen der Ladeinfrastruktur

Der Fortschritt in der Elektromobilität und der Ausbau der Ladeinfrastruktur hängen von verschiedenen Faktoren ab. Für ein nachhaltiges Konzept ist es wichtig, die Systeme und Zusammenhänge zu verstehen. Dazu gehören Ladekonzepte, Reichweite, Finanzierung, Ressourcengewinnung und Batterie-Recycling.

VON ALBERT CULETTO,
TECHNICAL SUPPORT BEI RUTRONIK

Ob rein batteriebetriebenes Fahrzeug oder Hybridlösung – das Ladekonzept eines Elektroautos folgt einem bestimmten Schema. Der On-Board Charger (OBC) im Fahrzeug übernimmt das Lademanagement. Das Laden per se funktioniert einfach via Plug-and-Play des Kabels in die Steckdose und unter Einhaltung der vom Hersteller vorgegebenen Ladezeit, Batteriekapazität und Ladeleistung des OBC. Um eine optimale Ladung zu gewährleisten und Fehler zu vermeiden, kommunizieren Batterie und Ladegerät miteinander.

Hierbei definiert das Auto seinen Ladebedarf; die Ladestation (Mode 2 oder 3) bestätigt ihre Kapazität. Diese Kommunikation ermöglicht eine sehr flexible Autotyp-Wahl, lediglich die Stecker müssen kompatibel sein.

Ladedauer-Beispiel

Ein BMW i3 beispielsweise hat eine Nettokapazität von 37,9 kWh und einen OBC mit max. 11 kW. Somit sollte ein Akku innerhalb von 3,5 h geladen sein. Das deckt sich mit der Herstellerangabe, dass eine 80-prozentige Kapazität bei maximaler Wallbox-Ladung (Mode 3) nach 3,12 h erreicht wird. Erfolgt das Laden nur mit der einfachen Schuko-Steckdose (Mode 2), sind es nach Herstellerangaben ca. 15 h ($37,9 \text{ kWh} : 2,5 \text{ kW} = 15 \text{ h}$). Dies wiederum entspricht dem zu erwartenden Maximum einer Steckdose. Eine reine DC-Ladung dauert dann ca. 42 Minuten (50 kW).

Ladestecker und Modi

Trotz des Wunschs nach einer Normung der Ladestecker haben sich – je nach Herkunfts-

land des Autos – verschiedene Systeme etabliert. Da bis 2015 die meisten Elektroautos weltweit in Japan gefertigt wurden, hat sich der dort übliche CHAdeMO-Standard stabil gehalten. Die Europäer hingegen bestanden auf ihrem eigenen Standard (Type 2), schafften es aber nicht, diesen als solchen zu etablieren, ebenso die USA und China. So teilen sich die Automarken weltweit derzeit vier verschiedene Steckgesichter.

Eine Ladestation (Wallbox) kann verschiedene Lademodi anbieten. Zur allgemeinen Sicherheit trägt die Einhaltung der regionalen Elektrizitätsnormen (VDE) bei. Letztlich werden vier Ladeszenarien unterschieden:

- Mode 1: ungesteuertes Laden ohne Kommunikation, keine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (Gefahr), Ladegerät im Auto verbaut (OBC); max. Ladestrom und -leistung: 16 A/11 kW, 1-phasig/3-phasig
- Mode 2: ungesteuertes Laden, Schutzeinrichtung/Pilotfunktion im Kabel (In-Cable Control and Protection Device, IC-CPD), Ladegerät im Auto verbaut (OBC); max. Ladestrom: 32 A/22 kW bei 1ph/3ph
- Mode 3: gesteuertes Laden, AC-Laden an typgeprüften Ladestationen, Schutzeinrichtung/Pilotfunktion in der Ladestation integriert, Ladegerät im Auto verbaut (OBC); max. Ladestrom und -leistung: 63 A/44 kW bei 1ph/3ph
- Mode 4: gesteuertes Laden, DC-Laden nur an typgeprüften Ladestationen (Electric Vehicle Supply Equipment, EVSE), Überwachungs- und Schutzeinrichtung/Pilotfunktion in der EVSE integriert, im Auto verbautes Ladegerät (OBC) wird umgangen.

Reichweite

Ein hochkontroverses Thema ist die Reichweite. Sie variiert aktuell zwischen 100 und knapp 1000 km Fahrleistung und hängt zudem davon ab, ob es sich um ein rein batteriebetriebenes Fahrzeug oder eine Hybridlösung handelt. Hinzu kommt der sehr unterschiedliche Bedarf der Kunden: Der durchschnittliche Arbeitsweg in Deutschland liegt bei 16,9 km (regional auch 30 km). Bei täglicher Nachladung lässt sich das mit jedem Autotyp bewältigen. Komplizierter wird es bei weiteren Strecken, wie der Fahrt in den Urlaub. Hier kommen die Schnellladepunkte ins Spiel. Mit ihnen lässt sich z.B. ein BMW i3 bei einem 50-kW-Ladepunkt in ca. 42 Minuten laden.

