

Powered by

Markt & Technik

DIE UNABHÄNGIGE WOCHENZEITUNG FÜR ELEKTRONIK

2022 | D

- *Know-how*
- *Applikation*
- *Future Mobility*
- *Rutronik Excellence*
- *Passive Bauelemente*

RUTRONIKER

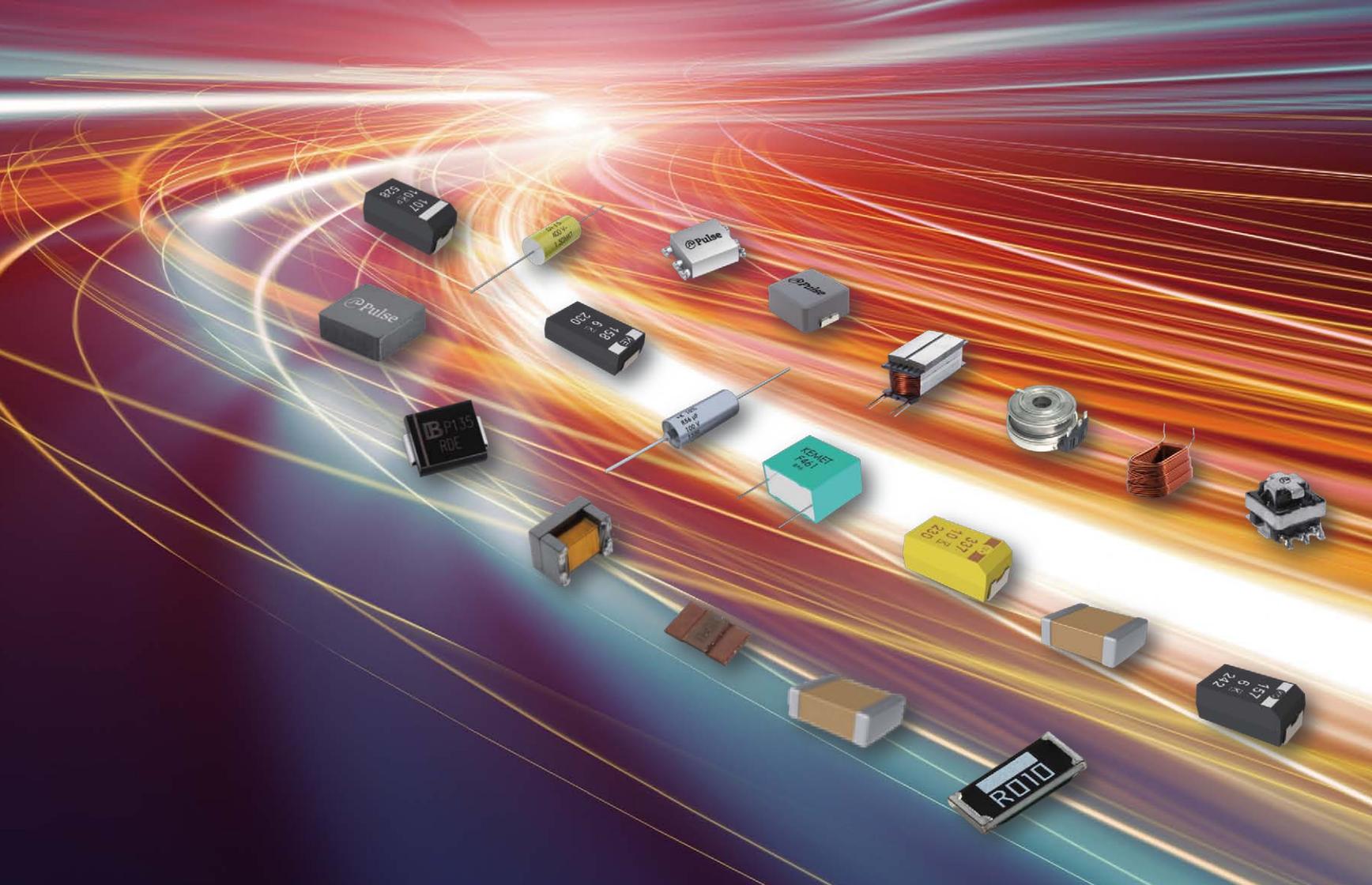
YAGEO

Group

KEMET **YAGEO**  **Pulse**

YAGEO GROUP AUTOMOTIVE SOLUTIONS

- Anti-Sulfurated Chip Resistors • Shunt Metal Current Sensors • Metal Composite Power Inductors
- Circuit Protection Components • Automotive High Frequency MLCC • BMS Transformers • DC Link E-Cap
- Polymer Tantalum • Pulse and Snubber • Aluminium Hybrid • Solid Polymer • DC Link Film





Andreas Mangler

Leitplanken in unsicheren Zeiten

Liebe Leserinnen und Leser,

die aktuellen Entwicklungen im Elektronikmarkt zeigen auf: Es gibt viele mikro- und makroökonomische Faktoren, die sich enorm unterschiedlich auf Wertschöpfungs- und Lieferketten auswirken. Innovationen und Anwendungen rund um Trends wie industriell angewandte KI, Sicherheit, E-Mobilität und die Konnektivität mit Wireless- und Embedded-Systemen halten an und stimmen positiv. Es bleiben allerdings Herausforderungen rund um steigende Energiepreise, die die Marktentwicklung der erneuerbaren Energien extrem beschleunigen. Hinzu kommen die bereits mehr als ein Jahr andauernde Verknappung in manchen Produktbereichen bei den Halbleitern und die damit verbundenen Lieferverzögerungen bei gleichzeitig anhaltend stabiler Nachfrage nach Halbleitern bzw. elektronischen Komponenten insgesamt.

Lesen Sie hierzu im Interview, wie mein Kollege Jan Stoll und ich gemeinsam aktuelle Maßnahmen wie den EU Chips Act einschätzen. Wir zeigen dabei insbesondere auf, welche Chancen, aber auch Herausforderungen auf Europa mit der Ansiedlung von Fabs zukommen werden. Wir schauen außerdem besorgt auf die hohen Lagerbestände bestimmter Akteure in der Wertschöpfungskette und wie diese Lagerhaltung an hochpreisigen Halbleitern bereits sehr bald zu einem Cashflow-Problem aufseiten einiger Unternehmen werden könnte. Lesen Sie ab Seite 71 noch mehr über die Rolle unterschiedlichster Player in der Elektronik-Supply-Chain im Zusammenhang mit diesen aktuellen Entwicklungen.

Die in dem Interview skizzierten Faktoren und Entwicklungen bringen noch einmal mehr Dynamik in den weltweiten Elektronikmarkt. Die Kombination aus globaler Standardisierung gepaart mit einer regionalen Anpassung der Produkt- und Vertriebsstrategien ist dabei essenziell. In einem weiteren Interview erläutert unser CEO Thomas Rudel, wie Rutronik Maßnahmen in diese Richtung initiiert und umsetzt. Er erörtert dabei ab Seite 24 die Ausweitung der Geschäftsführung ebenso wie die in diesem Jahr gestartete Regionalisierungsstrategie mit einem Fokus auf globaler Vernetzung bei gleichzeitig noch stärkerer Orientierung an den Markt- und Kundenbedürfnissen vor Ort.

Auch mit unseren Rutronik System Solutions setzen wir genau an den Bedürfnissen unserer Kunden an. Denn wir beobachten, dass viele Forschungs- und Entwicklungspotenziale aus Zeit- und Ressourcengründen aufseiten der Industrie unangetastet bleiben. Wir arbeiten daher gemeinsam mit Forschungseinrichtungen, Hochschulen und Universitäten Lösungen als Proof-of-Concepts aus, um Innovationspotenziale in industrielle Märkte zu tragen und die Time to Market aufseiten unserer Kunden zu verkürzen. Hier schließen wir die Lücke zwischen Wissenschaft und Ingenieurkunst. Erfahren Sie auf Seite 53 mehr über unsere Rutronik System Solutions und erste patentierte Designs, die wir unter dem Dach unserer Rutronik IP-Aktivitäten AI³ (A Triple I) entwickeln.

Wie gewohnt erwarten Sie viele weitere Beiträge zu aktuellen und zukunftsweisenden Technologien, Anwendungen und Komponenten. Stellvertretend für das gesamte Team von Rutronik wünsche ich Ihnen eine spannende Lektüre mit wertvollen Impulsen und Anregungen für Ihre Arbeit.

Ihr
Andreas Mangler
Director Strategic Marketing
und Mitglied der erweiterten Geschäftsführung bei Rutronik

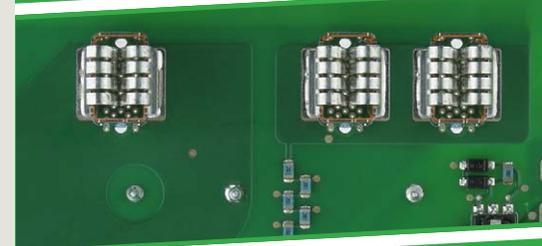


**Hochstrom-
Kontaktelemente**

vielfältige Einsatzmöglichkeiten
in kompakten Steuergeräten
und On-Board-Lademodulen

Kontaktierung mit Flachmesser,
steckbar von oben
oder von unten

für SMT-Löten
oder Schweißen



von 60 A
bis 80 A

Editorial	3
-----------	---

● APPLIKATION

Geräte nach EU-Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EC entwickeln: Energieeffiziente Bauteile unterstützen Klimaschutz	6
Die passende Logik-Familie für jede Anwendung: Aus bester Familie	10
Intelligente Displaymodule: Ein smarterer Weg zur zeitgemäßen Benutzeroberfläche	14
Entwicklungs-Tools für Embedded Software: Mit flexiblem Workflow zu effizienterer Entwicklung	18
Kabellose Akku-Werkzeuge: Alle Trends und Anforderungen beim Design berücksichtigen	22

● RUTRONIK EXCELLENCE



Interview mit Rutronik-CEO Thomas Rudel: »Den europäischen Markt stärken«	24
---	----

Rutronik System Solutions: Mehrwert für die gesamte Wertschöpfungskette	53
Blick auf die Elektronik-Supply-Chain: »Der Markt muss resilienter werden«	71

● KNOW-HOW

Teilentladungstests: Qualität von Kleinleistungstransformatoren überprüfen	26
Warum F-RAM für die Datenerfassung so wichtig ist: Daten effizient und sicher speichern	29
Neue Speichertechnologie für innovative IoT-Anwendungen: Die goldene Mitte	32
Design-in von eMMC in verschiedenen Umgebungen: Lang lebe der Speicher!	36
WiFi 6 und WiFi 6E – die neuesten WiFi-Standards: Fit für die aktuellen und künftigen Anforderungen	39
Bluetooth LE Audio: Mehr auf die Ohren	42
Displaytechnologie: E-Paper Displays auf dem Weg in eine neue Farbdimension	48
Auswahlhilfe für EEPROMs: Richtig mit dem Memory verbunden	50

● PASSIVE BAUELEMENTE

Fluch und Segen der MLCC-Versionsvielfalt: Wissenswertes für mehr Versorgungssicherheit	56
Polymer-Tantal-Kondensatoren: Effektiv entkoppeln	58
Vibrationsbeständige Elektrolytkondensatoren: Wie der Fels in der Brandung	62
THB-Grades bei Folienkondensatoren: Robust und langlebig	64
Quarze, Oszillatoren und Echtzeituhren: Lieferfähig dank eigener Quarz-Produktion	66
Ethernet-Transformatoren: Hohe Qualität durch automatisierte Fertigung	69

● FUTURE MOBILITY

Bauteile für On-Board Charger: Was für das effiziente Laden von Elektrofahrzeugen nötig ist	74
Ladeanschluss für Elektrofahrzeuge: Warum Laden nicht nur Tanken 2.0 ist	78
DC/DC-Wandler: Elektromobilität in rauen Umgebungen	80
Mehr funktionale Sicherheit im Auto: ESD beherrschen für eine störungsfreie Datenübertragung	82
Smarte eFuse für Automotive-Anwendungen: Mehr Sicherheit für 48-V-Bordnetz-Architekturen	84
Automotive-qualifiziertes MEMS-Mikrofon: Womit das Auto die Ohren spitzt	86
Elektronische Lastabsicherung mit dem Infineon ProFET Load Guard: Guardians of Automated Mobility	88

Impressum	68
Inserentenverzeichnis	68



UFS

High Performance Storage

For applications demanding for superior interface performance, KIOXIA is offering a broad line-up of new UFS Memory products. Utilizing a full duplex serial high-speed interface, it is compliant with the latest UFS Version 3.1 and 4.0. In combination with the embedded memory management, it offers a highly efficient and excellent performing storage solution. UFS memory enables next generation mobile devices to take full advantage of the connectivity benefits of 5G, leading to faster downloads and reduced lag time – and improved user experience.

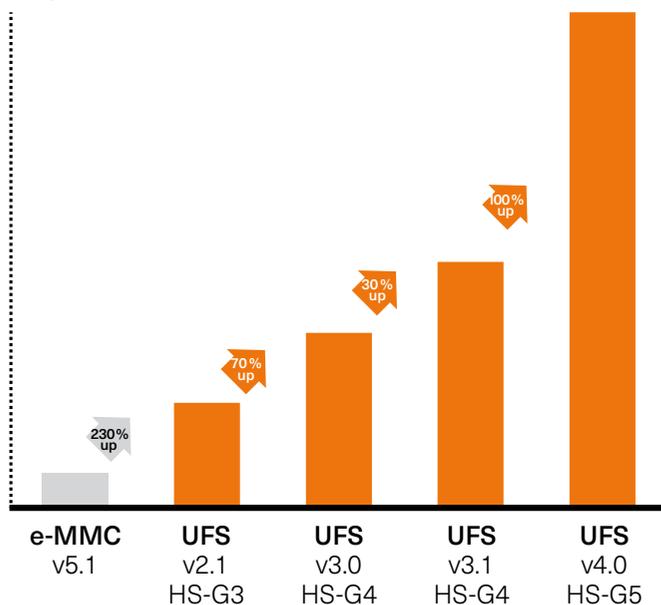
SPECIFICATIONS

FEATURES	UFS – UNIVERSAL FLASH STORAGE
Density	128 GB – 1 TB
Technology	BiCS FLASH™
JEDEC Version	3.1 and 4.0
Temperature	-25° C to 85° C
Package	153 ball FBGA (11.5 x 13 mm and 11 x 13 mm)

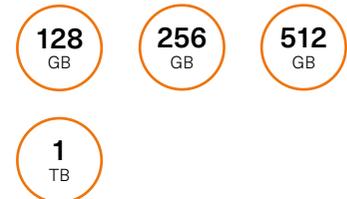
COMPARING THE PERFORMANCE:

■ e-MMC ■ UFS

Sequential Read



CAPACITIES:



KEY FEATURES:

- 128 GB – 1 TB
- BiCS FLASH™
- 3D-TLC technology
- UFS Version 3.1 and 4.0
- Integrated memory management:
 - Error correction code
 - Bad block management
 - Wear-levelling
 - Garbage collection
- WriteBooster: Enables significantly faster write speeds
- Standard temperature range up to 85°C
- FBGA package
- High Speed Serial interface

ADVANTAGES

- High speed interface up to 1160 MB/sec / 2320 MB/sec / 4640 MB/sec
- Managed memory
- Package, interface, features, commands, etc. are standard
- Utilises high quality KIOXIA BiCS FLASH™ memory in combination with a KIOXIA origin developed controller

APPLICATIONS:

- Consumer Electronics
- Multimedia Applications
- Industrial Applications
- Smart Applications



Geräte nach EU-Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EC entwickeln

Energieeffiziente Bauteile unterstützen Klimaschutz

Am Klimaschutz geht kein Weg vorbei, darüber besteht Einigkeit. Doch die Klimaziele lassen sich nur mit noch effizienteren elektronischen Geräten erreichen. Hierfür hat die EU in der Ökodesign-Richtlinie Mindestanforderungen festgelegt. Innovative Bauteile helfen, diese zu erfüllen.

VON EMILIA MANCE, CORPORATE PRODUCT SALES MANAGER STANDARD PRODUCTS BEI RUTRONIK

Rund ein Viertel des Stromverbrauchs in Deutschland entfiel 2018 auf die privaten Haushalte. Mit 129 Terawattstunden waren das immerhin 7,2 Prozent weniger als 2008 (Quelle: Umweltbundesamt). Dieser Rückgang ist u. a. auf Verbraucher-Kennzeichnungen zurückzuführen wie der »Blaue Engel« und das EU-Energielabel mit den Energieeffizienzklassen von A+++ bis G. Zudem tragen die Energieeffizienz-Standards, die in der EU-Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EC festgelegt sind, zu Einsparungen bei.

Ziel der Ökodesign-Richtlinie ist es, die Umweltverträglichkeit sogenannter energieverbrauchsrelevanter Produkte über ihren gesamten Lebensweg zu verbessern. Hierfür gibt sie verpflichtende Anforderungen für Geräte vor,

die erhebliche Umweltauswirkungen »gemäß den im Beschluss Nr. 1600/2002/EG festgelegten strategischen Prioritäten der Gemeinschaft« haben. Außerdem müssen die Geräte über ein großes Potenzial zur Verbesserung der Umweltverträglichkeit bei angemessenen Kosten verfügen, und ihr jährliches Verkaufsvolumen in der EU muss die Marke von 200.000 Stück übersteigen.

Betroffen sind also z. B. Haushaltsgeräte wie Kühl- und Gefriergeräte, Geschirrspül- und Waschmaschinen, Herde, Mikrowellen und Öfen, Smart-Home-Geräte und Unterhaltungselektronik, aber auch PCs, Elektromotoren und Schweißgeräte.

Zudem gibt es die Stand-by-Verordnung der EU, die Ökodesign-Anforderungen an den Stromverbrauch elektrischer und elektronischer Haushalts- und Bürogeräte im Bereitschafts- und Auszustand festlegt. Beispielsweise große Haushaltsgeräte wie Herde, Öfen oder auch Fernseher dürfen laut Richtlinie im Stand-by-Modus und Auszustand maximal 0,5 W verbrauchen, bei Informations- oder Statusanzeige höchstens 1 W.

Mit entsprechenden Bauteilen unterstützt Rutronik seine Kunden dabei, energieeffiziente Geräte zu entwickeln, die diese Anforderungen erfüllen. Einige Beispiele.

LDO-Spannungsregler mit Abschaltpin

Ein Low-Dropout-Regler (LDO-Regler) ist ein linearer Gleichspannungsregler, der die Ausgangsspannung selbst dann regeln kann, wenn sich die Versorgungsspannung kaum von der Ausgangsspannung unterscheidet. Ein LDO-

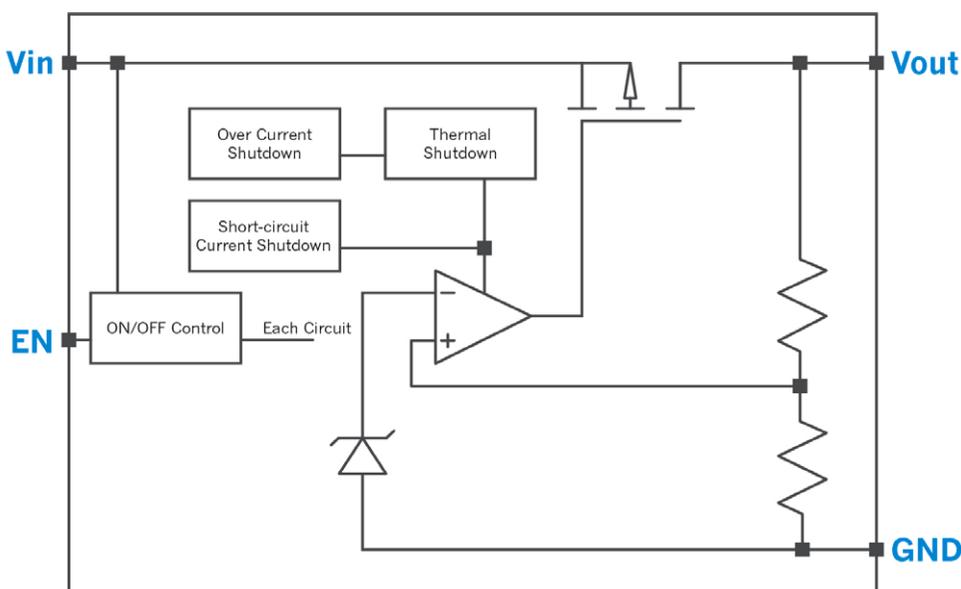


Bild: Diotec

Bild 1: Über seine Enable-Funktion kann der LDO-Regler LDI8119EN von Diotec das System durch ein externes Signal ein- und ausschalten.



Bild 2: Die Zener-Diode MM1Z4711 von Diotec benötigt nur 50 µA und ermöglicht damit Geräte mit geringem Leistungsverbrauch.

Regler arbeitet sehr effizient, da er abgeschaltet werden kann, wenn er nicht gebraucht wird und dann keine Energie verbraucht. Dadurch ist er ideal für Geräte, die sich häufig im Stand-by-Betrieb befinden, und für Anwendungen, deren Ausgangsspannung nur geringfügig unter der Eingangsspannung geregelt werden muss.

Im Vergleich zu anderen getakteten DC/DC-Reglern haben LDO-Regler weitere Vorteile zu bieten. Durch die lineare Funktionsweise verzichtet der LDO-Regler auf geschaltete Transistoren, die wiederum Störungen und Rauschen erzeugen würden. Sie benötigen keine Induktivitäten und Transformatoren und ermöglichen dadurch kleinere Geräte, außerdem eine einfachere Konstruktion. Allerdings müssen sie, anders als Schaltregler, Leistung bzw. Wärme über die Regeleinheit abführen.

Bei Schaltreglern wird am Ausgang häufig zusätzlich ein LDO-Regler als aktiver Filter ergänzt. Gerade bei Anwendungen in der Messtechnik und Sensorik sind rauscharme

und störungsfreie Stromversorgungen z. B. für hochauflösende ADCs und DACs oder Präzisions-OPAMPs enorm wichtig. Denn alleine können sie kaum die dazu notwendige geringe Ausgangs-Restwelligkeit (Ripple) erreichen, die für eine enge Rauschspezifikation nötig ist. Hierfür empfehlen sich LDO-Regler, die entsprechend der Schaltfrequenz des vorgeschalteten Schaltreglers ein hohes Betriebsspannungsunterdrückungsverhältnis (Power Supply Rejection Ratio, PSRR) zwischen Eingangs- und Ausgangsseite haben.

Der PSRR ist eine der wichtigsten Kenngrößen von LDO-Reglern. Er gibt an, inwieweit der LDO-Regler in der Lage ist, die Schwankungen an der Ausgangsseite zu dämpfen, die durch die variable Eingangsspannung entstehen. Dabei gilt:

$$\text{PSRR} = 20 \log_{10} \cdot V_{in} / V_{out}$$

Weitere wichtige Größen sind die Dropout-Spannung und der Ruhestrom. Die Dropout-Spannung ist die für die interne Regelung notwendige Differenz zwischen den Eingangs- und Ausgangsspannungen genau an dem Punkt, an dem sich die Ausgangsspannung bei weiter fallender Eingangsspannung nicht mehr regeln lässt. Der Ruhestrom eines LDO-Reglers setzt sich aus seinem Rückkopplungs- und Ansteuerstrom zusammen. Je geringer der Ruhestrom und die Dropout-Spannung sind, desto höher ist der Wirkungsgrad des LDO-Reglers.

Lebensdauer von Batterien mit LDO-Regler verlängern

Ein LDO-Regler kann in einem Batteriesystem sehr effektiv die Energieeffizienz erhöhen, indem er den Verbrauch im Stand-by-Modus

minimiert. Hierfür ist z. B. der neue Spannungsregler LDI8119EN von Diotec (Bild 1) hervorragend geeignet, der mittels Enable-Funktion das System im Stand-by ausschalten kann. Dabei schaltet der Enable-Eingang (EN) das Batteriesystem durch ein externes Signal ein und aus. Ist der Regler deaktiviert, läuft die interne Bandgap-Referenz weiter, was schnelle Einschaltzeiten ermöglicht.

Ist der LDO-Regler ausgeschaltet, wird der Eingangsstrom typischerweise auf 1 µA begrenzt. Dieser Abschaltstrom ist nicht zu verwechseln mit dem Ruhestrom, also dem Strom, den das eingeschaltete Gerät ohne Last verbraucht. Beide, Abschalt- und Ruhestrom, sind wesentliche Parameter für die Lebensdauer von Batterien. Denn für die Verlustleistung (Power Dissipation, PD) gilt:

$$\text{PD} = (V_{in} - V_{out}) \cdot I_{out} + (V_{in} \cdot I_Q)$$

Wird der LDO-Regler nicht belastet, geht also der Ausgangsstrom gegen 0 A, ist der Ruhestrom (I_Q) die ausschlaggebende Größe für die Verlustleistung. Dieser ist für fast die Hälfte der gesamten Verlustleistung verantwortlich.

Das heißt: Bei Anwendungen, bei denen das Gerät überwiegend im Leerlauf betrieben wird, spielt der Ruhestrom eine große Rolle und sollte beim Design berücksichtigt werden.

Der LDI8119EN von Diotec zeichnet sich durch einen besonders niedrigen Ruhestrom von nur 60 µA aus. Mit einem Abschaltstrom von 0,4 µA bis 1,0 µA eignet er sich bestens für alle Batteriemangement-Applikationen. So lässt sich mit dieser einfachen Komponente die Effizienz des Batteriesystems erheblich erhöhen und damit die Lebensdauer der Batterie verlängern.

Anzeige

G&K NOW PART OF
Littelfuse



Leading Innovation & Quality

New Thinking, New Design, New Products

THB

- Miniature thumbstick switch

PLP16

- LED sealed pushbutton switch

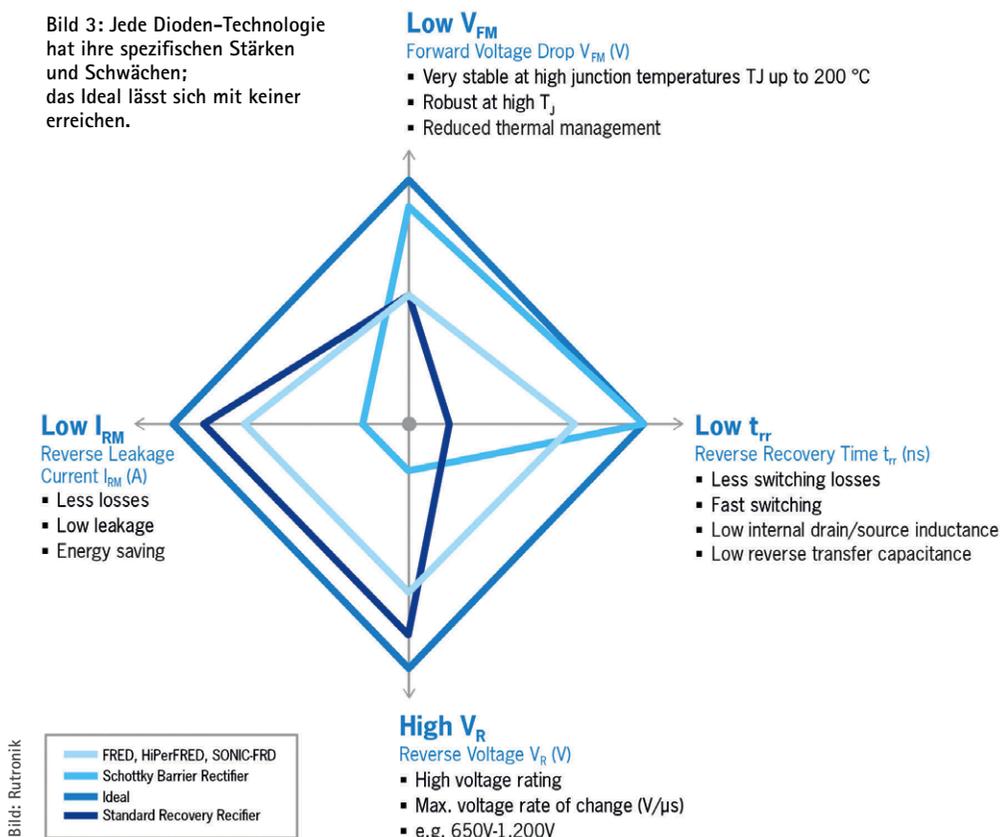
TF3

- Miniature snap-acting switch

<https://www.ckswitches.com>



Bild 3: Jede Dioden-Technologie hat ihre spezifischen Stärken und Schwächen; das Ideal lässt sich mit keiner erreichen.



Zener-Diode mit Test-Strom von nur 50 μ A

Zener-Dioden werden üblicherweise mit einigen mA betrieben, was für einen Leistungsverbrauch von mehreren Milliwatt sorgt. Das kann zu viel sein, um die Ökodesign-Richtlinie einzuhalten. Die Dioden MMS1ZXX und MMS-ZXX von Diotec und Panjit arbeiten hingegen mit nur 50 μ A und senken so den Leistungsverbrauch (Bild 2). Sie werden typischerweise zur Spannungsstabilisierung und -regelung eingesetzt. Die Toleranz der Z-Spannung ist in der Standard-Ausführung gestuft nach der internationalen Reihe E24 (± 5 Prozent). Andere Toleranzen und höhere Arbeitsspannungen sind auf Anfrage erhältlich. Ihre Verlustleistung beträgt maximal 500 mW. Sie hat darüber hinaus einen niedrigen Sperrstrom und eine flache Bauform.

Schnelle Gleichrichterioden für mehr Energieeffizienz

In der Leistungselektronik haben Gleichrichterioden einen entscheidenden Einfluss auf die Leistung des Gesamtsystems, z. B. in PFC-Schaltungen (Power Factor Correction) und Anwendungen wie Motorsteuerungen, Wechselrichter, Brücken- und DC/DC-Wandler. Schaut

man, welche Komponenten im Betrieb dieser Systeme die meiste Wärme produzieren, kommt man meistens auf die Gleichrichterioden.

Die ideale Gleichrichterioden auszuwählen ist jedoch keine einfache Aufgabe. Denn jede Dioden-Technologie hat ihre Vor- und Nachteile und jede Applikation individuelle Anforderungen, die sich teilweise widersprechen (Bild 3). Um für jede Applikation die optimale Diode anzubieten, verfügt Rutronik über ein breites Produktportfolio an Dioden mit verschiedenen Technologien.

Geht es um Energieeffizienz, ist die »Superfast Efficient«-Gleichrichterioden ES1G, z. B. von den Herstellern Panjit, Diotec und Diodes, hervorzuheben. Sie ist ideal für Leistungsschaltungen, die mit hohen Frequenzen wie etwa Schaltnetzteile arbeiten. Hier treten neben Durchlassverlusten auch Schaltverluste auf, die zunehmen, je länger die Schaltzeit ist. Da die Gesamtverluste die Summe aus Durchlass- und Schaltverlusten sind, sind bei der Auswahl eines geeigneten Dioden-Typs beide Parameter zu berücksichtigen. Bei einer Schaltung, die mit einer Frequenz von wenigen kHz und Strömen von einigen Ampere und mehr arbeitet, empfiehlt sich eine schnelle Diode mit niedriger Durchlassspannung. Bei einer Schaltung, die bei einigen 100 kHz arbeitet, liegt der Fokus auf einer Diode mit kurzer Schaltzeit. Idealerweise kombiniert die Diode eine

niedrige Durchlassspannung und eine kurze Schaltzeit, wie die ES1G. Dadurch reduziert sie die Verlustleistung und damit die Leistungsaufnahme des Systems maßgeblich.

Schottky-Diode mit geringem Sperrstrom und niedriger Flussspannung

Bei Geräten, die dauerhaft in Betrieb sind wie Herd oder Mikrowelle, kommt es darauf an, jedes Milliwatt an Leistung einzusparen, um die Ökodesign-Richtlinie zu erfüllen. Mit einem Sperrstrom unter dem Industriestandard und niedriger Flussspannung trägt die Schottky-Diode SK34SMA L217 15MQ040N von Diotec dazu bei. Sie übernimmt hier die Ausgangsgerichtung der Stromversorgung. Auch für das kabellose Laden von batteriebetriebenen Geräten eignet sie sich ideal als Ausgangsgerichter. Durch ihre geringen Leckströme ermöglicht sie zudem eine längere Stand-by-Dauer.

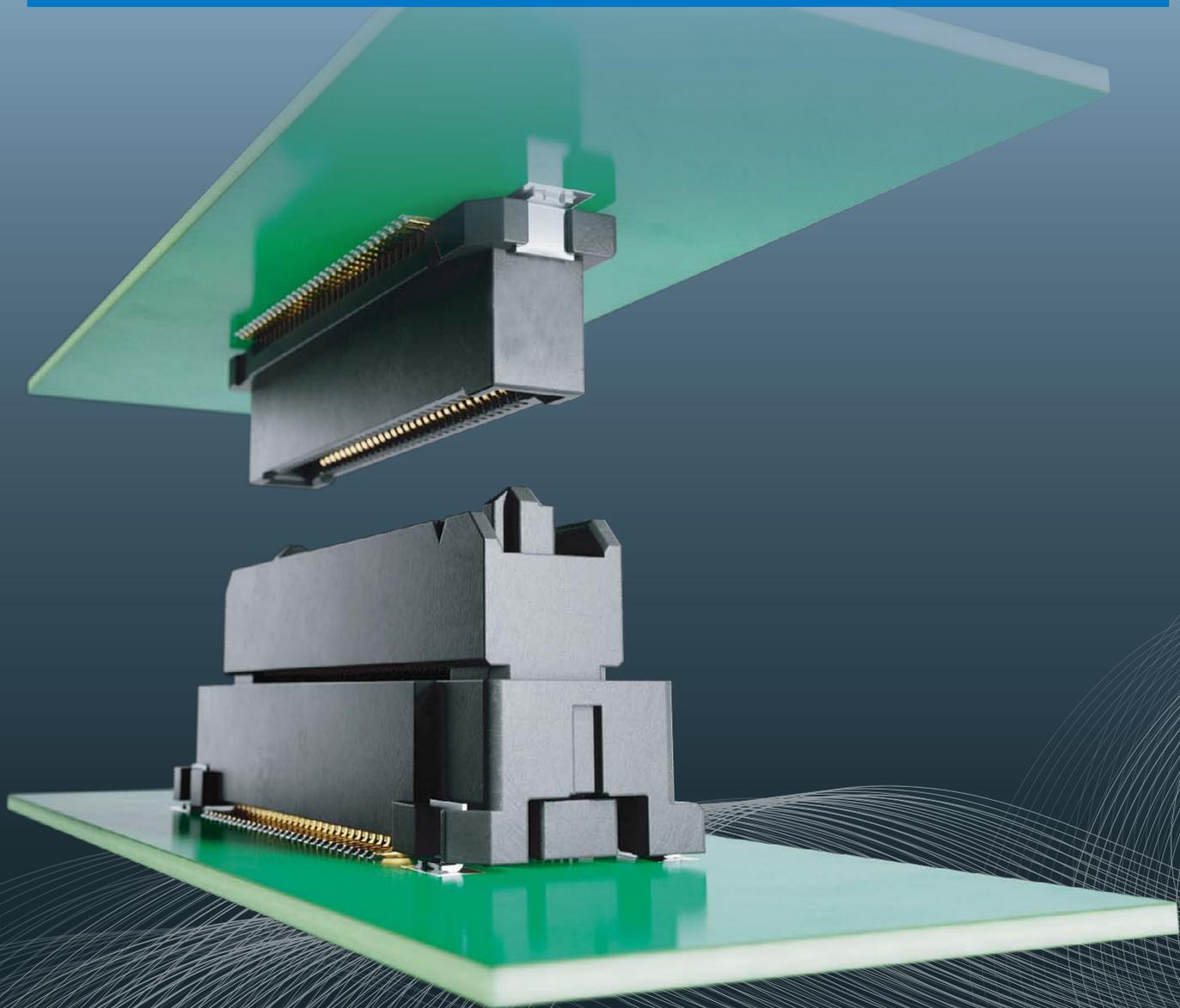
Wie schafft sie das? Bislang galten die Durchlassspannung und der Rest-Sperrstrom als Hauptparameter für Schottky-Dioden. Sie hängen voneinander ab: Wird die Durchlassspannung reduziert, erhöht sich der Rest-Sperrstrom und umgekehrt.

Es herrscht immer noch die Meinung vor, dass die Durchlassspannung den Hauptbeitrag zur Verlustleistung leistet, während der Rest-Sperrstrom von geringerer Bedeutung ist. Doch das stimmt so nicht mehr in jedem Fall. Ein Beispiel: Ist die Ausgangsspannung bei einem Aufwärtswandler viel größer als die Eingangsspannung, ist die Einschaltdauer sehr lang. Je länger sie ist, desto länger ist die Schottky-Diode in Sperrichtung vorgespannt und desto größer sind die Sperrverluste. Deshalb ist es wichtig, bei Dimensionierung und Auswahl der passenden Schottky-Dioden immer die Betriebszustände in der Anwendung bzw. Praxis vorab genau zu analysieren. Die Gesamtverluste sind also die Summe aus Schaltverlusten, Durchlassverlusten und Sperrverlusten.

Fazit

Die Beispiele zeigen, dass innovative Bauteile maßgeblich dazu beitragen können, energieeffizientere Geräte zu entwickeln, die der Ökodesign-Richtlinie entsprechen. So leisten sie einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz. ■

WE CONNECT



THE MA01 SERIES

BtB HIGH SPEED TRANSMISSION FLOATING CONNECTORS FOR AUTOMOTIVE

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



Technology to Inspire Innovation

JAE

Die passende Logik-Familie für jede Anwendung

Aus bester Familie

Logik-Familien gibt es viele, und jede hat ihre Eigenheiten. Damit kann es zur Herausforderung werden, die passendste für die jeweilige Anwendung zu finden. Der Überblick hilft, die richtige, individuelle Entscheidung zu treffen.

VON THOMAS BOLZ, CORPORATE PRODUCT
MANAGER STANDARD PRODUCTS BEI
RUTRONIK

Damit die Applikation funktioniert, müssen logische Verknüpfungen, Spannungsbereiche oder Logikebenen hinterlegt und Signale zwischen digitalen ICs übertragen werden. Die einfachste Lösung ist die Verwendung von Logik-Bausteinen. Durch diese wird eine simulierte Digitalschaltung in die Anwendung überführt.

Jede Logik-Familie hat ihre spezifischen Eigenschaften. Die Bausteine unterscheiden sich in der Pegelhöhe und Versorgungsspannung, im Stör- bzw. Rauschabstand, der Gatterlaufzeit, der maximalen Frequenz, der Leistungsaufnahme sowie bei Fan-in und Fan-out.

Zwei Familien bestimmen den Markt

Der Markt wird von zwei großen Familien – jeweils mit ihren Unterfamilien – beherrscht. Zum einen sind das die Transistor-Transistor-Logik(TTL)-Gatter (Logik auf Bipolartransistor-Basis), zum anderen Bausteine basierend auf »Complementary Metal Oxide Semiconductor«-Technologie (CMOS), also Feldeffekttransistoren mit gegensätzlicher Polarität.

Familie	Eigenschaft
74 xx	Standard-TTL
74 H xx	High-Speed-TTL
74 ALS xx	Advanced-Low-Power-Schottky-TTL, schnell und energiesparend
74 AS xx	Advanced-Schottky-TTL, die schnellste erhältliche TTL-Familie
74 F xx	Fast TTL, sehr schnelle TTL-Familie
74 L xx	Low-Power-TTL
74 LS xx	Low-Power-Schottky-TTL (Ersatz für 74 und 74L), schnell und energiesparend
74 S xx	Schottky-TTL, schnelle Standard-TTL-Reihe

Tabelle 1: Die TTL-Familien und ihre Eigenschaften

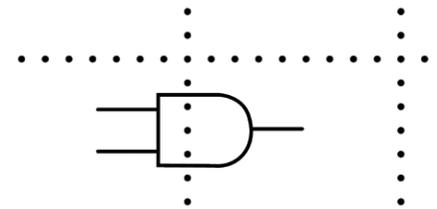


Bild 1: Standard-Symbol für Logikgatter mit einer Vielzahl von Varianten bei Gehäuse und Kanalzahl

Die Mitglieder der TTL-Familie bestehen aus einem Satz von Logikgattern, die aus Transistoren, Dioden und Widerständen aufgebaut sind. Sie decken praktisch alle denkbaren Anwendungen mit Schaltkreisen niedrigen und mittleren Integrationsgrades ab. Die Signalein- und -auskopplung erfolgt über Transistoren. TTL-Gatter zeichnen sich durch kurze Schaltzeiten und einen verhältnismäßig hohen Ausgangsstrom aus, der es gestattet, kleinere Lasten direkt anzusteuern. Die Treibermöglichkeit eines hohen Ausgangsstroms geht gleichzeitig einher mit einer hohen Ruhestromaufnahme und somit auch mit einem relativ hohen Leistungsbedarf. Das erzwingt wiederum große Chipflächen, um die entstehende Verlustwärme abzuführen, und begrenzt die Integrationsdichte. Beispiele für TTL-Familien sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Die Logiken auf Basis der CMOS-Technologie werden aufgrund ihrer zahlreichen Vorteile – beispielsweise geringerer Stromverbrauch und weniger Rauschen – inzwischen am häufigsten verwendet. Ihr Grundbaustein ist die Kombination eines n-Kanal-MOSFET mit dem komplementären p-Kanal-MOSFET (Bild 2).

In jedem Schaltzustand ist einer der beiden MOS-

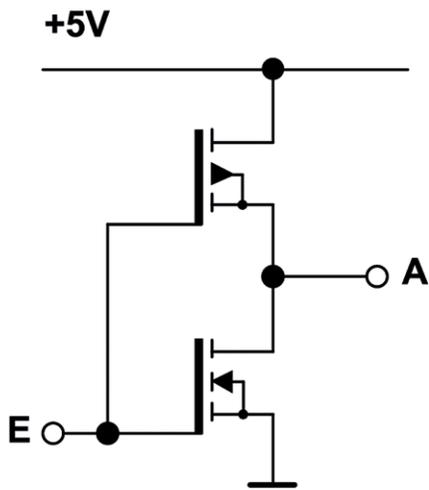


Bild 2: Grundbaustein aller CMOS-Gatter ist eine aus zwei komplementären MOSFETs bestehende Stufe. Dies ist die einfachste Form des Inverters.

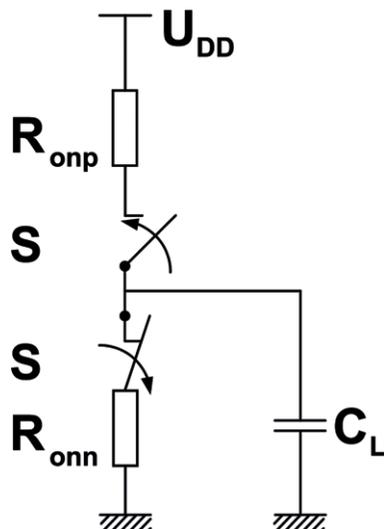


Bild 3: Modellierung der Verlustleistung eines CMOS-Gatters

FETs gesperrt und der Ruhestrom ist näherungsweise Null; es fließen nur Isolations- und Sperrschichtleckströme von wenigen Nanoampere. Zudem ist die Schaltung größtenteils frei von parasitären Widerständen, wodurch CMOS-Gatter während des statischen Zustands keine Energie verbrauchen. Allerdings ist die mittlere Stromaufnahme des CMOS-Gatters abhängig von der Umschaltfrequenz und steigt mit der Frequenz: Der überwiegende Verbrauch entsteht bei der Auf- und Entladung der Transistorkapazitäten C_T . Beim Aufladen wird Energie gespeichert, gleichzeitig wird dieselbe Menge im aufladenden FET in Wärme umgesetzt. Beim Entladen wird die im Kondensator gespeicherte Energie im entladenden FET in Wärme umgesetzt. Das heißt, bei einem Low-High-Low-Zyklus wird die Energie in Wärme umgewandelt. Daraus ergibt sich die folgende Verlustleistung:

$$P_V = W/t = W \cdot f = C_T \cdot V_{DD}^2 \cdot f$$

Beispiele für CMOS-Familien sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Pegel bei der TTL- und der CMOS-Technologie

In einem Logikgatter sind die Spannungsbereiche zur Ansteuerung für die Ausgangssignale schmäler als die der Eingangssignale. Das führt bei der Zusammenschaltung mehrerer Grundschaltungen dazu, dass Störsignale und Rauschen in gewissen Grenzen nicht zu einem Fehlverhalten der Gesamtschaltung führen. Die sich nicht überlappenden Bereiche zwischen Eingang und Ausgang (bzw. High- und Low-Pegel) werden als Rauschabstände S_H und S_L bezeichnet.

Ein TTL-Eingang erkennt über den gesamten Versorgungsspannungsbereich hinweg zwischen 0 und 0,8 V eine logische 0 und von 2 bis 5 V eine logische 1. Der Spannungsbereich zwischen 0,8 und 2 V ist eine verbotene Zone. Ein Signal, das über längere Zeit in diesem Bereich anliegt, kann das Gatter zum Schwingen anregen und eine Fehlfunktion auslösen. Am Ausgang liegen die Pegel für 1 zwischen 2,4 und 5 V und die 0-Pegel zwischen 0 und 0,4 V (Bild 4, oben).

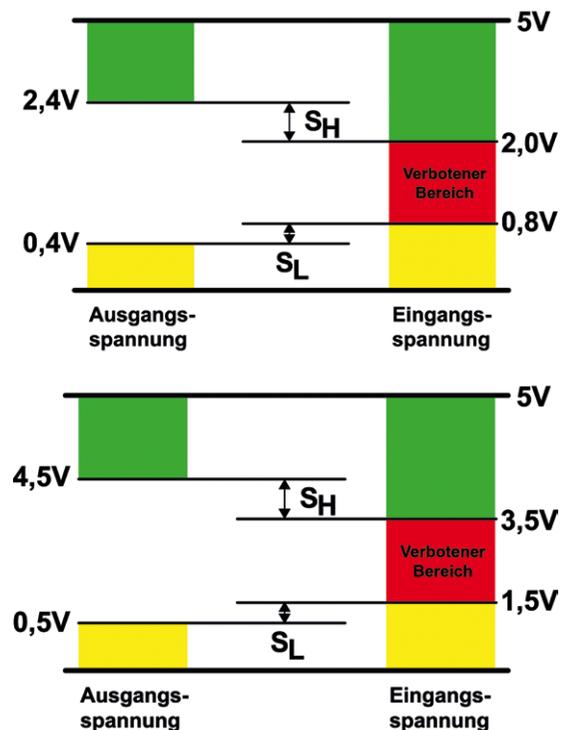


Bild 4: TTL-Pegel (oben) mit S_H bzw. $S_L = 0,4$ V im Vergleich zum CMOS-Pegel mit S_H bzw. $S_L = 1$ V bei 5 V (unten)

Ein CMOS-Gatter erkennt bei 5 V Versorgungsspannung zwischen 0 V und 1,5 V am Eingang einen logischen 0-Pegel und zwischen 3,5 und 5 V einen logischen 1-Pegel. Am Ausgang sind die Werte entsprechend 0 bis 0,5 V für logisch 0 und 4,5 bis 5 V für logisch 1. Liegt eine Spannung von 5 V an, sind die Störabstände bei CMOS bereits größer als bei TTL (Bild 4). Da bei CMOS die Pegel von der Betriebsspannung abhängen – als Faustformel gilt: $U_{th} = 0,7 \cdot U_V$ –, ergibt sich die Möglichkeit, durch eine höhere Betriebsspannung den Störabstand am Gattereingang zu vergrößern. Diese Option besteht bei TTL nicht.

Je größer der Störabstand eines Gatters ist, desto kleiner ist die Wahrscheinlichkeit einer Fehlfunktion und desto verrauschter kann ein Signal sein, ohne Fehlfunktionen auszulösen – ein eindeutiger Vorteil der CMOS-Technologie.

Kombination unterschiedlicher Logik-Familien

Bei der Bearbeitung, Verknüpfung und Aufbereitung von Signalen wird die Kombination von Gattern auch aus unterschiedlichen Familien (z. B. TTL und CMOS) unumgänglich. Dabei sind verschiedene Eigenschaften wie Pegel und Fan-out zu berücksichtigen.