Inzwischen gibt es Ladepunkte von bis zu 200 kW, die die Ladezeit auf knapp zehn Minuten (bei 80 % Ladung) reduzieren würden. Wird der Ladestecker zusätzlich gekühlt (500–850 A), geht das Laden fast so schnell wie das Tanken.

Staatlicher Zuschuss

Wie sich die Elektromobilität entwickelt, hängt zu einem wesentlichen Teil von der Finanzie-

rung ab. Das Corona-Konjunkturpaket der deutschen Bundesregierung macht den Kauf eines Elektroautos jetzt interessanter. Damit wurde die Netto-Obergrenze der bezuschussten Fahrzeuge auf 40.000 Euro erhöht, der staatliche Zuschuss beim Kauf eines reinen Elektroautos auf 6000 Euro verdoppelt.

Hinzu kommen die Mehrwertsteuerersparnis von 3 % bei Rechnungsstellung bis Ende 2020 und der Umweltbonus der Hersteller (ca. 3000 Euro). Auch für die Investition in die Infrastruktur sind von Bund und Ländern Gelder im Konjunkturpaket vorgesehen.

Die Angst vor einer Netzüberlastung hat bisher viele davon abgehalten, eine eigene Ladesäule oder Wallbox anzuschaffen – unberechtigterweise. Denn ein Standard-Einfamilienhaus wird mit einer Leitung versorgt, die mit mindestens 63 A abgesichert ist. Zum Vergleich: Der größte Stromverbraucher im Haushalt ist der Elektroherd, der mit 16 A abgesichert ist. Selbst mit weiteren Großverbrauchern im Haus wie Elektroboiler (ca. 16 oder 25 A) ist immer noch ausreichend Kapazität für eine Wallbox vorhanden.

Zudem arbeiten die Energieversorger am Ausbau der Infrastruktur. Sie wollen das Netzwerk der Trafostationen dichter und effizienter ma-

chen und Ladeparks frühzeitig einplanen. Auch Großraum-Garagen werden bei solchen Konzepten mit einberechnet; zukünftige Straßenbeleuchtungs-Konzepte sehen öffentliche Ladesäulen vor, die in den Straßenleuchten integriert sind.

Ressource Lithium

Der Abbau von Lithium, derzeit essenziell für die Batteriezellen-Produktion für Elektroautos, hinterlässt einen negativen ökologischen Fußabdruck. Die weltweit größten Vorkommen befinden sich in Bolivien, Argentinien und Chile, mit Ressourcen von jeweils rund neun Millionen Tonnen. In Europa befinden sich die größten Vorkommen in Portugal mit 100.000 und Österreich mit 50.000 Tonnen. Laut Statista entfällt heute rund 37,4 % des Lithium-Bedarfs auf die Batterien.

Beim Abbau wird die Lake, in der sich das Lithium befindet, mit vorwiegend salzhaltigem Grundwasser an die Oberfläche gepumpt und weiter in diversen Verdunstungsschritten getrocknet. Das Wasser wird nicht zurückgeführt, was einen Rückgang des Grundwasserspiegels zur Folge hat und in den betroffenen Regionen zulasten von Mensch und Natur geht.

Bild: Scharfsinn/Shutterstock



Auch wenn die Angaben sich unterscheiden, geben diese Zahlen einen Eindruck von der Größenordnung: Im chilenischen Salar de Atacama sollen täglich 21 Millionen Liter Wasser für den Abbau von Lithium benötigt werden. Auch die Menge des gewonnenen Materials variiert, die neuesten Angaben liegen bei 23 Tonnen reinem Lithium pro Tag. Hieraus ergibt sich ein Verbrauch von 900.000 Litern Wasser pro Tonne Lithium. Erfolgt die Herstellung der Lithium-Batterien mit solch enormem Aufwand, sollte umsichtig mit diesem Rohstoff umgegangen werden.

Batterie-Recycling

Das macht auch das Recycling der Batterien zu Sekundärrohstoffen zum wichtigen Thema: Neben Lithium kommen in einer Autobatterie eine Menge weiterer Rohstoffe zum Einsatz, darunter Mangan, Kobalt, Nickel und Graphit sowie flüssiges Elektrolyt, zudem ca. 10 bis 20 kg Lithium (Mittelklassewagen-Batterie).