Familie	Eigenschaft
74 AC	Advanced CMOS
74 ACT	AC mit TTL-kompatiblen Eingängen
74 HC	High-Speed-CMOS
74 HCT	HC mit TTL-kompatiblen Eingängen
74 AHC	Advanced-High-Speed-CMOS
74 AHCT	AHC mit TTL-kompatiblen Eingängen
74 VHC	Very-High-Speed-CMOS
74 VHCT	VHC mit TTL-kompatiblen Eingängen
74 LV	Low-Voltage CMOS
74 LVC	Low-Voltage CMOS (V_{cc} 1,65 – 3,60 V, Eingänge sind auch bei niedriger V_{cc} bis 5,5 V tolerant)
74 LVX	Low-Voltage CMOS (V_{cc} 2,00 – 3,60 V, Eingänge sind auch bei niedriger V_{cc} bis 5,5 V tolerant)

Tabelle 2: CMOS-Familien und ihre Eigenschaften

Familie	Typ	t_{pd}
Standard-TTL	7400	10 ns
Low-Power-Schottky-TTL	74 LS 00	10 ns
Schottky-TTL	74 S 00	3 ns
Low-Power-Advanced-TTL	74 ALS 00	4 ns
Fast TTL	74 F 00	3 ns
Advanced TTL	74 AS 00	1,5 ns
Standard-CMOS	4000	90 ns
	74 C 00	30 ns
High-Speed-CMOS	74 HC 00, 74 HCT 00	≈ 10 ns (spannungsabhängig)
Advanced CMOS	74 AC 00, 74 ACT 00	≈ 3 ns
Low-Voltage-CMOS	74 LV 00	14 ns
	74 LVC 00	7 ns
	74 ALVC 00	4 ns

Tabelle 3: Schaltzeiten von TTL- und CMOS-Komponenten (Quelle: Wikipedia)

Ein Vergleich der Pegeldiagramme von TTL und CMOS (Bild 4) zeigt deutlich, dass man einen TTL-Eingang direkt an einen CMOS-Ausgang anschließen kann, da die CMOS-Ausgangsspannungen im Bereich der TTL-Eingangspegel liegen. Es muss jedoch darauf geachtet werden, dass der CMOS-Baustein genügend

Strom zur Ansteuerung der TTL-Schaltung liefert. Umgekehrt gilt dies in der Regel jedoch nicht, da der TTL-1-Pegel im verbotenen Bereich für CMOS liegt. Die Lösung ist ein CMOS der 74HCT-Reihe, der Pin- und funktionskompatibel mit TTL ist. Das macht auch den sonst notwendigen Pull-up-Widerstand überflüssig.



Eigenschaften von CMOS und TTL

Da CMOS einen geringen Strombedarf hat, ist die Spannungsversorgung billiger und für die Energieverwaltung einfacher zu gestalten als mit TTL-Elementen.

CMOS-Komponenten verbrauchen im statischen Zustand keinen Strom, aber der Stromverbrauch steigt mit der Taktrate. TTL-Bauteile hingegen haben einen konstanten Stromverbrauch.

Aufgrund längerer Anstiegs- und Abfallzeiten in CMOS-Gatter müssen digitale Signale weniger aufwendig aufbereitet werden.

CMOS-Familien haben einen weiteren Betriebsspannungsbereich als TTL. Er reicht von 3 V bis 15 V. So kann CMOS sowohl in TTL-Schaltungen als auch in analoge Schaltungen eingebunden werden, die mit höheren Spannungen arbeiten. Das erspart den Spannungsregler und damit auch Verlustleistung und Bauteilekosten.

TTL ist robuster gegenüber elektromagnetischen Störungen. CMOS-Bausteine hingegen sind relativ empfindlich gegenüber statischer Aufladung und müssen gegen

elektrostatische Entladungen (ESD) geschützt werden.

Aus der Geschwindigkeit multipliziert mit der Leistung pro Gatter (Speed Power Product, SPP) lässt sich die Energiebilanz der Bauteile ableiten. Sie wird in Picojoule pro Gatter angegeben. Je niedriger ihr Wert, desto besser. CMOS übertrifft TTL deutlich mit einem Wert von 0,18 pJ/Gatter zu 150 pJ/Gatter.

Bei der Eingangsbeschaltung besteht ein entscheidender Unterschied zwischen beiden Technologien: Unbenutzte TTL-Eingänge können offenbleiben, wenn die Umgebung störungsfrei ist, da sie stets 1-Pegel annehmen. Bei CMOS muss jeder Eingang des Gatters auf ein definiertes Potenzial gelegt werden, da sie leicht Störimpulse einfangen und es so zu undefinierten Schaltungszuständen kommen kann.

CMOS hat einen größeren Störabstand zwischen Low- und High-Signalpegel als TTL und ist somit weniger anfällig für Störungen.

Der Fan-out gibt die Belastbarkeit eines Ausgangs an, also wie viele Eingänge maximal von einem Gatterausgang angesteuert werden können, ohne dass die erforderlichen Spannungspegelbereiche für eine logische 0 bzw. 1 überschritten werden. Er ergibt sich als Quotient von maximalem Ausgangsstrom zu maximalem Eingangsstrom der anzusteuenden Gatter:

$$\text{Fan-out} = I_{0,\text{max}} / I_{1,\text{max}}$$

Bei TTL begrenzt die verringerte Eingangsspannung bei der Verteilung des Stroms den maximalen Fan-out. Ein typischer Wert sind 20 Gatter.

Bei CMOS wirkt die Kapazität der angesteuerten ICs als begrenzender Faktor, da der DC-Eingangsstrom der CMOS-Logik-ICs in der Größenordnung von Mikroampere liegt. Die Eingangskapazität liegt hier bei ca. 10 pF. Die Summe der Kapazitäten, die an einen Ausgang angeschlossen werden können, liegt bei bis zu 500 pF. Theoretisch könnten so 50 CMOS-Logik-ICs an einen Ausgang angeschlossen werden. Zu beachten ist jedoch, dass die ansteigende Flanke der Signalwellenform abflacht, wodurch sich die Laufzeitverzögerung erhöht. Die Schaltzeiten werden somit länger. Daher ist am Platinenlayout vorab eine Funktionsbewertung durchzuführen, um sicherzustellen, dass die CMOS-Logik-Gatter ordnungsgemäß funktionieren. Eine Erhöhung der Eingänge führt jedoch zu einem Anstieg des Stromverbrauchs, was wiederum die Verlustleistung erhöht.

Auch die Gatter-Schaltzeit t_{pd} (propagation delay), also die typische Verzögerung, die ein Signal vom Eingang des Gatters bis zum Ausgang erfährt, ist bei der Kombination verschiedener Gatter zu beachten. Bei TTL besteht die Ursache für die Verzögerung in der Schaltzeit des Transistors. In CMOS-Komponenten verursacht die Zeit zum Laden oder Entladen der Lastkapazität die Ausbreitungsverzögerung (Schalten des FET). Tabelle 3 zeigt den Vergleich der Gatter-Schaltzeiten von TTL- und CMOS-Komponenten.

Zahlreiche Familien
versammelt

Eine breite Palette mit acht Technologie-Logik-Familien bietet Diodes. Diodes ist ein US-amerikanischer Hersteller von elektronischen Halbleiterbauelementen wie Dioden, Gleichrichtern, Transistoren und MOSFETs mit Sitz in Plano. Das Unternehmen hat ein breites

Portfolio an Hochleistungs- und Small-Footprint-Komponenten, die über Rutronik erhältlich sind.

Die Technologie-Logik-Familien von Diodes umfassen Single-Gate-Logik (AHC, AHCT, LVC und AUP), Dual-Gate- (LVC und AUP) oder Standard-Logik (HC, HCT, AHC, AHCT, LV und LVC) für Anwendungen in der Industrie, Kommunikation und Unterhaltungselektronik sowie in Computern. Die Automotive-konformen Versionen (mit der Endung Q) sind AEC-Q100-qualifiziert, werden in IATF-16949-zertifizierten Werken hergestellt und durchlaufen PPAP-Bemusterungsverfahren.

Eine Besonderheit im Diodes-Portfolio ist die Ultra-Low-Power-Logik-AUP-Familie. Ihre Mitglieder besitzen eine kleine Eingangshysterese, die sie weniger anfällig für Probleme durch langsam ansteigende oder abfallende Signale macht. Die AUP-Familie ist erhältlich in sieben Gehäusetypen und eignet sich besonders für batteriebetriebene Handheld-Anwendungen wie Mobiltelefone, Tablets, E-Reader, Spiele, Kameras, Notebooks und IoT-Geräte.

Die General-Purpose-Logic-Single-Gate- bzw. -Dual-Gate-Logikprodukte sind in kleinen Gehäuseoptionen wie SOT25/26/353/363

verfügbar. Diese sind die richtige Wahl für Standardapplikationen, beispielsweise 74AHC bzw. 74AHCT mit einem Versorgungsspannungsbereich von 2,0 bis 5,5 V bzw. 4,5 bis 5,5 V. Niedrigere Ansteuerungsströme sorgen dafür, dass die Schaltungen bei Unterbrechungen robuster gegenüber Störungen sind. Die 74AHCT-Version ist zudem kompatibel mit TTL-Eingängen.

Die 74LVCx-Familie ermöglicht Mixed-Signal-Spannungsanwendungen, da ihre Eingänge von 3,3 V bis zu 5,5 V ansteuerbar und direkt mit TTL-Eingangsspannungspegeln nutzbar sind. ■

Anzeige



Bosch Sensortec

Im Mittelpunkt Ihres täglichen Lebens

Bosch Sensortec GmbH vermarktet ein breites Portfolio an MEMS-Sensoren und -Lösungen für Smartphones, Tablets, Wearables und Hearables, AR/VR-Geräte, Drohnen, Robotics, Smart Home und IoT-Anwendungen. Das Produktportfolio umfasst Bewegungssensoren, intelligente Sensoren und Umweltsensoren.

Eine leistungsstarke Kombination: IMUs

Bosch Sensortec IMUs (Inertial Measurement Units) für moderne Wearables, Hearables, AR/VR, Drohnen, Spiele und Robotikanwendungen. IMUs sind eine Kombination aus einem Gyroskop und einem Beschleunigungssensor in einem System-in-Package (SiP). Dies ermöglicht unter anderem Echtzeit-Bewegungserkennung, Indoor-Navigation, Gesten- und Aktivitätserkennung sowie optische Bildstabilisierung (OIS).

BMI323



- ▶ Nachfolger des BMI160 mit verbesserter Leistung für neue Anwendungen
- ▶ Integrierte Funktionen zur einfachen Nutzung für verschiedene Anwendungen
- ▶ Niedriger Stromverbrauch und Power-Mode-Konfiguration für Dauerbetrieb

BMI270



- ▶ Extrem niedriger Stromverbrauch
- ▶ Optimiert für Wearable- und Hearable-Anwendungen
- ▶ Inklusive intuitiver Aktivitäts-, Kontext- und Gestenerkennung

BMI088



- ▶ Hohe Leistung
- ▶ Robustheit gegenüber Vibrationen
- ▶ Optimiert für Drohnen und Robotik

Intelligente Displaymodule

Ein smarter Weg zur zeitgemäßen Benutzeroberfläche

Kaum ein eingebettetes Design kommt heute noch ohne Display aus. Die Auswahl und Integration stellen Entwicklerinnen und Entwickler jedoch vor Herausforderungen und verlängern den Entwicklungsprozess. Seriell gefertigte, intelligente Displaymodule sind häufig eine kosteneffiziente Alternative.

VON NIKOLAI SCHNARZ, CORPORATE PRODUCT SALES MANAGER DISPLAYS, UND GINTARAS DRUKTEINIS, TECHNICAL SUPPORT ENGINEER, BEIDE BEI RUTRONIK

Beim Vergleich eines diskreten Designs mit einem Displaymodul scheint der modulare Ansatz zunächst nicht besonders attraktiv zu sein, wenn man die Kosten für die Stückliste betrachtet. Berücksichtigt man jedoch die Geschwindigkeit, mit der die Entwicklung abgeschlossen werden kann, und die Nutzerfreundlichkeit, dreht sich die Rechnung zugunsten des Moduls. Zum Beispiel bei einer bestehenden Anwendung, die auf einem 8-bit-Mikrocontroller (MCU) läuft und nun mit einem Vollfarb-Grafikdisplay mit Touch-Oberfläche ausgestattet werden soll.

Die meisten MCUs sind zwar in der Lage, über einen integrierten oder diskreten Treiber eine Schnittstelle zu einem LC-Display herzustellen, doch die Größe und die Auflösung des Displays wären durch die Ressourcen der MCU begrenzt. So kann die 8-bit-MCU ein zwei-zeiliges Dot-Matrix-Display ansteuern; für größere Displays reichen die Verarbeitungsressourcen möglicherweise nicht aus. Zudem muss der Designer eingebettete Software hinzufügen, etwa Bibliotheken und Bilddateien. Kommt eine Touch-Funktionalität dazu, bedeutet das zusätzlichen Entwicklungsaufwand. In der Produktionsphase muss dann eine strenge Eingangskontrolle der Displays durchgeführt werden. Denn es besteht immer die Möglichkeit, dass sich ohne vorherige Ankündigung etwas geändert hat, was eine Optimierung oder Neuentwicklung der Displaytreiber erfordert.

Was Module mitbringen

Intelligente, modulare Displays verfügen in der Regel über eine Industriestandard-Schnittstelle wie I²C, SPI oder UART für die Kommu-



Bild 1: Intelligente Displaymodule sind in zahlreichen Ausstattungen verfügbar.

nikation mit dem Host. Manche enthalten auch einen eingebetteten Mikrocontroller. Dieser ist nicht nur für alle Grafikelemente verantwortlich, sondern enthält oft auch eine Vielzahl von I/O und anderen Peripheriegeräten, sodass das Modul in der Lage ist, die komplette Zielanwendung auszuführen.

Viele Module werden durch eine Bibliothek von Funktionen unterstützt, mit denen sie sich relativ einfach durch die Host-MCU steuern lassen. Einige haben auch eine vollwertige in-



Bild 2: Das Tool »Workshop4 IDE« bietet Entwicklern und Entwicklerinnen viele Möglichkeiten für das GUI-Design.

Bild: 4D Systems

Bild: 4D Systems

tegrierte Entwicklungsumgebung (Integrated Development Environment, IDE), die den Entwurf und die Erstellung der grafischen Benutzeroberfläche (Graphical User Interface, GUI) als Teil des Embedded-Designprozesses beinhaltet. Für ein extrem schnelles Prototyping und die Entwicklung von Anwendungen, ohne dass eine Zeile Code geschrieben werden muss, bieten einige dieser IDEs Drag-and-Drop Workflows im WYSIWYG-Stil (What You See Is What You Get).

Der Charme des Modulansatzes besteht also darin, dass alle Treiber, Primitives und GUI-Funktionen bereits entwickelt und getestet wurden. Ingenieure und Ingenieurinnen können sich voll und ganz auf das eigentliche GUI-Design konzentrieren. Die Host-MCU kann alle Display-Aufgaben auf das Modul verlagern, und somit stehen ihre gesamten Ressourcen für die Hauptanwendung zur Verfügung.

Unterstützung beim Design von Nutzeroberflächen

Um auch das GUI-Design zu unterstützen, hat der Displayhersteller 4D Systems ein Tool entwickelt, mit dem sich intelligente grafische Benutzeroberflächen möglichst schnell und einfach erstellen lassen. »Workshop4 IDE« bietet mehrere Entwicklungsumgebungen von der textbasierten bis zur visuellen Programmierung (Bild 2). Durch seine Drag-and-Drop-Funktion ist es intuitiv nutzbar, das klassische Coding entfällt.



Bild: Rutronik

Bild 3: Das Rutronik Development Kit RDk2 mit intelligentem Displaymodul

Displaymodul für das Rutronik Development Kit RDk2

Aufgrund dieser Vorteile nutzt auch Rutronik für sein Development Kit RDk2 ein intelli-

gentes Displaymodul (Bild 3). Es unterstützt vor allem die Entwicklung von Proof-of-Concepts für vielfältige Anwendungsbereiche wie IoT und IIoT, Smart Wearables oder Smart Home. Das Board basiert auf dem Ultra-Low-Power-Hochleistungs-Mikrocontroller

Anzeige

Expert on Acoustic Components

Your best partner, Kingstate Electronics Corp., since 1977
IATF16949 / ISO13485 / ISO45001 / ISO9001 / ISO14001

KINGSTATE
Taipei / Guangdong / Suchou / Pinnan
www.kingstate.com.tw



BUZZER



SPEAKER & MODULE



MICROPHONE & MODULE



WEBSITE



Notwendige Funktionen

```

/* UserApiConfig */
static bool uartAvailHandler(void);
static uint8_t uartReadHandler(void);
static void uartWriteHandler(uint32_t val);
static uint32_t uartGetMillis(void);
static void resetDisplay(void);

/* Event handlers */
static void myGenieEventHandler(void);
    
```

CY8C6245AZI-S3D72 von Infineon. Darüber hinaus verfügt das RDK2 über einen externen 512-Mbit-Semper-NOR-Flash und ein 64-Mbit-AP-Memory APS6404L-3SQR-ZR PSRAM, die über eine QSPI-Schnittstelle angeschlossen sind. Das erweitert die Möglichkeiten des RDK2, wenn diese Speicher gleichzeitig im »Memory Mapped Mode« verwendet werden.

Für ein Anwendungsfallbeispiel des RDK2 zur Ermittlung der Luftqualität mittels VOC-Index (Volatile Organic Compounds) kommt als Anzeige- und Eingabe-Medium das 4.3"-Display gen4-uLCD-43DCT-CLB von 4D Systems mit integriertem kapazitivem Touchpanel zum Einsatz. Es basiert auf dem Grafik-Controller DIABLO16 und wird über die UART-Schnittstelle angesteuert. Seine Datenrate von 115.200 bit/s reicht aus für eine Bedienung des Touchpanels ohne merkbare Verzögerung. Bei Bedarf lässt sich die UART-Datenrate aber auch auf 600 kbit/s erhöhen.

Für eine schnelle Integration mit dem RDK2 empfiehlt sich der Arduino-Adapter 4D-ARDUINO-ADAPTOR-SHIELD-II. Das Firmware-Beispiel »RutDevKit-PSoC62_GEN4_ULCD_43« bezieht sich zwar standardmäßig auf die Daten des VOC-Sensors SPG40 von Sensirion, kann aber auch automatisch auf das Onboard-Potenzio-meter POT1 umschalten, falls der Sensor am I²C-Bus nicht erkannt wird. Das Potenziometer wird über die ADC-Peripherie ausgelesen. Die ADC-Werte werden dann auf dem Display angezeigt. Das Board »RAB1 – Sensorfusion« mit einem SGP40-Sensor ist ebenfalls von Rutronik erhältlich.

Für die Darstellung stellt 4D Systems die ViSi-Genie-Code-Bibliothek zur Verfügung. Sie ist im RDK2-Beispielprojekt »RutDevKit-PSoC62_GEN4_ULCD_43« zur Verwendung in der ModusToolbox IDE enthalten, einer hilfreichen Sammlung von Software und Tools

für die schnelle Entwicklung mit Infineon-MCUs. Um die Code-Bibliothek zu aktivieren, werden die User-API-Konfigurationsfunktionen und Event Handler implementiert. Sie ermöglichen dem Entwickler und der Entwicklerin, das zu steuern, was im Programm passieren soll, wenn ein bestimmtes Ereignis eintritt, wie z. B. eine Eingabe.

Die Funktionsprototypen, die implementiert werden müssen, damit der ViSi-Genie Stack läuft, sind im Kasten »Notwendige Funktionen« dargestellt.

Die Anzeigesteuerung wird ausgeführt, indem die Nachrichten an die einzelnen Objekte auf dem Bildschirm oder an Hintergrundobjekte, die möglicherweise nicht sichtbar sind, gesendet werden. Der Befehl, der den »Angular Meter« mit dem VOC-Index aktualisiert, könnte beispielsweise so aussehen:

```

/* Update the VOC Index gauge */
genieWriteObject(GENIE_OBJ_ANGULAR_METER, 0, gaugeVal);
    
```

Die Ereignisse, z. B. das Berühren der Tasten, werden in regelmäßigen Abständen von 20 Millisekunden oder schneller empfangen, wenn diese Funktion ausgeführt wird:

```

/* Check for events */
genieDoEvents(true);
    
```

Mit der Workshop4 IDE können Entwicklerinnen und Entwickler grafische Objekte entwerfen und diese in den Speicher des Displays programmieren. Die Beispielanwendung demonstriert die Grundlagen anhand eines »Angular Meter« und eines »Scope«-Gadgets für die Darstellung des VOC-Index. Das Angular Meter wird alle 50 Millisekunden und das Scope alle 10 Sekunden aktualisiert, sodass Nutzerinnen und Nutzer die aktuellen und vergangenen VOC-Indexwerte gleichzeitig beobachten können.

Das Firmware-Beispiel für das RDK2 und das »Workshop4 IDE«-Projekt stehen auf der Rutronik-Website zum Download bereit: www.rutronik.com/rdk2.

Bild: Rutronik

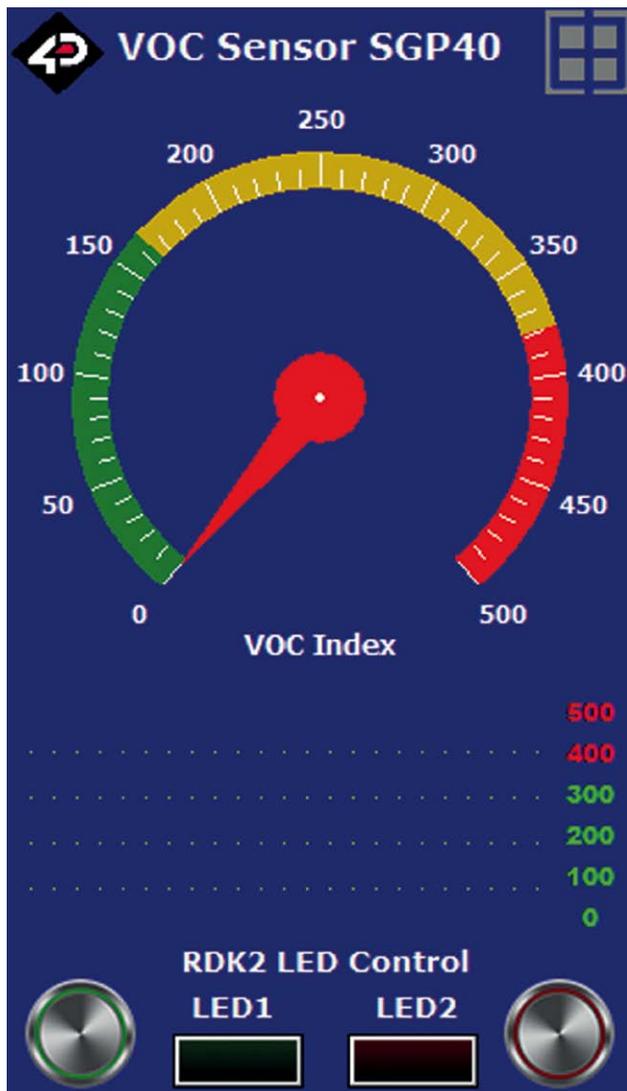


Bild 4: Bildschirm-Layout des RDK2, wie es »Workshop4 IDE« anzeigt



Mit diesem QR-Code gelangen Sie schnell an weitere Informationen und ein Firmware-Beispiel für das RDK2.

Fahrzeugtechnologie der nächsten Generation mit Molex

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

TREIBENDE FAKTOREN DER MINIATURISIERUNG IN DER AUTOMOBILINDUSTRIE

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

Miniaturisierte Steckverbinderlösungen für die Automobilbranche:

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

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



molex

creating connections for life

Entwicklungs-Tools für Embedded Software

Mit flexiblem Workflow zu effizienterer Entwicklung

Der Erfolg eines Produktes hängt auch von der effizienten Entwicklung der Embedded Software ab. Hierfür müssen Entwickler und Teams so flexibel zusammenarbeiten können, wie es für sie optimal ist. Die zentrale Frage ist: Welche Funktionen und Möglichkeiten müssen Entwicklungs-Tools mitbringen, um das zu ermöglichen?

VON RALF KERN, LINE MANAGER BEI RUTRONIK, UND CLARK JARVIS, SENIOR STAFF TECHNICAL MARKETER BEI INFINEON



Die meisten Halbleiterhersteller bieten eigene Entwicklungs-Tools an, um eine effiziente Produktentwicklung für ihre Komponenten zu unterstützen. Ob diese hierfür alles Notwendige mitbringen, lässt sich nur beantworten, wenn mehr betrachtet wird als nur die reinen Tools. Vielmehr braucht es eine ganzheitliche Entwicklungsumgebung aus Hardware- und Software Tools, eingebetteten Laufzeittreibern, Bibliotheken, Dokumentation und mehr. Anhand der Software ModusToolbox von Infineon soll hier aufgezeigt werden, was die Effizienz der Entwicklungsarbeit des Embedded-Ingenieurs tatsächlich erhöht.

ModusToolbox ist eine erweiterbare Entwicklungsumgebung, die eine breite Palette an Infineon-Mikrocontrollern und Entwicklungskits unterstützt. Sie beinhaltet eine Sammlung verschiedener Entwicklungswerkzeuge, Bibliotheken und eingebetteter Laufzeit-Assets für die flexible Entwicklung von Embedded Software (Bild 1).

Mit den Desktop-Anwendungen lassen sich neue Embedded-Projekte erstellen, Software-Komponenten verwalten sowie Geräteperipherie und Middleware konfigurieren. Hinzu kommen die typischen Entwicklungswerkzeuge für Kompilierung, Programmierung und Debugging. Sie nutzen zahlreiche GitHub-gehostete Repositories von Infineon und Partnern, die Code-Beispiele, Board-Support-Pakete, Middleware und Anwendungsunterstützung enthalten. Zusammen mit der Dokumentation, den Schulungsinhalten und einer Support

Community ergibt sich ein kompletter Workflow für Embedded-Entwickler und -Entwicklerinnen.

Der ideale Workflow für die Entwicklung

Wer sich auf die Suche nach dem idealen Arbeitsablauf für die Entwicklung eingebetteter Systeme macht, braucht nicht lange zu suchen. Der erste Ingenieur, den man fragt, wird schwören, dass der Ablauf, nach dem er persönlich vorgeht, der richtige ist. Da also jedes Entwicklungsteam bzw. jede Embedded-Entwicklerin und jeder -Entwickler seinen ganz eigenen Workflow hat, sollte die Entwicklungsumgebung ein hohes Maß an Flexibilität gewährleisten. Dies ist auch eine zentrale Säule von ModusToolbox.

Herzstück des Entwicklungsprozesses

Das Herzstück des Entwicklungsprozesses ist die integrierte Entwicklungsumgebung (IDE).

Sie nutzt die Embedded-Entwicklerin und der Embedded-Entwickler täglich bei der Codierung und Fehlersuche in der Embedded-Firmware. Im Idealfall sollte sie eine vertraute Umgebung für jeden Entwickler und jede Entwicklerin darstellen. ModusToolbox enthält für Nutzer, die innerhalb des Eclipse-Frameworks und mit dem Arm GCC-Compiler entwickeln möchten, eine Eclipse-basierte IDE. Als alternativer Editor steht Microsoft VS Code zur Verfügung, der genau dieselbe Arm GCC Toolchain und dieselben Build-Befehle verwendet. Durch die VS-Code-Erweiterungen bietet er die vollen Programmier- und Debugging-Fähigkeiten.

Zudem können ModusToolbox-Projekte auch auf alle führenden IDEs und Toolchains mit nativer Unterstützung für IAR Embedded Workbench und Arm Mikrocontroller Developers Kit (μ Vision) genutzt werden.

Doch eine flexible und effiziente Entwicklungsumgebung muss über die visuellen Code-Editoren und grafisches Debugging hinausgehen. Deshalb ist der Kern der ModusToolbox-Soft-

ware ein Makefile-basiertes Build-System und eine Kommandozeilen-Shell zur Automatisierung von Build-Systemen sowie zur Erleichterung eines kontinuierlichen Integrations-Workflows. Dieses skriptfähige Build-System ist entscheidend für eine wirklich flexible Entwicklungsumgebung, die sich genau auf die Anforderungen der Entwicklerin bzw. des Entwicklers zuschneiden lässt. Dabei kann er sich sicher sein, dass die kompilierte Ausgabe mit der mitgelieferten Eclipse-IDE bzw. dem VS Code konsistent sein wird, weil sie exakt dieselben Build-System-Befehle und Compiler-Optionen verwendet.

Eine solche Unterstützung für skriptfähige Build-Befehle und eine kontinuierliche Integration führen quasi automatisch zu Arbeitsabläufen für die kollaborative Entwicklung. Versionskontrolle, Git-Repositories, Make-Rezepte – sie sind entscheidend für die Art und Weise, wie die eingebetteten Laufzeit-Assets innerhalb von ModusToolbox verteilt und verwaltet werden. Gleichzeitig sind es die zentralen Komponenten für die gemeinsame Entwicklung innerhalb eines Teams.

Anzeige



KYOCERA AVX's Aluminum Chip Capacitors are available in three advanced technologies to cover a variety of application requirements in an SMD style.



POLYMER

Polymer capacitors (APA, AVD, APV, APZ series) for power applications with requirements for lower ESR, higher ripple, stability over temperature, and longer life.



HYBRID

Hybrid capacitors (AHA, AHC series) for demanding applications requiring low ESR, DCL, humidity resistance, and good stability over frequency and time.



ELECTROLYTIC

Electrolytic capacitors (AEA, AEH, AEF, AEK series) for general purpose and applications like filtering and smoothing rectified alternating voltage, followed by buffering and energy storage.

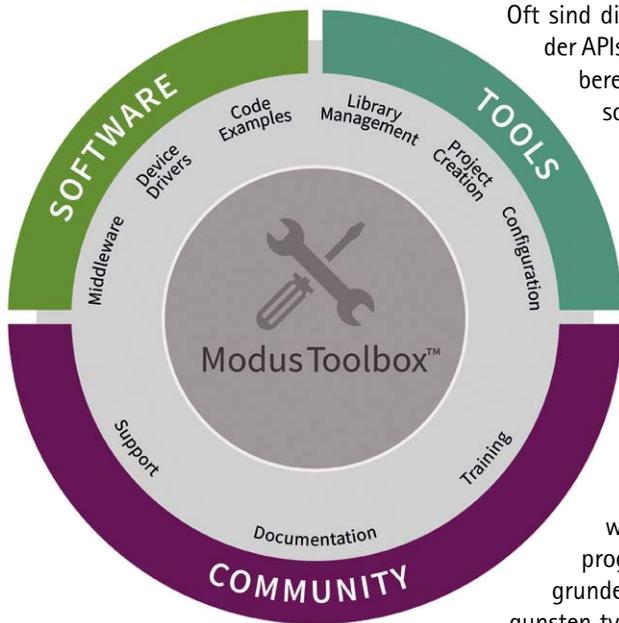


Bild 1: Für eine effiziente Produktentwicklung braucht es neben den idealen Tools auch die entsprechende Software und Community.

Weitet man diese Fähigkeiten von ModusToolbox auf den Code der Benutzeranwendung aus, können Entwicklerinnen und Entwickler effizient im Team zusammenarbeiten und die korrekte Versionierung der bereitgestellten Treiber, Middleware, Bibliotheken und BSPs konsistent in den kontinuierlichen Integrations-Buildflows sicherstellen (Bild 2).

HAL- und Low-Level-Treiber

Für Embedded-Ingenieure stellt jede Entscheidung ein Abwägen von Kompromissen und Optimierungen dar, von der Auswahl der Geräte- und Produktmerkmale über die ideale Balance zwischen Leistung und Fähigkeiten einerseits und Kosten und Stromverbrauch andererseits bis hin zu den spezifischen APIs, die zur Entwicklung einer Anwendung verwendet werden.

Oft sind die Möglichkeiten zur Optimierung der APIs durch die vom Halbleiterhersteller bereitgestellten Treiber begrenzt. Nicht so bei der ModusToolbox-Software. Denn sie stellt sowohl Low-Level-Peripherie-Treiber als auch eine Hardware-Abstraktionsschicht (Hardware Abstraction Layer, HAL) bereit. Die Hardware-Abstraktionsschicht bietet einheitliche APIs, die über verschiedene Gerätefamilien konsistent sind. Dadurch ist der Anwendungscode, der mit diesen Funktionen entwickelt wurde, in hohem Maße wiederverwendbar und in der Regel einfacher programmierbar, weil einige der zugrunde liegenden Hardwarespezifika zugunsten typischer Use-Case-Funktionen verborgen bleiben. Zudem ermöglicht er eine schnelle Integration von Middleware-Bibliotheken und Kommunikations-Stacks.

Allerdings muss man Kompromisse eingehen, wenn man ausschließlich auf einer abstrakten Ebene arbeitet. Denn jede Art von Abstraktion führt zu einem gewissen Grad an Ineffizienz, und je weiter man sich von der zugrunde liegenden Hardware entfernt, desto mehr entfernt man sich auch von der detaillierten Steuerung des jeweiligen Peripheriegeräts. Im Gegensatz dazu geben Low-Level-Treiber die volle Kontrolle über das Peripheriegerät. Sie bieten außerdem Funktionen, die speziell für die Merkmale und Fähigkeiten des entsprechenden Geräts entwickelt wurden.

Da ModusToolbox HAL- und Low-Level-Treiber anbietet, kann ein Embedded-Entwickler bzw. eine Embedded-Entwicklerin beide innerhalb einer Anwendung nutzen. Dadurch ist es einerseits möglich, die nötige Balance zwischen Portabilität und Code-Wiederverwendung mit

HAL-APIs zu erreichen, andererseits aber auch einen Code so zu entwickeln, der eng an die Fähigkeiten der Hardware gekoppelt ist. Unter diesem Aspekt können Code und speicherplatzsparende Software entwickelt werden, die genau auf die jeweilige spezifische Anwendung abgestimmt ist.

Middleware und Bibliotheken

Eine weitere Herausforderung für Embedded-Ingenieure besteht in der Integration von Bibliotheken und Middleware. Die meisten Halbleiterhersteller bieten Zugang zu einem Industriestandard-Ökosystem von Middleware, die speziell von diesem Hersteller, manchmal auch in Zusammenarbeit mit Partnern, entwickelt und bereitgestellt wird. In einigen Fällen ist das Angebot allerdings sehr rudimentär. Andere bieten Referenzbeispiele innerhalb der Entwicklungsumgebung an. Diese können als Ausgangspunkt fungieren und zeigen, dass die Middleware auf der jeweiligen Hardware funktionieren kann. Auch ModusToolbox verfügt über Code-Beispiele innerhalb des ModusToolbox Project Creator für Beispielprojekte von Infineon und Partnern.

Dem Embedded-Entwickler bzw. der -Entwicklerin bleibt oft noch die Aufgabe, diese Middleware in seine bzw. ihre spezifische Anwendung zu integrieren. Das ermöglicht ModusToolbox mit einem Bibliotheksmanager, der in der Lage ist, die notwendigen Quelldateien von GitHub-Repositories zu sammeln, alle Abhängigkeiten von verwandter Middleware aufzulösen und die notwendigen Make-Rezepte zu aktualisieren, um die ausgewählten Quellen einzubinden. Die mit jedem Middleware-Quellordner gelieferte Dokumentation beschreibt detailliert alle Makefile-Änderungen, die nötig sind, um die Middleware in der Anwendung zu nutzen.

Fazit

Grundlage für eine effiziente Entwicklung ist eine flexible Entwicklungsumgebung, die es Embedded-Entwicklern und -Entwicklerinnen ermöglicht, ihren individuellen Arbeitsablauf zu definieren. Zusammen mit einem der unterstützten PSoC-Mikrocontroller-Entwicklungskits bietet ModusToolbox diese Art von Flexibilität, und zwar von der Auswahl der unterstützten IDE oder Kommandozeilen-Build-Unterstützung bis hin zu den verschiedenen Optionen für Treiber-APIs und Middleware-Integration.

Applications					Tools Project Creator Library Manager Eclipse and partner IDEs Configurators and Tuners Git and Make build system
Code Examples		Reference Designs			
Middleware					
Human-Machine Interface	Graphics	Connectivity	Security		
Voice / Audio	Machine Learning	Wi-Fi	Bluetooth®		
BSPs					
PSoC™ MCU	XMC™ MCU	USB Controllers	AIROC™ Connectivity Processor	AIROC™ Bluetooth®	

Bild 2: ModusToolbox von Infineon umfasst neben zahlreichen Tools auch eine Middleware mit Beispielprojekten sowie zahlreiche Board Support Packages (BSPs).

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

UWB Modules

Ultra Wide Band (UWB) technology is good for secure and precise distance measurement which is based on Time of Flight (ToF) of radio waves.

Murata Type2AB module is designed as Ultra-small, high quality and lower power consumption UWB module. Ideally suited for small, battery operated IoT devices and applications.

Features:

- 75% less square area than CoB solution
- Integrated Wireless MCU
- Integrated 3-Axis sensor for saving battery
- Support Multi Antenna design and evaluation
- Integrated Filtering for UWB



Feature product

Crystal Units

Crystal units can generate clock signals which are essential for ICs and LSIs to operate, achieving high stability, adjustment-free performance and miniaturization.

Murata realizes stable supply for the component because of well-considered material and production machinery.

Features:

- Small size 2.0x1.6mm up to 50.0 MHz
- Unique design for better availability
- In-House crystal growth
- Self-alignment on bigger land pattern
- Available for automotive market



muRata

INNOVATOR IN ELECTRONICS

Kabellose Akku-Werkzeuge

Alle Trends und Anforderungen beim Design berücksichtigen

Kabellose Werkzeuge sind beliebt – klar, denn sie machen Schluss mit lästigen Kabeln und der Suche nach Steckdosen. Der Trend geht also in Richtung batteriebetriebener Werkzeuge. Damit sie auch die gewünschte Leistung bringen, gilt es bei der Konstruktion jedoch ein paar Herausforderungen zu bewältigen.

VON HANNAH METZNER, CORPORATE
PRODUCT MANAGER POWER BEI RUTRONIK

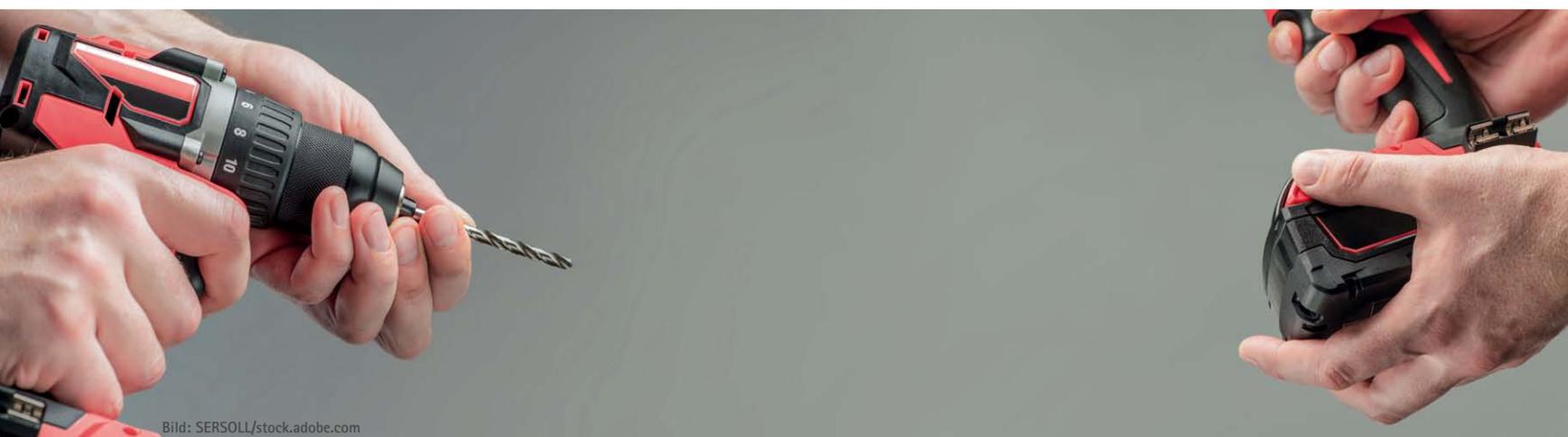


Bild: SERSOLL/stock.adobe.com

Das Interesse an elektrisch betriebenen, kabellosen Werkzeugen nimmt immer mehr zu. Sie lassen sich grob einerseits nach der Art des Elektromotors – bürstenbehaftet oder bürstenlos –, andererseits nach ihrer Spannungsklasse kategorisieren.

Die Art des Motors hat einen entscheidenden Einfluss auf die benötigten elektronischen Komponenten und die endgültige Performance des Werkzeugs.

Die Spannungsklasse bestimmt die Betriebsspannung des Motors (3,6 V bis 120 V) und damit direkt oder indirekt die Batterie-Stackspannung und die damit verbundene Kapazität und physische Größe des Akkus. Zudem gibt sie die Leistungsfähigkeit des Werkzeugs

vor, von kleinen Heimwerkerprodukten mit 12 V (oder weniger) über die gängige 18-V-Kategorie und schwerere, leistungsstärkere 36-V- und 72-V-Werkzeuge, die verbrennungsbetriebene Geräte ersetzen können, bis hin zu 120-V-Sägen. Jede dieser Kategorien hat unterschiedliche Anforderungen an das Design hinsichtlich Ergonomie, Batteriesicherheit, Wärmemanagement, Motorsteuerung sowie Zusatzfunktionen wie Kommunikation oder Sicherheit.

Aus beiden Kriterien, Art des Motors und Spannungs- und Leistungsklasse, ergibt sich die Leistungsfähigkeit des Werkzeugs, wie lange es mit einer Batterieladung betrieben werden. Bei der Motorsteuerung für die BLDC-Motoren müssen die Komponenten

perfekt aufeinander abgestimmt sein, um die feldorientierte Regelung (FOC) mit der vergleichsweise sehr hohen Effizienz zu realisieren.

Markttrends beeinflussen das Design

Für wettbewerbsfähige Produkte gilt es neben den technischen auch einige Marktanforderungen zu berücksichtigen (Bild). Zu den aktuellen Trends bei den Akku-Werkzeugen zählen kostenoptimierte Geräte mit hoher Energieeffizienz, die sich in das Internet of Things (IoT) einbinden lassen, sowie der vermehrte Einsatz von bürstenlosen DC-Motoren (BLDC) und der Wechsel vom Verbrennungs-

motor zum elektrischen Antrieb, z. B. bei Ketensägen. Dadurch steht auch die Vermeidung von Elektromüll zunehmend im Fokus.

Energieeffizienz erhöhen

Die Betriebsdauer kann durch den Einsatz größerer Akkus verlängert werden. Damit einhergehen jedoch mehr Gewicht und eventuell auch ein größeres Endgerät. Vor allem hinsichtlich der Optimierung der Ergonomie des Werkzeugs ist eine Motorregelung erforderlich, die innerhalb der Größenbeschränkungen effektiv arbeitet.

Wachsender Anteil von BLDC-Motoren

Die jüngsten technologischen Entwicklungen ermöglichen effiziente bürstenlose Motoren. Obwohl sie aktuell immer noch teurer sind als vergleichbare bürstenbehaftete Modelle, bieten sie viele Vorteile: Sie haben keinen Bürstenverschleiß, sie erzeugen kein Bürstenfeuer, sind leichter und leiser, ermöglichen eine präzisere Regelung und verbrauchen weniger Energie. Kein Wunder, dass sich BLDC-Motoren immer größerer Beliebtheit erfreuen. Fachleute erwarten, dass bis zum Jahr 2025 in zwei von drei kabellosen Elektrowerkzeugen bürstenlose Motoren stecken.

Kosten optimieren

Kostenoptimierung ist ein Dauer-Trend in jedem Markt. Doch wie können Hersteller dem gerecht werden? Eine Möglichkeit sind hocheffiziente Schaltkreise mit geringerer Eigenerwärmung und geringeren internen Verlusten. Die Größe und die Kapazität des Akku-Packs können ggf. kleiner ausfallen. Zudem kann eine höhere Stromtragfähigkeit der Leistungshalbleiter bei kleinerem Bauraum zu einer Kostenreduzierung

führen. Und schließlich senken integrierte Designs die Kosten für Einkauf und Logistik.

IoT-fähig und nachhaltiger

Immer mehr Alltagsgeräte sind in der Lage, Daten zu sammeln und zu übertragen. Das gilt auch für Elektrowerkzeuge. Ein vernetztes Elektrowerkzeug bietet nicht nur die Möglichkeit, seinen Standort herauszufinden, sondern auch jederzeit seinen Leistungsverlauf und Zustand zu überprüfen. Künftig werden Werkzeuge vielleicht sogar in der Lage sein, ihr Drehmoment automatisch an die Art des eingesetzten Bits oder der Klinge anzupassen. Was auch immer die Entwicklungen noch bringen werden: Die Implementierung von Konnektivität ist der Schlüssel für ein wettbewerbsfähiges Produkt.

Akkubetriebene Werkzeuge sind während ihres Betriebs klimafreundlicher als solche mit Verbrennungsmotor, da sie keine fossilen Energieträger benötigen und energieeffizienter arbeiten. Aber was ist mit dem Elektroschrott? Unnötige Zusatzgeräte wie spezielle Ladegeräte sind ein gutes Beispiel für Elektroschrott. Um diesen zu reduzieren, haben mehrere Länder bereits entsprechende Verordnungen eingeführt, z. B. die Pflicht zu Universal-Ladegeräten.

USB-C-Ladegeräte können aktuell nur in Elektrowerkzeugen mit niedriger Spannung (max. 20 V bei 5 A) verwendet werden, doch in naher Zukunft wird es eine neue Leistungsklasse bis 240 W geben mit maximal 48 V bei 5 A.

Komponenten für wettbewerbsfähige Werkzeuge

Für all diese Anforderungen finden sich im Portfolio von Infineon geeignete Bauteile. Ins-

besondere für die Motorsteuerung und Ladegeräte eignen sich die MOSFETs von Infineon ideal. Die Art der eingesetzten Power-MOSFETs hat – wie in jeder Applikation – einen direkten Einfluss auf die Gesamtleistung des Systems. Deswegen ist die Wahl der optimalen Technologie hier ganz entscheidend.

Für den Inverter der Motorsteuerung bietet der Hersteller Niederspannungs-MOSFETs in zahlreichen Gehäuseformen. Ihre hohen Nennströme ermöglichen eine erhöhte Strombelastbarkeit. Zudem widerstehen die Bauteile hohen Stoßströmen beim Anfahren und Bremsen und bei blockiertem Rotor.

Die OptiMOS-Familie mit der besten Leistung ihrer Klasse hat einen extrem niedrigen $R_{DS(on)}$, einen hohen Wirkungsgrad und eine hohe Leistungsdichte. Dadurch eignet sie sich perfekt für Anwendungen mit hoher Schaltfrequenz.

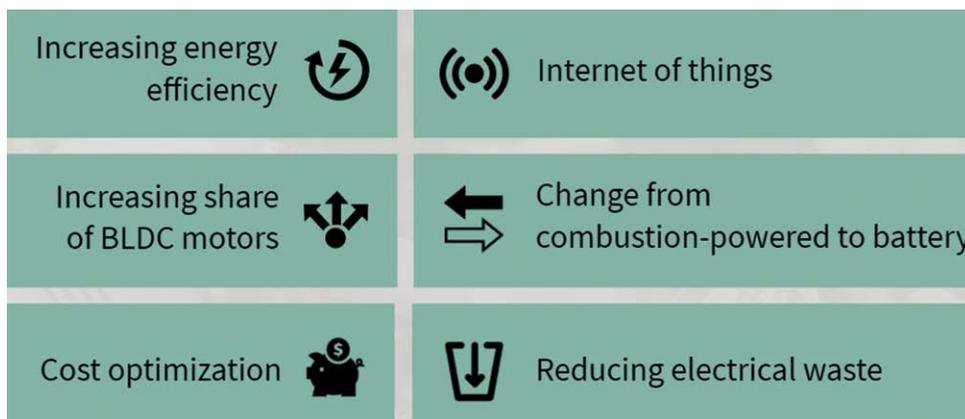
Für Designs mit niedriger Schaltfrequenz und der Anforderung einer hohen Stromfähigkeit ist die StrongIRFET-2-Familie die richtige Wahl. Sie ist für robuste industrielle Anwendungen konzipiert.

Wenn es um Ladelösungen geht, ist vor allem bei Hochleistungswerkzeugen das Wärmemanagement essenziell, um sichere Betriebsbedingungen zu gewährleisten und die Temperaturgrenzen des Systems einzuhalten.