Aktuell stehen zwei Recycling-Verfahren zur Wahl: Das eine nutzt die unterschiedlichen Schmelztemperaturen der Materialien und funktioniert über das Einschmelzen, das andere zerkleinert die Einzelteile, um sie chemisch herauszulösen. Beiden geht das mechanische Trennen der Verbindungselemente, der Schutz-elektronik, der Isolierstoffe und der Verpackungskunststoffe voraus. Der Vorteil beim Zerkleinern besteht darin, dass das vor Ort passieren kann und der Akku, der als Gefahrgut gilt, nicht – oder nicht so weit – transportiert werden muss. Recycling lohnt sich jedoch erst, wenn größere Massen verarbeitet werden können.

Für den Rohstoffverbrauch spielt auch die Lebensdauer einer Batterie eine Rolle. In Elektroautos gilt sie jedoch als „tot“, sobald sie nur noch 80 % ihrer Maximalkapazität erreicht hat. Doch das entspricht nicht der Realität, man kann ihr ein zweites und drittes Leben schenken. Nach Überprüfung des Akkupacks und Neuordnung der einzelnen Zellen kann ihr

Second Life als Pufferbatterie beginnen, um Solar-, Wind- und Wasserenergie, Spannungsspitzen der Energieversorger oder sonstige überschüssige Energien zwischenspeichern. Außerdem ergeben sich Möglichkeiten für mobile Energiespeicher für Parkgaragen und vieles mehr. Hier erfolgt eine Neudefinition der alten 80%- als neue 100%-Kapazität mit den gleichen Qualitätsmerkmalen. Größe und Gewicht sind hier zweitrangig.

Fazit

Derzeit sind die Märkte und Fabriken für das Recycling und Second Life noch nicht ausgereift. Dennoch ist es wichtig, Faktoren wie den Abbau und Einsatz der Ressourcen sowie die Renaturalisierung der Erde bereits jetzt mitzudenken und die Hintergründe zu verstehen. Jeder kann selbst entscheiden, wie er in Zukunft mobil sein möchte. ■

Impressum

Redaktion

Andreas Mangler – Rutronik, Director Strategic Marketing (Redaktionsleitung, verantwortlich für den Inhalt), Tel. +49 7231 801 0
 Markus Krieg – Rutronik, Chief Marketing Officer
 Christine Schulze – Agentur Lorenzoni GmbH
 Sabrina Hausner – Agentur Lorenzoni GmbH, Tel. +49 8122 55917 11
 Melanie Nagy – Agentur Lorenzoni GmbH, Tel. +49 8122 55917 16
 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: 35.000 (deutsch) + 8000 (englisch)

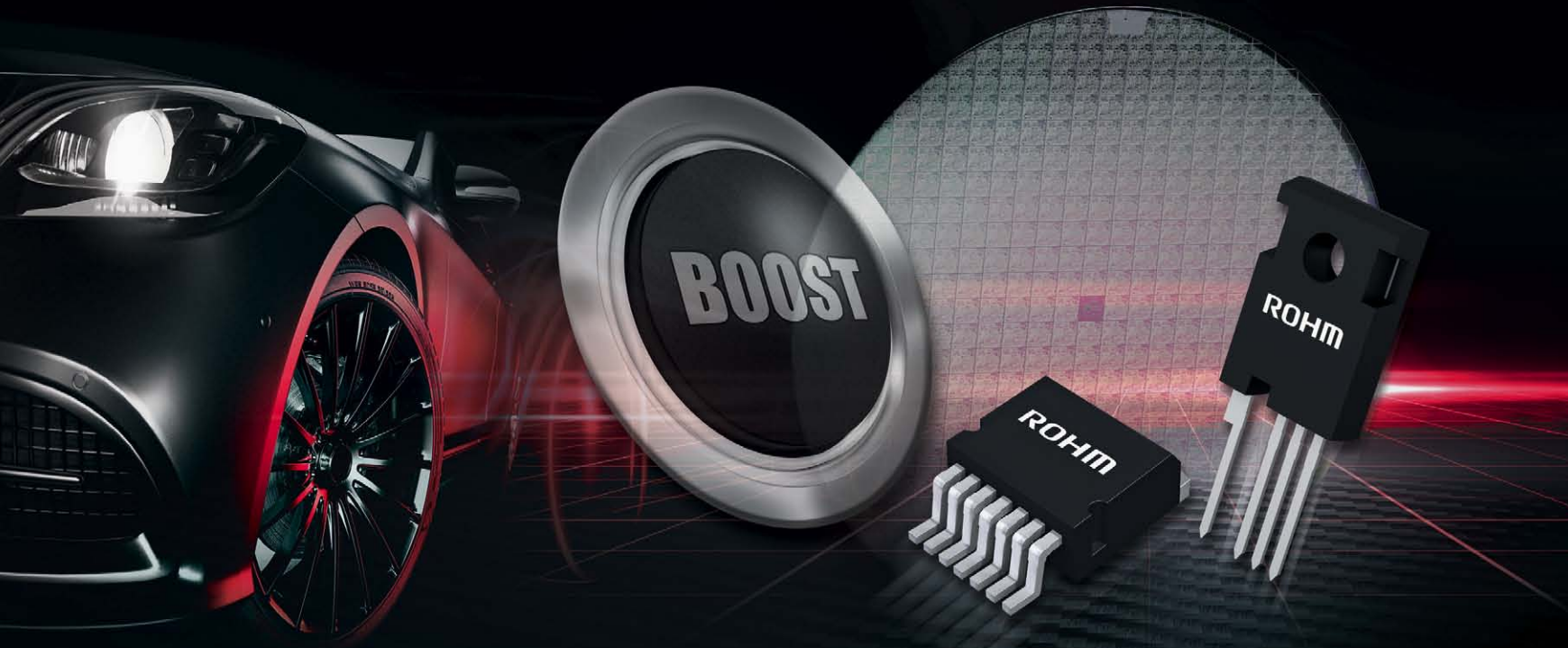
Besonderer Dank:

Prof. Dr.-Ing. Mirko Bodach, Westsächsische Hochschule Zwickau
 Prof. Dr.-Ing. Lutz Zacharias, Westsächsische Hochschule Zwickau
 Kathrin Scheider – Rutronik, Project Coordinator, Strategic Marketing
 Achim Grolman, Markt&Technik
 Christian Stadler, Markt&Technik

Inserentenverzeichnis

Agentur Lorenzoni GmbH Public Relations.....	87
Amphenol ICC	43
AVX Corporation.....	75
EEMB Co., Ltd.	9
Holitech Europe GmbH	65
INFINEON Technologies AG	108
INTEL Deutschland GmbH	54/55
Kingstate Electronics Corp.	49
KIOXIA Europe GmbH	13
Kontron Europe GmbH	7, 67
Lumberg Connect GmbH	63
Molex Deutschland GmbH	3, 51, 73
MPE-Garry GmbH	25
Murata Electronics Europe B.V.	21
Nordic Semiconductor ASA	27
Omron Electronic Components Europe B.V.	29
Panasonic Electric Works Europe AG	53
Panjit Europe GmbH	31
RECOM Electronic GmbH & Co. KG.....	81
ROHM Semiconductor GmbH	107
Samsung Electro-Mechanics GmbH	23
Schurter AG	59
SECH AG	83
STMicroelectronics GmbH	2, 33
Susumu Deutschland GmbH	57
TDK - Micronas GmbH	35
Telit Communications S.p.A.	69
Toshiba Electronics Europe GmbH	11
Transcend Information Trading GmbH	5
Vishay Electronic GmbH	37
Yageo Europe GmbH	39

**SMALLER
STRONGER
FASTER**



BOOST YOUR SYSTEM
DIE NÄCHSTE GENERATION DER ROHM-SiC-TECHNOLOGIE

Etabliert, erfahren, entwickelt: Als Technologieführer gestaltet ROHM die Energielösungen der Zukunft. Unsere hochentwickelte SiC-Technologie steigert die Leistung von Kfz-Stromversorgungssystemen. Wir produzieren SiC-Komponenten in einem vertikal integrierten Fertigungssystem im eigenen Haus und garantieren so höchste Qualität und eine konstante Versorgung des Marktes. Erzeugen Sie Höchstleistungen mit unseren neuesten SiC-Lösungen.

SMALLER

Kleineres Volumen und
reduziertes Gewicht

STRONGER

Stärkeres Potential durch
höhere Leistungsdichten

FASTER

Schnelles Laden und
effiziente Leistungswandlung



AUTOMOTIVE



INDUSTRIAL

www.rohm.com



New PROFET™+2 12V Grade0

High-side switch portfolio with extended junction temperature up to 175°C

PROFET™+2 12V is the new generation of smart high-side switches for automotive and industrial applications based on SMART7 technology. The family provides outstanding energy efficiency with reduced current consumption, state of the art current sense accuracy (kILIS), benchmark low cranking voltage capability and faster switching/slew rate with no impact on EMC. The whole portfolio is qualified for automotive applications according to AEC-Q100 Grade1 and AEC-Q100 Grade0.



www.infineon.com/profet-grade0