Auf der Hochspannungsseite lässt sich dies mit der CoolMOS-Superjunction-MOSFET-Familie realisieren. Sie ermöglicht eine höhere Leistung bei gleicher Temperatur oder eine längere Lebensdauer bei gleicher Leistung durch eine geringere MOSFET-Temperatur. Für Ladegeräte sind außerdem ihre hohe ESD-Robustheit und ihre geringen Schaltverluste von Vorteil. Letztere erhöhen den Wirkungsgrad bei höheren Schaltgeschwindigkeiten und ermöglichen dadurch kleinere Induktivitäten.

Für die Niederspannungsseite, also für den Synchron-Gleichrichter (Synchronous Rectifying, FET) und den Lastschalter, eignen sich sowohl die OptiMOS- als auch die StrongIRFET-2-Familie von Infineon. ■

Bild: Infineon



Markttrends stellen ihre eigenen Anforderungen an das Design von Akku-Werkzeugen.

Interview mit Rutronik-CEO Thomas Rudel

»Den europäischen Markt stärken«

Wirtschaftlich gesehen wird das Jahr 2022 im Zusammenhang mit einer Rekord-Inflationsrate und andauernden Lieferengpässen in die Geschichte eingehen. Welche Herausforderungen gingen für Rutronik damit einher und welche Chancen gilt es gleichermaßen aufzuspüren und zu nutzen? Im Interview stellt sich Rutronik-CEO Thomas Rudel diesen und weiteren Fragen rund um die Rolle und den Mehrwert der Distribution, die aktuell viele in der Branche beschäftigt.



Markt&Technik
EXKLUSIV
INTERVIEW

THOMAS RUDEL,
CEO VON RUTRONIK

„*Unser oberstes Ziel – gemeinsam mit unseren Partnern – ist nachhaltiges Wachstum und profitables Wirtschaften, um weiterhin als unabhängiges, privat geführtes Unternehmen zu agieren.*“

Was ist Ihr unternehmerisches Fazit mit Blick auf die Entwicklungen 2022 in der Logistik- und Distributionsbranche?

Thomas Rudel: Uns steht der Jahresendspurt zwar noch bevor, es ist aber absehbar, dass uns der Halbleitermangel sowie Lieferengpässe elektronischer Bauteile auch in den kommenden Monaten in einigen Produktbereichen begleiten werden.

Im Jahr 2022, wie auch schon 2021, haben sich die Prioritäten etwas verschoben. Wir tun alles, um unsere Kunden zu unterstützen, damit die Produktion in ihren Werken trotz Bauteilknappheit und Lieferverzögerungen möglichst reibungslos weiterlaufen kann. Liefertermine werden neu organisiert, wir sind mit Vorschlägen für Alternativen zur Stelle und stellen einen konstanten und transparenten Informationsfluss sicher. Es ist enorm wichtig, Lieferketten aufrechtzuerhalten und dafür zu sorgen, dass Produktionsabläufe nicht unterbrochen werden. Letztendlich geht es ja um die Existenz von Unternehmen und Arbeitsplätzen.

Broadline-Distribution als Wettbewerbsvorteil?

Ganz eindeutig! Die Situation zeigt einmal mehr, wie wichtig die umfassenden Kompetenzen der Rutronik-Expertinnen und -Experten sind. Dazu zählt das Monitoring von Lieferketten ebenso wie das Einholen aktueller Informationen zu den Produktionskapazitäten der rund 150 Hersteller in unserem Portfolio. Das versetzt uns als Broadline-Distributor in die Lage, unsere Partner transparent über Herausforderungen und Abhängigkeiten zu informieren.

Wir begleiten unsere Kunden außerdem nicht nur in Bezug auf logistische Lösungen und mit unserem technischen Know-how, sondern knüpfen mit unseren Konzepten rund um die Rutronik System Solutions auch an aktuelle Entwicklungen an. Das ist wichtig, damit wir

auch morgen gemeinsam erfolgreich sein können.

Sie sprechen die strategische Ausrichtung von Rutronik an, die ja weit über die Beschaffung der Komponenten hinausgeht und nun auch die unternehmensinterne Systementwicklung umfasst. Wie kam es zu diesem Wandel vom Distributor zum Systempartner?

Als Distributor stehen die Bedürfnisse unserer Partner im Zentrum unserer Anstrengungen. Wir analysieren dabei sehr genau, was der Markt braucht, welche Geschäftszweige aufgrund aktueller Dynamiken wie zum Beispiel rund um die Energie- und Mobilitätswende an Bedeutung verlieren und welche Potenziale sich dabei aber auch mit Blick auf technische Innovationen und neue Geschäftsmodelle aufseiten unserer Kunden ergeben. Wir passen dabei nicht nur unser Produkt-Portfolio flexibel an diese Entwicklungen an, sondern unterstützen den Wandel aktiv und stehen als starker Partner an der Seite unserer Kunden.

Und welchen Mehrwert bietet Rutronik seinen Kunden dabei konkret?

Unsere umfassenden Value Added Services sind weitere echte Vorteile, die uns von anderen Distributoren und dem direkten Vertrieb über die Hersteller abheben. Auf diese Weise entstehen auf die individuellen Kundenbedürfnisse maßgeschneiderte, automatisierte Logistiksysteme, die durch weitere Zusatzservices wie zum Beispiel kundenspezifische Verpackungslösungen sowie branchenspezifische Prozessstandards erweitert werden können.

Wir setzen darüber hinaus ganz früh im Lebenszyklus eines Produkts an. Mit den von uns selbst entwickelten und teilweise patentierten, individuellen Lösungen können wir schon in der Vorentwicklungsphase für unsere Kunden einen entscheidenden Beitrag leisten, insbesondere im Hinblick auf die Time to Market.

Welche Rolle spielt dabei Rutronik System Solutions?

Ziel der Rutronik System Solutions ist es, die Vorentwicklungsphase bei unseren Kunden effizienter zu gestalten und den Prozess der Markteinführung spürbar zu beschleunigen. Dieser Wandel hin zum Systempartner, mit erfolgreichen Boards wie dem kürzlich eingeführten RDK2 Development Kit und dem bereits in den Startlöcher stehenden RDK3 Development Kit, schafft definitiv einen zusätzlichen Mehrwert, den es in dieser Form auf dem Markt noch nicht gibt. Mit diesen modularen Toolkits können innerhalb kürzester Zeit Proof-of-Concepts entwickelt werden. Darüber hinaus ist es möglich, unmittelbar ganz konkrete Use Cases und Applikationen zu schaffen und diese sofort zu testen. Zudem sind alle Bauteile im Portfolio von Rutronik erhältlich. Die tatsächliche Verfügbarkeit dieser Bauteile steht unter anderem im Kern der neuen Entwicklungen. Ich glaube, das sogenannte Design for Availability nimmt zukünftig einen sehr hohen Stellenwert ein. Diese Effizienz und Beschleunigung unterstützen wir durch eine zunehmende Regionalisierung unserer Organisationsstruktur.

Sie sprechen von Regionalisierung. Steht das nicht konträr zur immer weiter voranschreitenden Globalisierung und Internationalisierung?

Ich bin fest davon überzeugt, dass zukünftiger Erfolg nur durch die erfolgreiche Kombination von globaler Standardisierung und regionaler Anpassung möglich ist. Die Entwicklung unserer Märkte wird immer dynamischer, Lieferketten und auch die Wertschöpfung werden weiter globalisiert. Gleichzeitig geht das mit einer Regionalisierung einher, der Rechnung getragen werden muss. Für Rutronik bedeutet das: Wir müssen global vernetzt sein und uns gleichzeitig stärker an den jeweiligen regionalen Märkten orientieren, um noch besser für unsere Kunden da sein zu können. Deshalb verstärken wir die regionale Marktpräsenz durch den Aufbau von Field-Application-Engineering- und Produktmarketing-Kompetenz in den Teams vor Ort. Damit schaffen wir schnellere Entscheidungswege, ermöglichen Kommunikation in der lokalen Sprache und erhöhen die Verfügbarkeit von Fachpersonal. Darüber hinaus bündeln wir das nachgefragte Know-how genau dort, wo es benötigt wird, und können so unsere technische Expertise noch besser »auf die Straße bringen«.

Durch die Regionalisierung sind wir näher am lokalen Kunden im Markt und können Produkte besser platzieren und technisches Know-how einbringen. Kurz gesagt, steckt für uns hinter all unseren Bestrebungen und Aktivi-

täten zur Regionalisierung der Grundsatz: Think global, act local. Gleichzeitig ermöglicht diese Neuausrichtung der Vorstands- und Geschäftsführungsebene, einen noch stärkeren Fokus auf die strategische Entwicklung zu legen und sich besser auf mittel- und langfristige Marktentwicklungen einzustellen.

Sie haben auch in der Geschäftsführung von Rutronik Verstärkung bekommen. Wie kam es zu diesem Schritt?

Wir sind ein »Fünfgespann« in der Geschäftsführung von Rutronik. Neben mir sind das Markus Krieg als Chief Marketing Officer und Dr. Gregor Sommer als Chief Financial Officer. Vor inzwischen rund 1,5 Jahren bekamen wir durch Ramon Demelbauer als Chief Sales Officer Verstärkung insbesondere mit Blick auf den Aus- und Aufbau unseres weltweiten Vertriebsnetzwerks. Wichtig sind über das ganze Unternehmen hinweg effiziente und agile Prozesse mit einer flexiblen Organisation. Den Wandel hin zu einer Matrixorganisation begleitet dabei seit bald einem Jahr als Chief Operating Officer mein Kollege Frank Altmann. Wir sind daher zu fünft ein starkes Team mit langjähriger Expertise und einem großen Erfahrungsschatz, um die Geschicke von Rutronik zu lenken und dabei den Kurs mit Blick auf unsere langfristigen Ziele und Visionen nachhaltig und ohne Umwege zu verfolgen.

Bedeutet das auch die Investition in neue Standorte? Was gibt es Neues mit Blick auf eine Ausweitung der internationalen Präsenz von Rutronik?

Unser oberstes Ziel – gemeinsam mit unseren Partnern – ist nachhaltiges Wachstum und profitables Wirtschaften, um weiterhin als unabhängiges, privat geführtes Unternehmen zu agieren. Wir halten immer Ausschau nach vielversprechenden Standorten, die wichtig für den Ausbau unserer internationalen Aktivitäten sind. Alles mit dem Ziel, neue Märkte als verlässlicher Partner zu bedienen und schließlich auch unsere Beziehungen zu den bestehenden Kunden zu festigen. Im vorangehenden Jahr haben wir neue Standorte in Vietnam und Malaysia eröffnet. Außerdem haben wir erst kürzlich den Hauptsitz in den USA von Texas nach Florida verlegt. Aber auch unser Hauptsitz in Ispringen ist Teil unserer globalen Wachstumsstrategie mit Blick auf Personalaufbau und -weiterentwicklung. Denn wir sind ein internationales Unternehmen mit starken lokalen Wurzeln.

Wie passt das für Sie zusammen, lokal verwurzelt zu sein und sich dennoch dem internationalen Wachstum zu verschreiben?

Über unsere bald 50-jährige Firmengeschichte hinweg gehen wir im Hinblick auf weitere Wachstumsoptionen immer sehr wohl überlegte Schritte, um auch weiterhin unabhängig agieren zu können und unsere neutrale Position innerhalb unseres Netzwerks aus Herstellern, Kooperationspartnern wie Hochschulen, Universitäten und Forschungseinrichtungen bei unseren R&D-Aktivitäten sowie unseren über 40.000 Kunden zu wahren.

Infolge der bereits vor vielen Jahren einsetzenden fortschreitenden Globalisierung haben wir früh erkannt, dass wir nur durch internationale Expansion langfristig unsere Stärken maximal ausschöpfen und weiter ausbauen können. Damit einher geht, dass wir unsere Position als attraktiver Arbeitgeber stärken. Dazu zählen unter anderem sichere Arbeitsplätze, Weiterbildungsangebote für unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, interne Karrierewege und der personelle Ausbau unserer Teams.

Welche Herausforderungen sehen Sie denn für das bevorstehende Jahr?

Rutronik beobachtet die globalen Märkte sehr genau. Der europäische Anteil am weltweiten Halbleitermarkt beläuft sich auf weniger als zehn Prozent. Unter den Top-Ten-Herstellern des weltweiten Halbleitermarktes – das sind rund zwei Drittel des Gesamtmarktes – befinden sich sechs US-amerikanische Unternehmen und mit Infineon nur ein Unternehmen aus Europa. Die Entwicklungen bereiten uns große Sorgen, wir sehen erhebliche Risiken für den europäischen Wirtschaftsstandort, insbesondere im Hochtechnologie-Bereich. Mögliche Konsequenzen erleben wir derzeit durch die Auswirkungen des Kriegs in der Ukraine auf die Energieversorgung. Wir müssen den europäischen Markt stärken und uns unabhängiger machen.

Auf der operativen Ebene gibt ein Blick auf einige Zahlen einen recht guten Eindruck davon, was wir und dabei allen voran unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter tagtäglich leisten und welche Herausforderungen damit an den unterschiedlichsten Stellen im Unternehmen einhergehen. Allein vom Logistikzentrum in Eisingen aus werden täglich 290 Millionen Artikel verschickt, und das auf Basis von 13.000 Picks pro Tag. Ich bin beeindruckt von diesem großen Einsatz und enorm stolz auf unsere rund 1800 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die gemeinsam in Zeiten von Wachstum und Wandel – in Bezug auf Rutronik wie durch meine vorherigen Antworten skizziert, aber auch mit Blick auf wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklungen – den Weg gemeinsam mit uns gehen. ■

Teilentladungstests

Qualität von Kleinleistungs- transformatoren überprüfen

Mittels Teilentladungsprüfungen lassen sich nicht nur Fehler in der Isolierung von Transformatoren frühzeitig identifizieren. Sie sind zudem ein zerstörungsfreies und vorausschauendes Analysewerkzeug, das vor einem möglichen bevorstehenden Systemausfall warnt.

VON JOCHEN NELLER, TECHNICAL EXPERT INDUCTORS BEI RUTRONIK, UND SHREYANKH KRISHNAMURTHY, FIELD APPLICATION ENGINEER BEI PULSE

Während ihrer langen Lebensdauer sind Kleinleistungstransformatoren unterschiedlichsten Beanspruchungen ausgesetzt. Diese können der elektrischen Isolation zusetzen, die jedoch essenziell für einen fehlerfreien Betrieb ist. Bereits bei der Fertigung können trotz höchster Sorgfalt kleine Fehlstellen, Hohlräume, Risse, Einschlüsse im Dielektrikum oder Inhomogenitäten in den elektrischen Isolierungen auftreten. Befindet sich die Isolierung zwischen einem Elektrodensystem, an das eine Spannung angelegt wird, kommt es an solchen Schwachstellen zu einer lokalen Überbeanspruchung durch das elektrische Feld. Dies kann zu einer Teilentladung führen. Im Gegensatz zu einer vollen Entladung – ein häufig sichtbarer und hörbarer Durchschlag – sind Teilentladungen energetisch sehr schwache Durchschläge. Sie treten nur in einem Teil der Isolation auf und werden fast nie direkt bemerkt. Jedoch führen sie über die Zeit hinweg zu einem immer größeren Isolationsschaden, der sich bis zu einem Totalschaden ausweiten kann.

Diagnosemethoden zur Qualitätssicherung

Zur Qualitätssicherung und zur Aufrechterhaltung der Betriebssicherheit von Leistungstransformatoren liefern dielektrische Diagnosemethoden einen großen Beitrag. Die am häufigsten verwendete Methode zur Bewertung der Unversehrtheit der Isolierung ist ein Hochspannungs- oder Spannungsfestigkeits-test (Hochpotenzialtest, Hi-Pot-Test). Hier wird an jede Seite der Isolation eine Hoch-

spannung angelegt und der Leckstrom gemessen. So lässt sich schnell identifizieren, ob die Isolation einen Fehler aufweist. Der Nachteil von Hochspannungstests besteht darin, dass die Spannung (oder der resultierende Leckstrom) die Isolierung beschädigen und somit das Bauteil beeinträchtigen kann. Außerdem lassen sich mit einem Hi-Pot-Test nur bereits vorhandene Mängel feststellen.

Die sogenannte Teilentladungsprüfung ist hingegen eine zerstörungsfreie Methode zur Bewertung des Isolationszustands von elektrischen Betriebsmitteln. Mit diesem zuverlässigen und sehr empfindlichen Verfahren werden selbst geringste Schwachpunkte im Isolationssystem effektiv erkannt.

Teilentladungen treten häufig lange vor einem Defekt der Isolation auf. Daher unterstützen die Messungen bei der Qualitätsbewertung des Prüflings sowie bei strategischen Entscheidungen hinsichtlich einer rechtzeitigen

Reparatur oder eines Austauschs des Transformators, bevor es zum Ausfall des Betriebsmittels kommt.

So funktioniert eine Teilentladungsprüfung

Teilentladungstests untersuchen die Ladungsverteilung innerhalb einer Isolationsstrecke während eines Ionisationszyklus und ermöglichen eine genauere Voraussage möglicher Durchschläge. Signale, die auf eine Teilentladung hindeuten, sind jedoch relativ schwach.

Zur Messung wird eine definierte Spannung an die Isolationsstrecke angelegt. Diese baut sich auch über allen Fehlstellen auf. Ist die sogenannte Einsetzspannung U_i (Inception Voltage) erreicht, ionisiert die Fehlstelle und schließt sich selbst kurz. Wenn die Spannung über der Fehlstelle unter die Aussetzspannung

Bild 1: Prüfeinrichtung für die Teilentladungsprüfung mit Prüfkammer, Teilentladungsprüfgerät und Computer mit Messsoftware



Bilder: Pulse

U_e (Extinction Voltage) fällt, stoppt die Ionisation. Bei diesem Prozess verteilt sich die Ladung innerhalb der Isolationsstrecke neu. Dies wird als Teilentladung (Partial Discharge) bezeichnet. Wird eine Wechselspannung entsprechender Höhe angelegt, wiederholt sich der Teilentladungszyklus viele Male.

Die Teilentladungsaktivität steigert sich über die Zeit hinweg und kann zu irreversiblen Schädigungen an den Isolationssystemen und schließlich zu einem dielektrischen Durchbruch führen.

Die innerhalb der Isolationsstrecke neu verteilte Gesamtladung ist ein sehr guter Indikator für die Anzahl der Fehlstellen und die Wahrscheinlichkeit, dass es zu einem Ausfall kommt. Wird der Grenzwert für die Teilentladungsprüfung niedrig angesetzt, ist die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, dass es während der gesamten Betriebsdauer des Bauteils nicht zu einem Hochspannungsversagen kommt. Mit der Teilentladungsprüfung wird die maximale dielektrische Durchschlagsisolationsfähigkeit des Bauteils sowie die Dauerisolationfähigkeit für ein realistisches Nutzungsszenario bestimmt.

Die Prüfungen und Prüfaufbauten sind abhängig von der Art des zu messenden Betriebsmittels und der Norm, gemäß der die Teilentladungsmessung vorgenommen werden soll.

Teilentladungsentladungsprüfungen

Der Hersteller Pulse nutzt ein Verfahren basierend auf den Normen IEC 60664-1 und IEC 61800-5-1, die einen detaillierten Prozess zur Durchführung des Teilentladungstests beschreiben und vorgeben. Nach IEC 60664-1 muss die Teilentladungsspannung bei Wechselspannungstests zur Dauerisolationfähigkeit des Bauteils sinusförmig sein. Wenn jedoch eine konstante DC-Isolationfestigkeit bestätigt werden muss, wird eine äquivalente AC-Teilentladungsspannung verwendet. Das Verhältnis zwischen Wechsel- und Gleichspannung ist mit $U_{pd} = U_{dc} \sqrt{2}$ definiert. Dabei ist U_{dc} die konstante DC-Isolationsspannung und U_{pd} die äquivalente AC-Teilentladungsspannung.

Für eine strengere Risikobewertung schreibt IEC 60664-1 verschiedene Multiplikations-

bzw. Sicherheitsfaktoren vor. Das sind der Umgebungskorrekturmultiplikator (Temperatur, Feuchtigkeit), der Hysteresefaktor (Differenz zwischen der Einsetzspannung U_i und der Aussetzspannung U_e) sowie der Sicherheitsfaktor. Insgesamt ergibt sich bei Pulse für die Teilentladungsspannung ein Testwert von $1,875 \cdot U_{pd}$.

Die Prüfeinrichtung für die Teilentladungsprüfung ist in Bild 1 dargestellt. Sie besteht aus einer Prüfkammer, dem Teilentladungsprüfgerät und einem Computer mit der Messsoftware zur Anzeige der Messwerte.

Die Prüfung wird mit einer Spannung gestartet, die unterhalb der Nenn-Teilentladungsspannung U_{pd} liegt. Diese Spannung wird linear auf den Testwert von $1,875 \cdot U_{pd}$ erhöht und für maximal 5 Sekunden gehalten. Anschließend wird die Spannung linear auf $1,5 \cdot U_{pd}$ verringert und für maximal 15 Sekunden gehalten. Während dieser Zeit wird die Teilentladung gemessen. Bild 2 zeigt den Spannungsverlauf über die Zeit.

Gemäß den Normen IEC 60664-1 und IEC 61800-5-1 besteht ein Transformator den

Anzeige

NEUES PCB-LEISTUNGSRELAIS G2RG-X – OMRON

KOMPAKTES 500 VDC-RELAIS FÜR LADESCHALTUNGEN

Das G2RG-X ist ein äußerst kompaktes 500-VDC-Leistungsrelais für die Vorladeschaltungen in EV-Ladegeräten, Batterie-Backup-Systemen für Solarmodule und anderen Hochstrom-Gleichstromanwendungen.

- Erreicht 500 VDC 10 A Schaltleistung bei 2-poliger Serienverdrahtung
- 3,0 mm Kontaktabstand (2-polige Serienverdrahtung)
- Bietet hohe Isolierung mit einem Isolationsabstand von über 8 mm und Steh-Stoßspannung von 10 kV zwischen Spule und Kontakten
- UL- und TÜV-zertifiziert



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

www.components.omron.com/eu

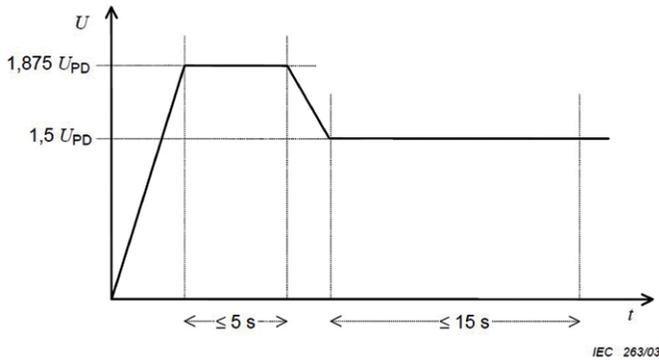


Bild 2: Spannungsverlauf über die Zeit beim Teilentladungstest

Teilentladungstest dann, wenn die Ladung der Streukapazitäten weniger als 10 pC während der Messperiode beträgt.

Bild 3 zeigt die Messung der Ladung der Streukapazitäten während des partiellen Entladungstests. In Bild 3 oben besteht der Prüfling den Teilentladungstest, da die Ladung der Streukapazität während des Testzeitraums weniger als 10 pC beträgt (siehe Messwert PD1 und PD2). Das in Bild 3 unten gezeigte Bauteil besteht den Teilentladungstest nicht, da die Ladung der Streukapazität während der Messperiode weit über 10 pC liegt.

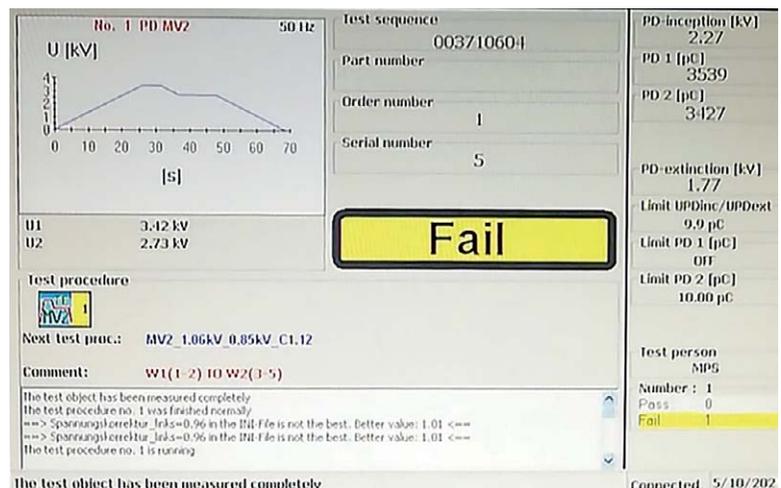
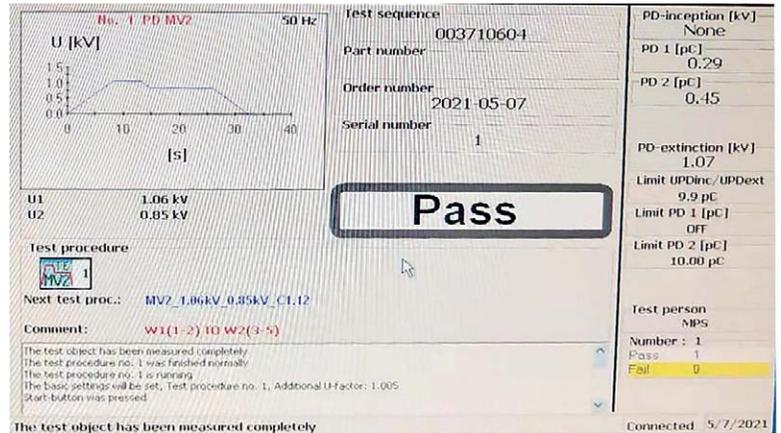


Bild 3: Messergebnisse zweier Teilentladungstests

Teilentladungsprüfung zur Qualitätssicherung

Gerade innerhalb der ersten Betriebsjahre treten Isolationsdefekte überproportional häufig auf. Deshalb führt Pulse eine Teilentladungsprüfung nach der Fertigung als Typ- und Abnahmeprüfung durch, um Qualitätsprobleme bereits während der Produktion aufzudecken.

Dies gilt beispielsweise für die Automotive-Grade-Version von vier beliebten Push-Pull-Transformator-Serien von Pulse. Diese Transformatoren des IATF-Produktportfolios sind auf mehrere verfügbare Push-Pull-Treiber-ICs (Bild 4) abgestimmt und liefern eine Leistung von bis zu 3 W mit Isolierungen von



Bild 4: Push-Pull-Transformatoren

funktional bis verstärkt sowie bis zu 5,5 kV RMS galvanische Trennung.

Die Serie PH90/PM21 beinhaltet auch das von Pulse patentierte Sidecar-Gehäuse, das eine Kriechstrecke von bis zu 12 mm in einem kompakten SMD-Footprint erreicht. Diese für AEC-Q200 qualifizierten Transformatoren finden Einsatz in Kommunikations-, BMS- und IGBT-Antriebsanwendungen, z. B. in Elektro- und Hybridfahrzeugen.

Auch die PH9185NL-Serie (Bild 5) wird bezüglich Dauerfestigkeit getestet. Die hochisolierten Schaltnetzteiltransformatoren bieten eine verstärkte Isolierung (reinforced) für RS-485- und RS-232-Transceiver-ICs. Die U_{pd} des Teilentladungstests beträgt 1000 V RMS, daher ist die Dauerfestigkeit (continuous) ebenfalls mit 1000 V RMS spezifiziert.

Fazit

Teilentladungstests sind eine hervorragende Möglichkeit, um kritische Isolationsschwächen einer magnetischen Komponente zu identifizieren. Sie zeigen potenzielle Langzeit-

probleme auf und lassen sich zudem für die Festlegung einer maximalen Dauerspannung nutzen. Dabei ist es empfehlenswert, Teilentladungsmessungen und -analysen nicht nur zur Bestätigung der Betriebssicherheit nach der Herstellung durchzuführen, sondern auch nach der Inbetriebnahme und – je nach Art des Betriebsmittels – während der gesamten Betriebsdauer.



Bild 5: Push-Pull-Transformator mit verstärkter Isolierung für getrennte Stromversorgungs-Treiber, 8 mm Kriechstrecke, 5 kV RMS Isolierung (1000 V RMS kontinuierlich)

Warum F-RAM für die Datenerfassung so wichtig ist

Daten effizient und sicher speichern

Die Anforderungen an nichtflüchtige Speicher in Sachen Datenschreib- und Zugriffsgeschwindigkeit, Datenerhalt und geringer Stromverbrauch steigen, gerade in unternehmenskritischen Anwendungen. Eine bewährte Technologie, die auch extreme Anforderungen erfüllt, ist F-RAM.

VON CHEN WANG, CORPORATE PRODUCT MANAGER DIGITAL BEI RUTRONIK, ZAREPOUR MAHROKH, SENIOR MANAGER REGIONAL MARKETING, UND GABRIEL PHILIPP, DIRECTOR BUSINESS MANAGEMENT DISTRIBUTION EMEA, BEIDE BEI INFINEON

Bilder: Infineon Technologies



Die Datenerfassung war schon immer ein ganz wesentliches Element in unternehmenskritischen Umgebungen und Anwendungen. Um die Daten zu speichern, kam deshalb meist ein batteriegepuffertes SRAM (Static Random Access Memory) zum Einsatz. Auch wenn es ein hohes Maß an Sicherheit gewährleistet, hat das SRAM einige Nachteile:

- Es werden mehrere Komponenten gebraucht (Batterie, Power Management Controller),

die viel Leiterplattenfläche beanspruchen und eine hohe Ausfallrate haben.

- Um eine Überhitzung der Batterie zu vermeiden, wird sie normalerweise erst nach dem Reflow-Prozess montiert, was zu höheren Herstellungskosten führt.
- Industrieroboter und Fahrzeuge sind häufig Vibrationen ausgesetzt, sodass sich Steckverbinder, die die Batterien an ihrem Platz halten, lockern oder lösen können. Das ver-

ringert die Zuverlässigkeit des gesamten Systems.

- Die Batterien müssen während der langen Betriebsdauer eines typischen Industrieroboters oder Fahrzeugs gewartet und ausgetauscht werden.
- Batterien erfüllen nicht die RoHS-Richtlinien und stellen Betreiber damit vor Entsorgungsprobleme.

Aus diesen Gründen kommen in industriellen Anwendungen immer häufiger nichtflüchtige Speicher (Non-Volatile Memory, NVM) zum Einsatz. Häufig fällt die erste Wahl auf EEPROMs. Es ist in der Regel jedoch ungeeignet, da die meisten Anwendungen Echtzeit-Zuverlässigkeit bei der Datenerfassung erfordern. Zudem arbeiten EEPROMs nicht besonders energieeffizient. Der Stromverbrauch ist jedoch ein entscheidender Faktor, weil in diesen Anwendungen fortlaufend Daten erfasst werden müssen.

Hauptanforderungen an Datenspeicher

Aufgrund der Anforderungen aus kontinuierlicher Datenerfassung und der Forderung nach langer Lebensdauer müssen Speicher für Industrie- und Automotive-Anwendungen, aber auch für medizinische Applikationen, eine praktisch unbegrenzte Endurance mitbringen.

	F-RAM	EEPROM
Write operation	Overwrite	Erase + Write
Write cycle time	Instant	5 ms
Write energy (4 Mbit)	1,510 µJ	192,000 µJ
Endurance	10 ¹⁴ cycles	10 ⁶ cycles
Cost/Mbit (€)	€€€	€€

F-RAM punktet gegenüber EEPROM in allen Bereichen.

F-RAM (Ferroelectric Random Access Memory) hat eine höhere Endurance als EEPROM; zudem speichert es – im Gegensatz zu EEPROM – Daten sofort (Tabelle). Es arbeitet energieeffizient und benötigt keine zusätzliche Batterie, um genug Energie für die Speicherung im SRAM zu haben. Außerdem ist kein Speicher-Controller erforderlich, was Platz und Kosten spart. Durch die geringere Anzahl an Komponenten erhöht sich gleichzeitig die Zuverlässigkeit. Ein



Bild 1: Mit fast unbegrenzter Lebensdauer, einer zuverlässigen, verzögerungsfreien Datenerfassung und hohem Datendurchsatz ist das Excelon-F-RAM von Infineon ideal für die Datenerfassung in ADAS, Industrierobotern und medizinischen Geräten.

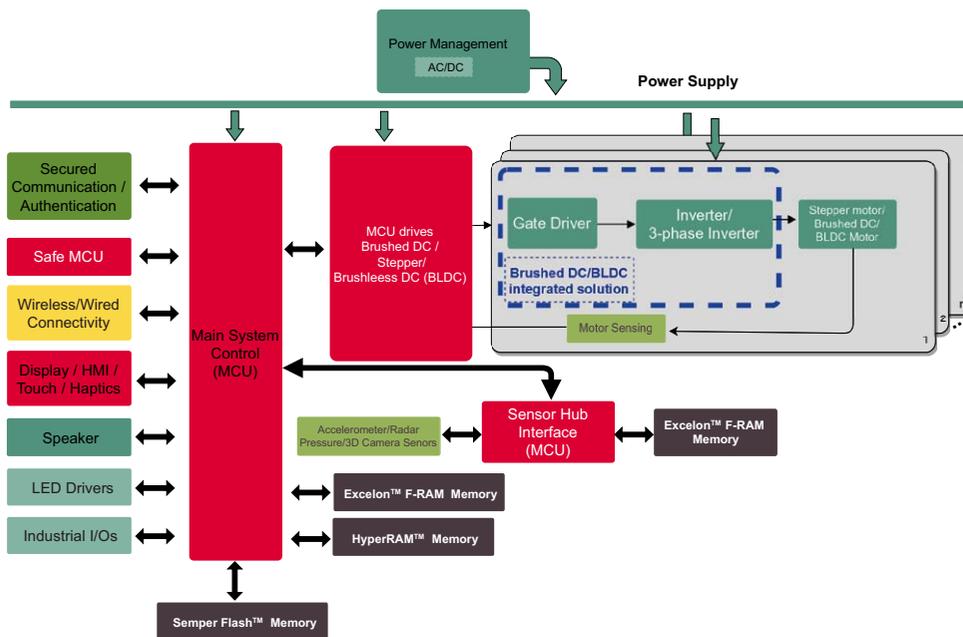


Bild 2: Für Robotersteuerungen bieten die Excelon-F-RAM-Bausteine von Infineon die nötige Speicherdichte und eine Vierfach-SPI-Schnittstelle für schnellen Datendurchsatz.

weiterer Vorteil ist die große Produktvielfalt auf dem Markt, sodass für jede Anwendung das optimale F-RAM-Produkt zur Verfügung steht.

Trends bei der Datenerfassung

Sowohl in der Industrie als auch auf dem Medizin- und dem Automotive-Markt sind derzeit Trends zu beobachten, die die Datenerfassung in den entsprechenden Anwendungen prägen.

Trend in der Industrie: Konstrukteure von Industrieanwendungen müssen entscheiden, ob die Datenerfassung zentral im Hauptmikrocontroller passieren soll oder an jedem Motor separat. Aktuell erfordern Datenerfassungsanwendungen bis zu 1 MB Speicher am Motor. Mit Controllern werden hingegen bis zu 16 MB benötigt.

Für Hochgeschwindigkeitsanwendungen, z. B. eine Sechs-Achsen-Robotersteuerung, bietet Infineons neueste NVM-Generation, das F-RAM Excelon, eine hohe Speicherdichte und eine Vierfach-SPI-Schnittstelle (QSPI) für schnellen Datendurchsatz. Für Anwendungen mit geringeren Anforderungen, beispielsweise einer Motion-Control-Anwendung mit drei Motorsteuerungen, stehen aus der Serie auch Modelle mit geringerer Dichte und einer seriellen peripheren Schnittstelle (SPI) zur Verfügung.

Trend im Automobil: Automotive-Systeme erfordern eine kontinuierliche Datenaufzeichnung und müssen Sensordaten im Falle eines Stromausfalls verzögerungsfrei erfassen. In den rauen Betriebsumgebungen mit hohen Anforderungen an die Anzahl von Lese-/Schreibzyklen und den Datenerhalt ist eine möglichst stabile Leistung nötig, die zudem effiziente Schnittstellen mit geringer Pin-Anzahl und hoher Geschwindigkeit unterstützt. Hierfür sind die F-RAMs der Excelon-Auto-Serie ausgelegt: Sie erfassen Daten sofort ohne Haltezeit und ohne zusätzliche Komponenten. Sie unterstützen eine QSPI-Schnittstelle mit bis zu 108 MHz und sind AEC-Q100-1-, -2- und -3-qualifiziert. Die Speicherkomponenten erfüllen somit die Kriterien der funktionalen Sicherheit. Mit 100 Billionen Schreibzyklen kann ein Excelon-Chip im Auto Daten 20 Jahre lang schreiben.

Trend in der Medizinbranche: Eine zunehmende Konnektivität und das Internet der Dinge mit tragbaren und ferngesteuerten Patientenüberwachungssystemen ermöglichen eine Versorgung, die sich vom Krankenhaus zunehmend nach Hause verlagert. Treiber dieser Entwicklung sind eine schnell alternde Bevölkerung und steigende Gesundheitskosten, insbesondere in den Industrieländern.

Durch die mobilen medizinischen Geräte für zu Hause, etwa Infusionspumpen oder Herzschrittmacher, werden Ferntherapien mög-

lich. Hierfür ist jedoch eine erheblich umfangreichere und zuverlässige Echtzeit-Datenerfassung nötig, um einen effizienten und sicheren Betrieb auch bei einem möglichen Stromausfall zu gewährleisten. Ein niedriger Stromverbrauch spielt hier eine wichtige Rolle, um die Batteriebensdauer der Geräte zu maximieren.

Mit Schreibfunktionen ohne Verzögerung, nahezu unbegrenzter Lebensdauer und Ultra-Low-Power-Modi erfüllen die Excelon-F-RAM-Bausteine alle Anforderungen (Bild 1). Mit dem neuesten GQFN-Gehäuse bieten sie zudem einen kleinen Formfaktor – ein Vorteil gerade für die tragbaren Geräte. Zudem sind die F-RAM-Zellen von Infineon so robust, dass sie Magnetfeldeinflüssen und Strahlung standhalten. So reduzieren sie die Risiken durch externe Systeme und verhin-

dern weitere Eingriffe zum Austausch der Speicherkomponenten.

Fazit

Die Beispiele zeigen: Der Bedarf an zuverlässigem, schnellem, stromsparendem und hochleistungsfähigem F-RAM ist in einem breiten Spektrum von Anwendungen, die auf Daten von mehreren Sensoren angewiesen sind, deutlich gestiegen. Dies gilt ganz besonders in unternehmenskritischen Bereichen, wo der Verlust von Daten die Sicherheitsmechanismen erheblich beeinträchtigen kann.

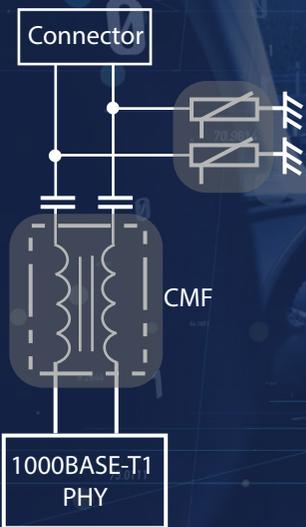
Darüber hinaus spielt die Datenerfassung eine wichtige Rolle als Wegbereiter neuer KI- und ML-Funktionen wie der vorausschau-

den Wartung. Sie stellt die Daten bereit, die die Innovation in diesen Anwendungen vorantreiben werden.

Ihre praktisch unbegrenzte Lebensdauer in Verbindung mit der sofortigen und zuverlässigen Datenerfassung und dem hohen Datendurchsatz machen die F-RAMs von Infineon zur ersten Wahl für die Hochleistungsdatenerfassung in ADAS, Industrierobotern und medizinischen Geräten. Mit unterschiedlichen Dichten erfüllt F-RAM die Anforderungen verschiedener Anwendungen. Das gibt Entwicklerinnen und Entwicklern auch die Flexibilität, den erst noch entstehenden Anforderungen von Edge-Technologien der nächsten Generation gerecht zu werden. ■

Anzeige

Eaton provides automotive grade signal line filtering solutions and expands the portfolio in this direction.



Auto Communication Protocol			CAN & CAN-FD	FlexRay	USB2.0	One-pair Ethernet 100BASE-T1	One-pair Ethernet 1000BASE-T1	PoC
Product	Footprint (EIA)	Series						
Common/ Differential Mode Filter	0805	ACE1V				●		●
	1210	ACE1V ACE2V		●	●	●	●	●
	1812	ACE1V		●	●			
ESD Suppressor	0402	AMLV		●	●			
	0603			●	●			
	0402	PolySurg			●	●	●	●

- AEC-Q200 qualified
- High temp up to + 125 °C ambient
- OPEN Alliance qualified solutions for Automotive Ethernet



Neue Speichertechnologie für innovative IoT-Anwendungen

Die goldene Mitte

Ob Fahrzeug-Infotainment, Wearables, Smart-Home- oder Smart-Factory-Anwendungen: Für innovative Benutzererfahrungen und Funktionalitäten müssen sie skalierbar sein. Dafür braucht es MCUs mit höherer Leistung bei geringerem Stromverbrauch. Der Speicher setzt dem häufig eine Grenze, die sich jetzt durch eine neue Technologie überwinden lässt.

VON CHEN WANG, CORPORATE PRODUCT MANAGER DIGITAL BEI RUTRONIK, UND ALEX DE LA BASTIE, BUSINESS DEVELOPMENT DIRECTOR BEI AP MEMORY TECHNOLOGY

Die meisten MCUs oder FPGAs sind mit einem internen Speicher ausgestattet, der für einige Anwendungen optimiert ist. Damit kann er nicht alle Anforderungen erfüllen. Das betrifft vor allem Anwendungen, die eine hohe Speicherkapazität und eine hohe Bandbreite für die Durchführung von Operationen erfordern. Dazu zählen Bild-/Audiopufferung oder maschinelles Lernen (ML) mit Bedarf an einem umfangreichen neuronalen Netz.

Klassische externe Speicher

In der Regel ist für solche Applikationen ein externer Speicher die praktikabelste und die am einfachsten skalierbare Methode. Abhängig von der Dichte und den Leistungsanforderungen der Zielanwendung stehen hierfür die klassischen Optionen SRAM (Static Random Access Memory) und SDR/DDR DRAM (Dynamic Random Access Memory) zur Verfügung. Aufgrund ihrer unterschiedlichen Technologien und Architekturen besitzen sie jeweils andere Dichte- und Leistungsspezifikationen. Für innovative IoT-Anwendungen sind in der Regel jedoch beide ungeeignet. Denn IoT-Applikationen der nächsten Generation erfordern einen

größeren Funktionsumfang bei kompakter Bauweise und hoher Energieeffizienz. Zum Beispiel hat sich die übliche Layout-Topologie eines 6-Transistor-SRAM nicht im gleichen Maß verkleinert wie die Prozessknoten. Das bedeutet, dass der Speicher keine höhere Dichte unterstützt und relativ teuer ist. Das macht es zunehmend unwirtschaftlich, mit SRAM die Anforderungen der neuesten IoT-Anwendungen mit Bedarf an hoher Speicherkapazität zu erfüllen.

DRAM bietet gegenüber SRAM zwar Kostenvorteile, da es nur aus einem einzigen Transistor und einem Kondensator besteht, hat aber auch einige Nachteile. Die größten sind die hohe Pinzahl, der hohe Stromverbrauch und die komplexe Integration. Für Anwendungen, bei denen es diesbezüglich keine Einschränkungen gibt, bleibt Legacy-SDR-DRAM eine Möglichkeit in bestehenden Systemen. Für viele moderne, kompakte IoT-Systeme sind sie jedoch kaum geeignet.

Bild 1 zeigt die verfügbaren Optionen für externen Speicher mit den Parametern auf, die Designer bei der Auswahl berücksichtigen müssen. Es zeigt klar, dass eingebettetes SRAM die beste Speichertechnologie für SoC-Anwendungen ist. Doch auch hier gibt es einen limitierenden Faktor: Aufgrund der Chipgröße und Kosten für die Integration in den Logikprozess ist die Dichte von eingebettetem SRAM begrenzt. Mit der fortschreitenden Entwicklung von MCUs und ihrer Migration in moderne Prozesse von IoT-Anwendungen verliert eingebettetes SRAM zudem seinen Vorteil bei der Stand-by-Leistung.

DRAM hingegen ist zwar für High-End-Anwendungen geeignet, aber für viele andere IoT-Anwendungen oft ein Overkill. Hintergrund ist, dass die Pinzahl, Geschwindigkeit und Leistung zu hoch sind.

Bild 1: Technologien externer Speicher im Vergleich

Spec	SRAM (Embedded)	DRAM	PSRAM
Pin Count	None	High	Low
Cost	Very High	Wide Range	Low
Standby Power	Low to High (Mature/Advance Node dependant)	High	Very Low
Speed	High	Wide Range	Low
Active Power	Low	High	Medium
Platform	Embedded	Standard	Standard
Random Access	High	Medium	Low

Bild: AP Memory

Eine alternative Speichertechnologie ist PSRAM (Pseudo SRAM). Hier sind die Leistung und die Anzahl der Anschlüsse ideal ausbalanciert, und das bei geringem Energiebedarf.

Lückenfüller zwischen DRAM und SRAM

IoT RAM basiert auf der PSRAM-Technologie, übernimmt deren Eigenschaften und kombiniert sie mit einer relativ einfachen SRAM-Schnittstelle für ein einfaches Produktdesign. Durch zusätzliche Schnittstellenoptionen wie NOR-Flash-SPI-Schnittstellen mit geringer Pinzahl, die von den meisten MCUs verwendet werden, ist IoT RAM überall dort eine Option, wo SoCs mehr Speicher benötigen, als der interne SRAM bereitstellen kann.

Betrachtet man die Kostenseite, sind die Produktkosten von IoT RAM bis zu zehnfach geringer als die von SRAM. Gleichzeitig verfügt IoT RAM über eine fünf- bis zehnfach höhere Speicherdichte, da die DRAM-Speicherzellentechnologie mit nur einem Transistor und einem Kondensator verwendet wird.

Niedrige Pinzahl

Im Vergleich zu SRAM bietet IoT RAM eine höhere Datenbandbreite und ist mit herkömmlichem SDRAM vergleichbar, allerdings bei wesentlich geringerer Pinzahl (Bild 2). Mit IoT RAM kann die IO-Konfiguration einen

1-bit-, 4-bit-, 8-bit- und 16-bit-Datenbus unterstützen.

Damit ermöglicht IoT RAM, die Anzahl der Pins für die erforderliche Bandbreite von IoT-Anwendungen deutlich zu reduzieren (Bild 3). Zudem wird das Systemdesign vereinfacht; die SoC-Pins lassen sich anderweitig verwenden.

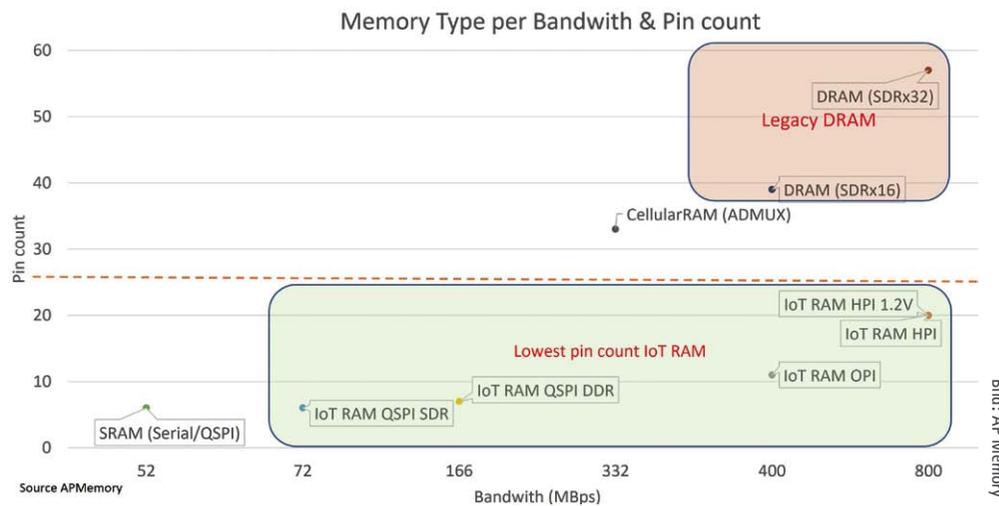


Bild 2: IoT RAM bietet eine höhere Datenbandbreite als SRAM bei wesentlich geringerer Pinzahl.

Anzeige



The energy behind the power

Saft batteries for IoT

Choosing the right battery for your IoT solution is critical. When your application involves connecting thousands of devices and needs to perform reliably for years at a time, you want to know you are making the right battery selection. Saft makes it easy with our smart selector tools. Find the best battery to energize your IoT device.

saftbatteries.com



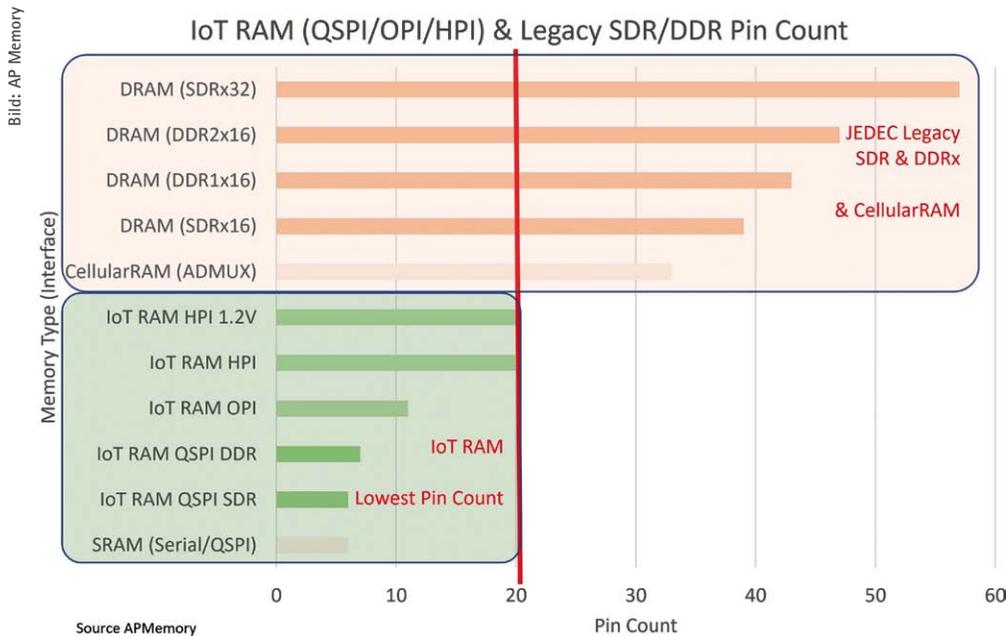


Bild 3: Vergleich der Pinzahl von IoT RAM und SDRAM

Auch gegenüber DRAM hat IoT RAM einen erheblichen Vorteil bei der Pinzahl. x16 IoT RAM benötigt dreimal weniger Pins als x32 SDRAM bei vergleichbarem Datendurchsatz. Das führt zu einer Verkleinerung des Chips und damit einer Reduktion an Siliziumfläche, Kosten und Leiterplattengröße. Im Vergleich zu einem SDRAM x32 BGA90 ist bei einem IoT RAM BGA24 das Gehäuse bis zu dreimal kleiner und somit sehr platzsparend. Darüber hinaus werden MCU-Pins für andere Zwecke frei und der Speicher ist auch für Burst-Speicherzugriffe optimiert.

Geringer Stromverbrauch

Betrachtet man den Energieverbrauch, benötigt IoT RAM rund viermal weniger pJ/bit (Picojoule pro Bit) als herkömmliches DRAM (Bild 4). Die kurze Latenzzeit von IoT RAM ermöglicht schnelle Einschaltzeiten und ein sehr schnelles Aufwachen aus Modi mit niedrigem Stromverbrauch sowie dem Stand-by-Modus. Darüber hinaus bietet IoT RAM eine vollständige Datenerhaltung bei extrem niedrigem Stand-by-Stromverbrauch – typischerweise 0,1 bis

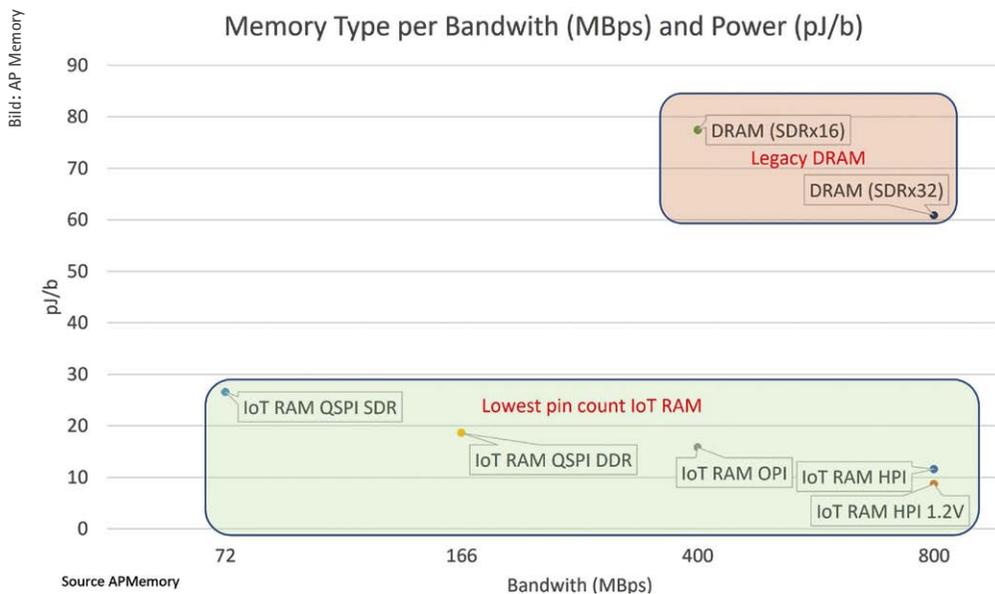


Bild 4: Bandbreite und Stromverbrauch verschiedener Speichertypen



Bild: Rutronik

Bild 5: Mit externem IoT RAM ist das RDK2 eine moderne und einfach nutzbare Hardware-Plattform, vor allem für die Entwicklung von Wearables und Sensoren.

0,3 µA/Mbit je nach Dichte – sowie einen Deep-Power-Down-Modus mit weniger als 8 µA für alle OPI-Dichten (Octal Peripheral Interface).

IoT RAM für Frame Buffering mit MCU

Die IoT-RAM-Speicher von AP Memory, die auf der PSRAM-Technologie basieren, arbeiten bereits mit vielen MCUs, SoCs und FPGAs, die in IoT- und Embedded-Geräten verbreitet sind.

Bei einem smarten Armband wird der erforderliche Datendurchsatz mit gut 5 MB/s berechnet (71.392 × 3 Byte × 30 fps). In Anbetracht der zusätzlichen Latenzzeit für den SoC-Bus und der Wahl der Speicherbusfrequenz von unter 100 MHz bei vielen SoCs dieser Kategorie reicht IoT RAM QSPI SDR aus, um die erforderliche Datenrate zu erreichen.

Bei einer einfachen Smartwatch hingegen liegt der erforderliche Datendurchsatz mit etwa 25 MB/s (135.424 × 3 Bytes × 60 fps) darüber und kann je nach Modell noch deutlich höher ausfallen. Hier erfüllt IoT RAM OPI oder HPI die nötige Datenrate besser. Für hochvolumige, konkurrenzfähige Wearables empfehlen sich die WLCS-PC-Gehäuseoptionen.

Auch für den Smart-Home- und Industriemarkt steht IoT RAM mit einer Vielzahl an Bandbreiten zur Verfügung. Beispielsweise eignet sich für ein einfaches Thermostat-Display, das etwa 10 MB/s benötigt, ein 16-MB-QSPI-SDR-SOP8-IoT-RAM der Einstiegsklasse. Die hohen Anforderungen eines HD-720p-Displays lassen sich

hingegen mit einem 256-MB-OPI- oder HPI-IoT-RAM im BGA24-Gehäuse erfüllen.

IOT RAM – Wendepunkt für viele MCU-basierte Anwendungen

Diese Features haben IoT RAM in den letzten Jahren zum Speicher der Wahl für Wearable-Anwendungen gemacht. Der Speicher wird von vielen der neusten MCUs, Wireless-SoCs und FPGAs marktführender Hersteller als optimale Wahl für alle IoT-, Edge-KI- und Industrieanwendungen gesehen.

Mit Referenzdesigns von SoC-Partnern und Rutronik können Hersteller die effektive Nutzung ihrer Entwicklerressourcen und eine kurze Time to Market ihrer Projekte sicherstellen. Beispielsweise basiert das RDK2 von Rutronik auf dem PSoC 62 von Infineon und bietet in Kombination mit externem PSRAM (64 Mbit QSPI) eine moderne und einfach anzuwendende Hardware-Plattform für die Entwicklung zahlreicher Anwendungen, ganz besonders von Wearables und Sensoren.

Frame buffering requirements and IoT RAM solution	Wristband 	Smart Watch 	Thermostat 	Thermostat (HD Display) 
(R,G,B) 3Bytes/Pixel (24bits)	194 x 368	368 x 368	320x320	720p
1 Frame Size	~200KB	~400KB	~300KB	~3MB
Frame per sec	30fps	60fps	30fps	60fps
Bandwidth MB/s	~5MB/s	~25MB/s	~10MB/s	~160MB/s
Suggested Memory	IOT RAM QSPI SDR 16Mb WLCSP 	IOT RAM OPI 64Mb WLCSP 	IOT RAM QSPI SDR 16Mb SOP8 	IOT RAM HPI 256Mb BGA24 

Bild: AP Memory

Beispiele für die Anforderungen an die Bildspeicherung verschiedener Anwendungen

Fazit

Eine geringe Pinzahl, niedriger Stromverbrauch, eine große Auswahl an Gehäusen sowie die Wettbewerbsfähigkeit und Einfachheit bei Design und Integration der IoT RAMs machen den entscheidenden Unterschied zu herkömmlichen und Legacy-SDRAM-Ansätzen. ■

Anzeige



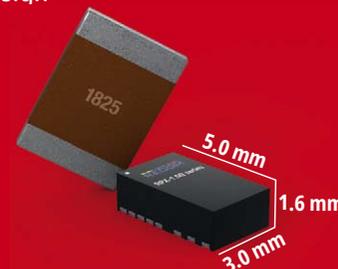
AUTOMOTIVE-GRADE POWER MODULES

Kleiner als ein 1825 Kondensator

- Betriebstemperatur: -40°C bis zu +125°C AEC-Q100 Grade 1
- 36VDC Vin / 0.5 oder 1.5A Iout
- Hervorragende Leistung für Automobilsysteme
- Hohe Leistungsdichte im kompakten QFN-Gehäuse
- Hoher Wirkungsgrad, kein Kühlkörper notwendig
- Wetttable flanks auf Anfrage



- Integrierte FETs, Induktivitäten und passive Bauelemente für ein simples Design
- Ausgangsspannung trimmbar
- Geschützte Ausgänge (SCP, OCP, OTP, UVLO)
- Filterung nach Klasse A, B



Design-in von eMMC in verschiedenen Umgebungen

Lang lebe der Speicher!

eMMC-Speicher sind vor allem in Smartphones, Fernsehern, Set-Top-Boxen, Computer-on-Modules, Notebooks und Tablet-PCs bereits lange etabliert. Doch auch für den Einsatz in Sensoren des IoT eignen sie sich hervorragend. Beim Design-in gibt es dennoch einige Aspekte zu beachten.

VON CHEN WANG, CORPORATE PRODUCT MANAGER DIGITAL BEI RUTRONIK, UND MARTIN JUTTNER, SENIOR MANAGER PRODUCT MARKETING FÜR EMBEDDED FLASH MEMORY BEI KIOXIA EUROPE

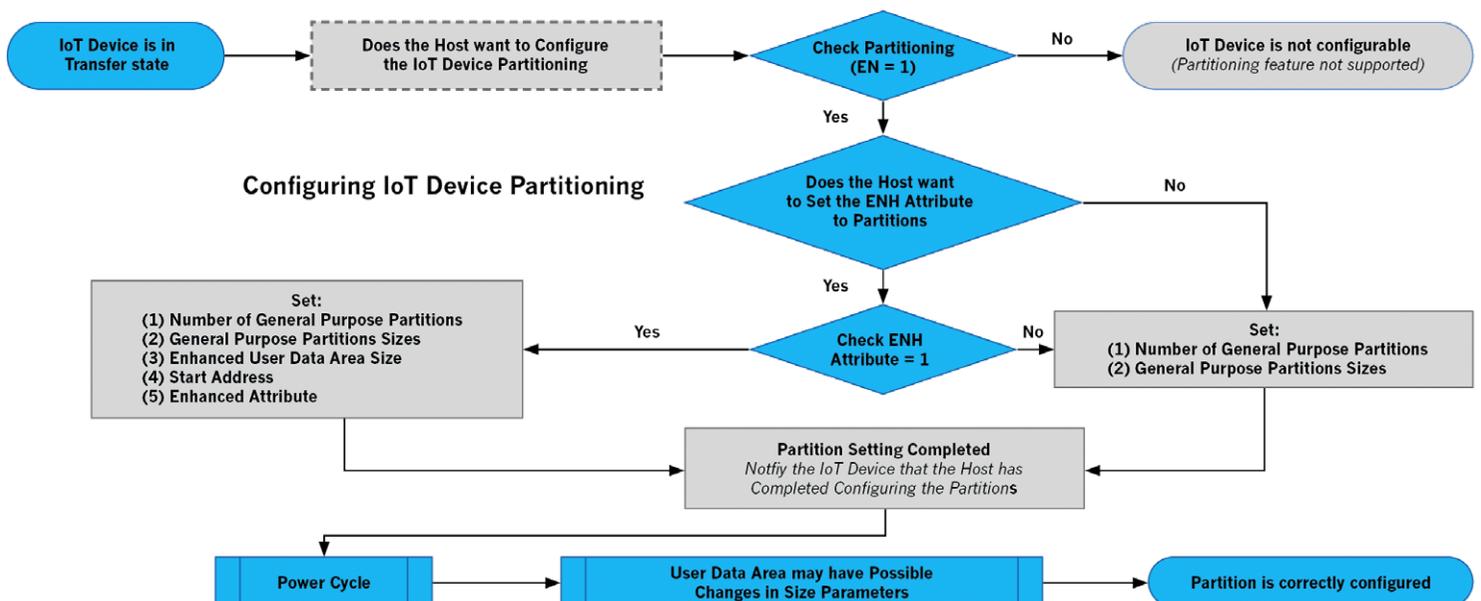
Ein Vorteil von eMMCs (embedded MultiMediaCard) ist die Tatsache, dass sie von der JEDEC Association standardisiert sind. Dadurch sind z. B. Pin-Layout, Registerbezeichnungen und -nutzung, Stromversorgung und Controller-Funktionen festgelegt, und die gemanagten Speicher sind rückwärtskompatibel. Jede Aktualisierung des Standards erhält eine neue Nummer, die anzeigt, dass diese eMMC-Generation die Merkmale der vorigen plus neue, verbesserte unterstützt.

Ab JEDEC 5.0 unterstützt die eMMC-Firmware einen sogenannten Service Health Report, der den Designprozess, aber auch die Wartung im Feld unterstützt. Ähnlich der von SSDs und HDDs bekannten S.M.A.R.T.-Funktionalität liefert er grundlegende Daten zum aktuellen Zustand der Flash-Zellen innerhalb der eMMC. Damit verfügt der Host über Informationen zu den verbleibenden Schreib-/Löschzyklen und

zum Gesamtstatus des Flash-Speichers der eMMC basierend auf den verbleibenden Reserveblöcken.

Es liegen also Live-Informationen über den Zustand des Speichers vor, nachdem er bereits für eine bestimmte Zeit unter bestimmten Bedingungen verwendet wurde. Sie können als Grundlage dienen, um im Labor die zu erwartende Nutzung im Feld über Jahre hinweg zu simulieren und darüber hinaus zu lernen, wie dies die Langlebigkeit der Daten beeinflusst.

Dank Standardisierung lässt sich ein Design, das für eine ältere eMMC-Version entworfen wurde, auch für die neueste Generation nutzen. Die neuen Features oder Schnittstellenoptionen der jüngeren Generation sind dann zwar nicht verfügbar, aber alle Merkmale der älteren sind auch in der neuen Genera-



Bilder: Kioxia

Bild 1: Ablauf einer eMMC-Partitionierung, hier am Beispiel eines IoT-Produktes dargestellt

tion implementiert – ideal für Anwendungen mit langen Entwicklungszyklen.

Ein mögliches Hindernis kann jedoch der Treiber der MMC-Schnittstelle auf dem Host sein. Dieser fragt möglicherweise zunächst nach der JEDEC-Version der eMMC und bricht ab, wenn er die Eingabezahl nicht erkennt. Das lässt sich vermeiden, indem der Treiber aktualisiert wird. Da auch die Pinbelegung standardisiert ist, können Entwicklerinnen und Entwickler frei zwischen den verschiedenen Gehäuseversionen und Speicherdichten wählen. Für Standard-Temperatur-eMMC ist das 11,5 mm × 13 mm große BGA die typische Gehäusegröße. Kioxia bietet für die 4-GB-eMMC zusätzlich ein kleineres BGA-Gehäuse mit 11 mm × 10 mm an.

*Temperatur beeinflusst
den Datenerhalt*

Die erste Frage, die beim Design zu beantworten ist, ist jedoch: Welche Speicherdichte ist für die Daten in der Kundenanwendung

erforderlich? eMMCs sind in Kapazitäten zwischen 4 und 128 GB auf dem Markt verfügbar.

Dann ist es sehr wichtig, die Umgebungstemperatur zu berücksichtigen, in der die eMMC eingesetzt werden soll. Die Standard-Betriebstemperaturbereich beträgt –25 bis +85 °C. Für Anwendungen, bei denen das nicht ausreicht, z. B. Computer-on-Modules (CoM), die in sehr unterschiedlichen Umgebungsbedingungen eingesetzt werden können, oder Power Inverter für Solaranlagen, bietet Kioxia eMMCs mit erweitertem Temperaturbereich von –40 bis +105 °C in Kapazitäten von 8 bis 64 GB an.

Allerdings gibt der Temperaturbereich nur die Betriebstemperatur für die eMMC an, nicht jedoch, wie lange die Daten erhalten bleiben. Wird die eMMC sehr oft und lange bei deutlich über 40 °C betrieben, ist es dringend ratsam, mit dem Hersteller über den individuellen Anwendungsfall zu sprechen. Dadurch kann ausgeschlossen werden, dass sich der Datenerhalt überraschend verkürzt.

Ein anderer Weg, um die Daten robuster gegenüber höheren Temperaturen zu machen, ist die Verwendung der Enhanced User Data Area, auch »Pseudo-SLC«-Modus genannt. Die Enhanced User Data Area steht ab dem eMMC-Standard 4.4 zur Verfügung und macht den betreffenden Speicherbereich zuverlässiger und leistungsfähiger. Zu beachten ist dabei, dass sich die verfügbare Gesamtdichte dadurch verringert.

Die Enhanced User Data Area verbessert die Zuverlässigkeit, Leistungsfähigkeit und Beständigkeit (Endurance) einer eMMC, indem nur ein statt zwei Bit pro Zelle genutzt wird.

*Datenübertragungsgeschwindigkeit
erhöhen*

Verlangt die Anwendung eine bestimmte Datenübertragungsgeschwindigkeit, sind mehrere Punkte zu berücksichtigen. Dabei muss man wissen, dass es eine Beziehung zwischen der Speicherdichte und der Schreib-/Leseleistung einer eMMC gibt. Ist für die Anwen-

Anzeige

www.sensirion.com/sen5x

Environmental Sensor Node SEN5x

All-in-one air quality sensing

Measure the air quality in your environment

Accurate measurement of various environmental parameters, such as particulate matter, volatile organic compounds (VOCs), nitrogen oxides (NOx), as well as humidity and temperature. Thanks to proprietary algorithms, the module enables straightforward integration into HVAC and air quality applications.

- FPM, NOx, VOC, RH&T sensor platform
- Superior sensing accuracy and lifetime
- Fast and easy integration
- Fully calibrated digital output
- One driver for up to 8 data signals
- Optimized and tested flow channel geometry

SENSIRION

$$\text{Days until 1 year data retention limit is reached} = \frac{\text{Number of write erase cycles offered by the NAND} \times \text{Total available density in GB}}{\text{GB per write to Memory} \times \text{Number of writes per Day} \times \text{WAF}}$$

Bild 2: Formel zur Berechnung der erwarteten Lebensdauer der eMMC

ding ein höherer Datendurchsatz erforderlich als ein Standard-eMMC anbietet, stehen folgende Optionen zur Wahl:

- Soll hauptsächlich die Lesegeschwindigkeit verbessert werden, ist der Wechsel von der HS200- zur HS400-Schnittstelle eine Möglichkeit. HS400 ist jedoch erst ab JEDEC 5.0 verfügbar und benötigt einen zusätzlichen Pin für die Schnittstelle.
- Soll hauptsächlich die Schreibgeschwindigkeit verbessert werden, ist der Wechsel zur Enhanced User Data Area ein effizienter Ansatz. Allerdings gilt es auch hier zu beachten, dass sich dadurch die verfügbare Dichte verringert.

Datenerhalt ermitteln und verlängern

Der Datenerhalt wird vor allem von zwei Faktoren beeinflusst: von der Anzahl der Schreib-/Löschzyklen während der Lebensdauer und von der Betriebstemperatur. Ein auf MLC basierender NAND-Flash in einer eMMC bietet rund 3000 Schreib-/Löschzyklen bei 40 °C. Ob dies für die erwartete Lebensdauer eines Produkts, in dem die eMMC verwendet wird, ausreicht, hängt stark vom Nutzungsszenario ab.

Bei der Kalkulation der erwarteten Lebensdauer des Speichers muss zudem der WAF (Write Amplification Factor) berücksichtigt werden. Die Formel zeigt Bild 2.

Das Ergebnis ist allerdings kein belastbarer Wert, sondern nur eine Näherung, weil der tatsächliche Datenerhalt auch von der individuellen Nutzung des einzelnen Geräts abhängt. Ist auf Grundlage dieser Berechnung davon auszugehen, dass die Lebensdauer der eMMC in dem angenommenen Nutzungsszenario nicht der erwarteten Lebensdauer des Produkts entspricht, gibt es zwei Möglichkeiten, diese zu verlängern:

- Auch hierfür kann die Enhanced User Data Area genutzt werden. Dadurch erhöht sich die Anzahl der verfügbaren Schreib-/Löschzyklen im Vergleich zum normalen Modus um das Zehnfache (bei 40 °C). Es gilt jedoch auch hier: Die verfügbare Dichte reduziert sich dadurch.
- Die Wahl einer eMMC mit höherer Dichte. Je mehr Dichte zur Verfügung steht, desto mehr Fläche besitzt der Speicher-Controller für das Wear Levelling. Das bedeutet weniger Stress durch die Schreib-/Löschzyklen für die einzelnen Zellen.

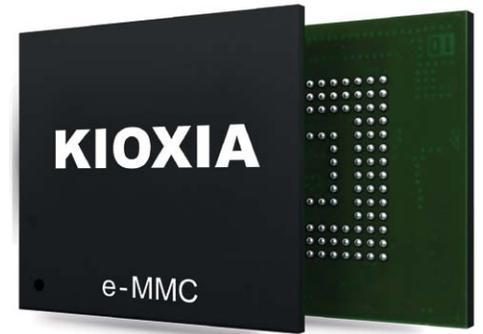


Bild 4: Mit einer speziellen Firmware-Funktion ausgestattet, überstehen eMMCs von Kioxia den Lötprozess ohne Datenschäden.

eMMC in der Produktion

Ist das Design fertig, gibt es beim Produktionsprozess einen weiteren Aspekt zu beachten, wenn die Daten vor dem Reflow- bzw. Lötprozess auf den Speicher geladen werden sollen. Mit einer Temperatur von ca. 260 °C setzt der Lötprozess die NAND-Zelle extremem Stress aus. Das kann sich negativ auf den Datenerhalt auswirken oder gar zum Datenverlust führen. Um das zu vermeiden, hat Kioxia eine spezielle Firmware-Funktion entwickelt. Dabei gibt es nur Einschränkungen hinsichtlich der maximalen Datengröße, die mit dieser Funktion verarbeitet werden kann.

Werden diese Überlegungen beim Designprozess berücksichtigt, erhalten Designer eine langlebige, hochleistungsfähige und zuverlässige Speicherlösung auf Basis von eMMC. ■

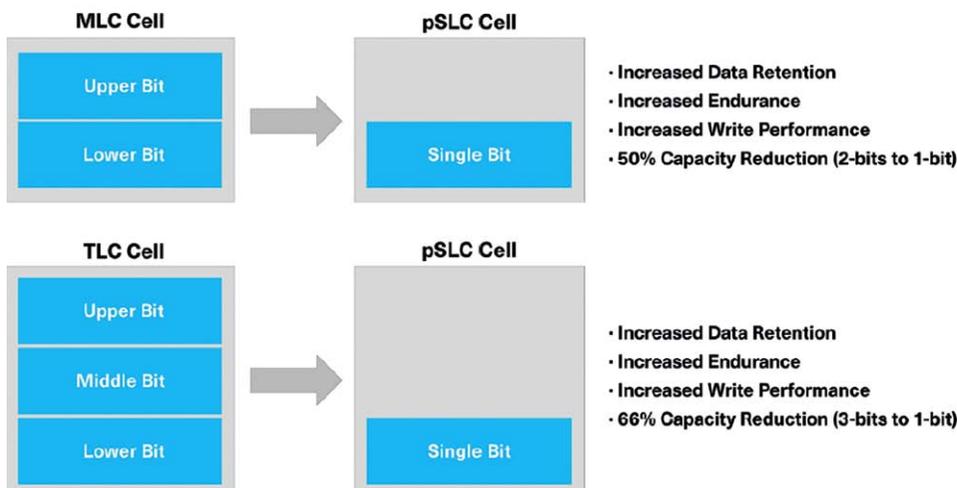


Bild 3: pSLC (Enhanced User Data Area) nutzt nur ein Bit pro Flash-Zelle anstelle von zwei (MLC) bzw. drei (TLC). Das erhöht den Datenerhalt, die Langlebigkeit und die Leistungsfähigkeit des Speichers – jedoch zulasten der Kapazität.

WiFi 6 und WiFi 6E – die neuesten WiFi-Standards

Fit für die aktuellen und künftigen Anforderungen

Der neueste WiFi-Standard WiFi 6 und seine Erweiterung WiFi 6E versprechen hohe Datenübertragungsgeschwindigkeiten, eine höhere Kapazität und niedrige Latenzzeiten auch in Umgebungen mit vielen Netzwerkteilnehmern.

Diese Vorteile eröffnen zahlreiche neue Anwendungsmöglichkeiten und Einsatzgebiete, aber es entstehen auch neue Anforderungen.

VON KERSTIN NASER,
CORPORATE PRODUCT MANAGER WIRELESS
BEI RUTRONIK

Der viel zitierte Kühlschrank, der selbst Nahrungsmittel bestellt, hat sich nicht durchgesetzt, wohl aber viele andere Smart-Home-Geräte, etwa Waschmaschinen, die ihre Besitzer per Smartphone informieren, dass die Wäsche fertig ist. Möglich macht das WiFi, eine der bekanntesten und am weitesten verbreiteten Funktechnologien. Immer mehr Geräte bieten eine WiFi-Schnittstelle, nicht nur im Smart-Home-Bereich. Auch im industriellen Umfeld hält WiFi verstärkt Einzug durch Applikationen wie mobile Roboter, Kransysteme, fahrerlose Transportsysteme oder auch Sicherheitssysteme und die Vernetzung von Sensoren in Fertigungsstraßen. Auch Virtual-Reality- und

Gaming-Anwendungen sowie Wallboxen nutzen diese Funktechnologie.

Die neuen Anwendungsgebiete stellen auch neue Anforderungen an die Technik, und trotz steigender Anzahl an Teilnehmern im WiFi-Netz erwarten Nutzer eine stabile Netzwerkverbindung. Deshalb entwickelt die Wi-Fi Alliance die Standards stets weiter. Seit 1997 das erste IEEE-802.11-Protokoll erschien, hat sich mit jedem neuen WiFi-Standard der Datendurchsatz deutlich verbessert.

Dieses Mal hat die Wi-Fi Alliance allerdings nicht nur die Technik, sondern auch die Namensgebung optimiert: Anstelle des sperrigen IEEE 802.11ax treten WiFi 6 bzw. WiFi 6E (E = Enhanced/Extended). Auch die Vorgängerstandards haben rückwirkend neue Bezeichnungen bekommen: IEEE 802.11ac heißt jetzt WiFi 5 und IEEE 802.11n ist WiFi 4.

Technisch bieten WiFi 6 und WiFi 6E eine ganze Reihe an Verbesserungen:

- OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access): OFDMA ist eine Erweiterung des OFDM-Verfahrens, das bei der WiFi-5-Technologie zum Einsatz kommt. Während bei OFDM innerhalb eines Zeitfensters immer nur ein Datenpaket an ein einzelnes Endgerät übermittelt werden kann, ist es bei OFDMA möglich, mehrere Daten für verschiedene Endgeräte im gleichen Datenpaket zu transportieren. Damit erhöht sich die Datenrateneffizienz; gleichzeitig verringert sich die Latenzzeit im Netzwerk deutlich.

- 1024-QAM (Quadraturamplitudenmodulation): Im Vergleich zu WiFi 5, bei dem das

Bilder: Rutronik

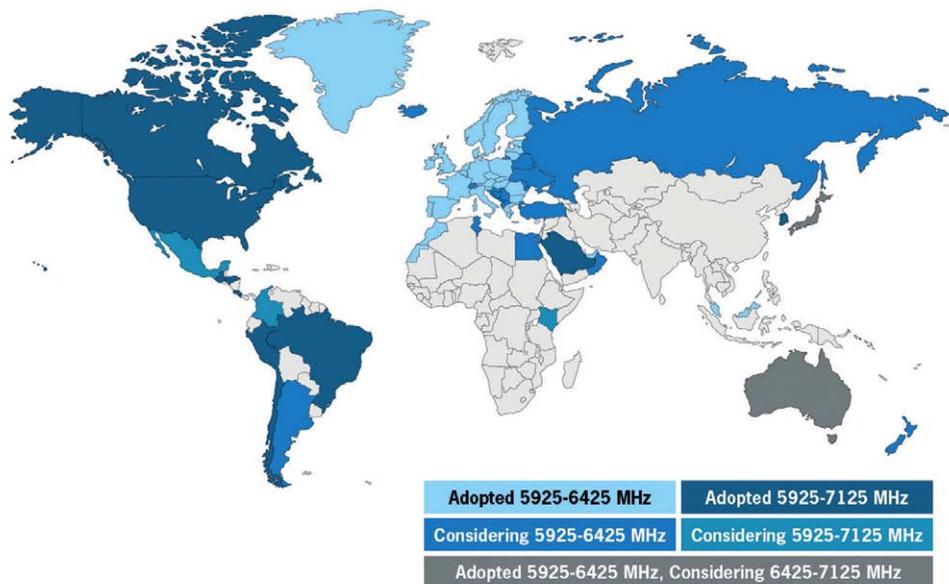


Bild 1: Länder, in denen WiFi 6E unterstützt wird (Stand: April 2022)

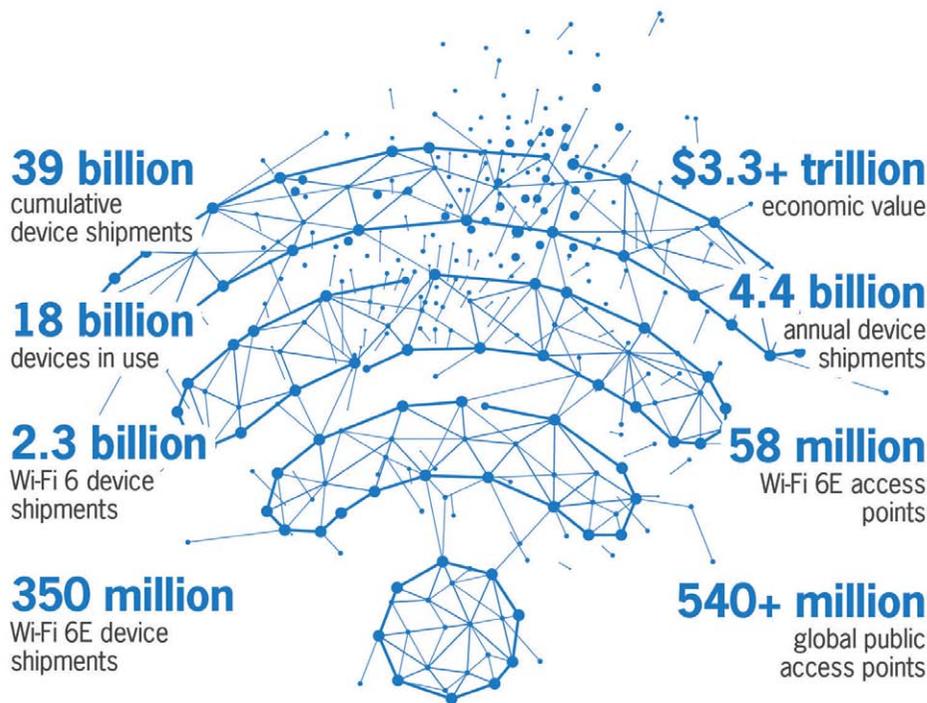


Bild 2: WiFi ist ein Markt mit Milliarden an Geräten und einem wirtschaftlichen Wert, der aktuell auf 3,3 Billionen US-Dollar geschätzt wird. (Quelle der Daten: Wi-Fi Alliance)

Modulationsverfahren 256-QAM genutzt wird, sorgt 1024-QAM bei WiFi 6 für einen um 25 Prozent höheren Datendurchsatz. Denn bei 1024-QAM können insgesamt 10 bit übertragen werden, bei 256-QAM sind es nur 8 bit. Das ist besonders in Umgebungen mit einer hohen Dichte an WLAN-Endgeräten vorteilhaft, beispielsweise in Bahnhöfen oder bei Großveranstaltungen.

- MU-MIMO (Multiuser – Multiple Input, Multiple Output): Durch die Aufteilung der Bandbreite in separate Kanäle (sogenannte Spatial Streams) ist eine Kommunikation über mehrere Antennen zwischen einem Access Point und mehreren Geräten gleichzeitig möglich, sowohl bei Downlink als auch bei Uplink. Bei WiFi 5 funktionierte das nur bei Downlink. Dadurch verringert WiFi 6 die Netzwerklatenz weiter und sorgt für eine höhere Ausfallsicherheit.
- TWT (Target Wake Time): TWT »weckt« Netzwerkteilnehmer nur zu bestimmten Zeitpunkten zur Übertragung von Daten. Die restliche Zeit »schlafen« die Geräte und benötigen dadurch weniger Energie. Das befreit zudem die Kommunikation im Netzwerk von Störungen, da schlafende Teilnehmer nicht funken und die Kommunikationskanäle nicht blockieren – ein entscheidender Pluspunkt vor allem in der industriellen Automation mit vielen Sensorapplikationen.

- BSS (Basic Service Set) Coloring: Jedem BSS, bestehend aus einem Access Point und den Clients, wird eine »Farbe« (d. h. eine Zahl) zugeordnet, sobald ein anderes BSS in der Nähe ist. So lassen sich Signale aus einem anderen Netzwerk erkennen und ignorieren. Dadurch können die Kanäle effizienter genutzt und eine bessere Übertragungsqualität erreicht werden.

- Sicherheitsstandard WPA3 (WiFi Protected Access 3): Im Vergleich zum Vorgängerstandard WPA2 bringt WPA3 erhebliche Verbesserungen bei der Authentifizierung und Verschlüsselung sowie bei der Konfiguration von WLAN-Geräten. Zudem bietet er mehr Sicherheit an öffentlichen Hotspots. Bei WiFi-6-zertifizierten Produkten ist der WPA3-Standard Pflicht.

WiFi 6E bietet noch mehr Vorteile

Über diese Vorteile hinaus bietet WiFi 6E noch mehr: die Erweiterung um das 6-GHz-Frequenzband.

Auch WiFi 6E basiert auf dem WiFi-Standard IEEE 802.11ax, unterstützt also wie WiFi 6 alle genannten Technologien. Für WiFi 6 sind jedoch nur die mittlerweile stark überlasteten Originalfrequenzbänder 2,4 GHz und 5 GHz definiert. Im Gegensatz dazu steht bei WiFi 6E auch das 6-GHz-Frequenzspektrum zur Ver-

fügung. Weitere 80-MHz- und bis zu sieben zusätzliche 160-MHz-Kanäle zur Datenübertragung ermöglichen einen noch höheren Datendurchsatz mit breiteren Kanälen. Die Frequenzen 2,4 GHz und 5 GHz, auf denen Geräte mit älteren WiFi-Standards funken, werden entlastet, was wiederum zu einer geringeren Latenzzeit führt. Damit ist WiFi 6E ein ideales Angebot für Gaming-, Streaming- und Virtual-Reality-Anwendungen.

Allerdings ist das 6-GHz-Frequenzband noch nicht in allen Ländern zur WiFi-Nutzung freigegeben. 2020 machten die USA den Anfang; Bild 1 zeigt, welche inzwischen folgten.

Umstieg erfordert neue Hardware

Wer jetzt überlegt, auf WiFi 6 bzw. WiFi 6E umzusteigen, sollte bedenken, dass sich Geräte mit älteren WiFi-Standards nicht einfach durch ein Software Update auf WiFi 6/6E upgraden lassen. Das bedeutet, dass alle Router und Geräte, die den neuesten Standard nutzen sollen, mit neuer Hardware ausgestattet werden müssen. WiFi-6/6E-Geräte sind hingegen rückwärtskompatibel zu den älteren WiFi-Standards.

Rutronik führt sowohl für WiFi 6 als auch für WiFi 6E bereits Produkte von verschiedenen Herstellern im Portfolio:

Kombi-Karten für WiFi 6 und Bluetooth bietet Intel mit den Modellen AX200 und AX201 im Formfaktor M.2 2230 und M.2 1216. Mit den beiden M.2-Karten AX210 und AX211 von Intel sind schon WiFi-6E-Karten verfügbar. Alle Intel-Steckkarten sind in unterschiedlichen Varianten sowohl mit vPRO als auch ohne erhältlich. Die AX210 gibt es zudem für den industriellen Temperaturbereich. Auch Entwicklungskits sind erhältlich.

Von Silex gibt es eine WiFi-6- und Bluetooth-5.2-BR/EDR/LE-Karte. Die SX-PCEAX basiert auf dem Qualcomm-SoC QCA2066 und ist in verschiedenen Formfaktoren (SMT, Half-Size-PCIe, M.2) erhältlich. Das Modul ist auch für das 6-GHz-Frequenzband für WiFi 6E zertifiziert.

Mehrere WiFi-6-Steckkarten hat Advantech im Programm: Die AIW-163 ist eine M.2-2230-Karte mit A-E Key (der Key beschreibt die Anschlussform der M.2-Steckerleiste) und einem Temperaturbereich von 0 °C bis 70 °C. Die AIW-165 im Formfaktor M.2 2830 hat

einen E Key und einen Temperaturbereich von -40 °C bis +85 °C. Für Ende 2022 hat Advantech zwei weitere M.2-2230-E-Key-Karten angekündigt. Auch von Advantech sind Kits erhältlich.

Der Modulhersteller Murata setzt bei seinen WiFi-6- und -6E-Produkten auf Chipsets von Infineon/Cypress und NXP. Das Type 1XL ist ein NXP-basiertes WiFi-6- und BLE-5.2-2x2-MIMO-Modul mit einem kleinen Formfaktor von 19,1 mm x 16,5 mm. Ab Anfang 2023 werden noch weitere Module auf den Markt kommen: Das Type 2EA setzt auf dem Cypress CYW55573 auf und wird WiFi 6E unterstützen. Das Type 2DL/2DR und das 2EL/2ER basieren auf verschiedenen NXP-Chips. Die 2Ex-Varianten unterstützen neben Bluetooth und WiFi 6 auch Thread. Bei den 2xR-Modulen ist eine Extra-Antenne für Bluetooth integriert.

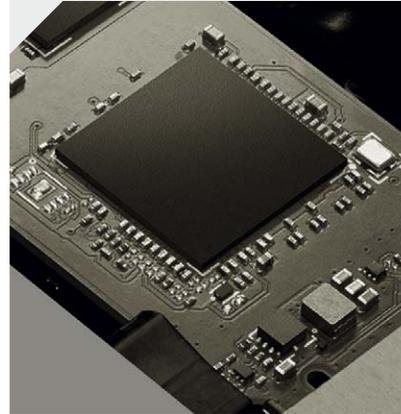
Auch Panasonic wird 2023 erste WiFi-6-Module auf den Markt bringen.

Komplette Router mit dem neuen WiFi-6/6E-Standard sind bei Rutronik von Asus verfügbar, und auch Silex plant, WiFi 6E zu seinen Wireless Bridges, Device Servern und drahtlosen Präsentationssystemen hinzuzufügen.

Etablierter Standard

Produkte sind also bereits vorhanden; zahlreiche Gerätehersteller nutzen diese schon. Nach Informationen der Wi-Fi Alliance werden von den insgesamt 29 Milliarden WiFi-Geräten, die 2022 ausgeliefert werden, 2,3 Milliarden mit WiFi 6 und 350 Millionen mit WiFi 6E ausgestattet sein (Bild 2). Dank ihrer Vorzüge wird sich der Anteil der neuen Standards sicher noch deutlich vergrößern.

Während sich WiFi 6/6E auf dem Markt etabliert, arbeitet die Wi-Fi Alliance schon am nächsten Standard: WiFi 7 bzw. IEEE 802.11be. Nutzer dürfen sich auch hier auf drei Frequenzbänder (2,4, 5 und 6 GHz) und auf eine noch höhere Datenübertragungsgeschwindigkeit freuen. Die Wi-Fi Alliance wird diesen Standard aber erst Mitte 2024 finalisieren. Bis Hardware mit WiFi 7 auf dem Markt verfügbar ist, wird es also noch eine ganze Zeit lang dauern. ■



D3 Series

Formerly manufactured by Intel Corporation

Our SATA family of TLC NAND SSDs accelerates storage performance and reduces operating expenses (OpEx) on legacy infrastructure. The SSD D3 Series includes a wide range of products tuned for mixed read/write and read-intensive workloads.

D7 Series

Formerly manufactured by Intel Corporation

Our highest-performing family of TLC 3D NAND SSDs, the Solidigm D7 Series delivers an optimal balance of speed, endurance, and capacity tuned for real-world mixed and performance-sensitive read workloads.



P41 Plus Series

The P41 Plus delivers cutting-edge PCIe Generation 4 storage for personal computers. Use it with Solidigm Synergy™ software for optimal performance and value.

Bluetooth LE Audio

Mehr auf die Ohren

Bluetooth LE Audio (Low Energy Audio) hat das Potenzial, unser Audioerlebnis grundlegend zu verändern, sei es durch die »stille Disco« oder besseres Hören mit Hörhilfe. Aufgrund der Weiterentwicklung sind vielfältige neuartige Anwendungsfälle sowie Produkte inklusive neuer Märkte in der Audio-Welt zu erwarten.

VON JANINE REHBERG,
CORPORATE PRODUCT MANAGER WIRELESS
BEI RUTRONIK

Die Bluetooth-Technologie wird schon seit den 1990er-Jahren entwickelt und nutzt zur Datenübertragung bis 80 Kanäle im nicht lizenzierten 2,4-GHz-Frequenzband. Die heute »Bluetooth Classic« genannte Variante unterstützt ausschließlich die Punkt-zu-Punkt-Kommunikation zur Audioübertragung.

Eine entscheidende Weiterentwicklung ist Bluetooth Low Energy (LE). Es hat Bluetooth Classic bei den meisten Anwendungen bereits abgelöst. Das kabellose Audiostreaming, z. B. für kabellose Kopfhörer, Lautsprecher oder Entertainment-Systeme im Auto, ist heute die letzte Bastion von Bluetooth Classic (Bild 1).

Bluetooth LE nutzt ebenfalls das 2,4-GHz-Frequenzband, ist jedoch – wie der Name schon sagt – auf einen sehr energiesparenden Betrieb ausgelegt. Zudem ermöglicht es neben der Punkt-zu-Punkt-Kommunikation auch die Topologien Broadcast und Mesh und legt so die Basis für groß angelegte und schnelle Gerätenetzwerke. Darüber hinaus lässt es sich für die Geräteortung verwenden und ist damit eine gute Ergänzung zu GPS in Innenräumen.

Fokus auf Audio

Auch der Fokus des jüngsten Standards ist eindeutig: Er heißt Bluetooth Audio. Die erste Version basiert auf Bluetooth Classic. Ihr Funktionsumfang ist jedoch begrenzt somit auch die Einsatzmöglichkeiten. Die zweite Version, Bluetooth LE Audio, erlaubt hingegen eine flexiblere Verarbeitung der Audiosignale. Das bedeutet einen Evolutionsschritt für bestehende Anwendungen wie Kopfhörer und Hörgeräte und kreiert neue Anwendungen und Märkte.

LE Audio basiert auf Bluetooth LE und dem vom Fraunhofer-Institut entwickelten, stromsparen-

den Low Complexity Communications Codec (LC3). Dieser kombiniert eine höhere Audioqualität als Classic Audio mit niedrigen Datenraten. Das gibt Entwicklern und Entwicklerinnen eine enorme Flexibilität (Bild 2). Zudem lassen sich verschiedene Produkteigenschaften besser aufeinander abstimmen, z. B. können Energieeinsparungen genutzt werden, um entweder die Akkulaufzeit zu verlängern oder um kleinere Akkus zu verwenden.

Dabei bietet LE Audio interessante Funktionen: Bei »Multi-Stream Audio« lassen sich mehrere unabhängige Audioströme synchron zwischen einem Audio-Quellgerät und einem oder mehreren Audio-Empfangsgeräten (Audio-Sink-Funktion) abspielen. Das optimiert deren Leistung deutlich. Beispielsweise ergibt sich so bei kabellosen Ohrhörern ein besseres Stereo-Hören. Auch können Nutzer zwischen verschiedenen Sprachassistenten ebenso nahtlos wechseln wie zwischen unterschiedlichen Audio-Quellgeräten.

Die Funktion »Auracast« ermöglicht ebenfalls, aus einem Audio-Quellgerät einen oder mehrere Audioströme an viele Audio-Sink-Geräte zu senden. Im Gegensatz zur Multi-Stream-Funktion ist die Anzahl der Audio-Sink-Geräte hier jedoch unbegrenzt. Dadurch eröffnen sich vollkommen neue Anwendungsfälle zur gemeinsamen Nutzung von Audioerlebnissen.

Beginnt ein Auracast-Sender, etwa ein Fernseher, Smartphone, Laptop o. Ä., eine Sendung, enthält diese einen oder mehrere Audiostreams (z. B. linker und rechter Stereo-Stream) sowie eine sogenannte Ausschreibung mit Informationen zur Sendung, wie Name, Inhalt, Codec-Konfiguration. Entsprechende Assistenten, also Auracast-fähige Smartphones, Smartwatches oder Hörhilfen, suchen nach dieser Ausschreibung. Über ihre Benutzeroberfläche können Nutzer dann die Übertragung auswählen – ge-



The DNA of tech.™

VSMA10 Astral Series

High Power Infrared Emitting Diode

The SurfLight™ portfolio includes multiple surface-mount infrared emitters. It features a double stack emitter chip for highest radiant power

KEY FEATURES

- Centroid wavelengths of 850 nm and 940 nm
- Three angles of half intensity available: $\pm 28^\circ$, $\pm 40^\circ$ and $\pm 60^\circ$
- Double-stack chip for high radiant intensity up to 6,000 mW/sr
- Ambient temperature range -40°C to $+125^\circ\text{C}$
- Low thermal resistance 6 K/W to 9 K/W
- High drive currents: up to 1.5 A (DC) and up to 5 A (pulsed)



APPLICATIONS

- **Industrial and Consumer**
 - CCTV
 - machine vision
 - gaming
 - eye tracking
 - toll systems
 - number plate recognition
- **General IR illumination**
- **Automotive**
 - driver monitoring
 - occupant detection

Bild 1: Die Bilder und Grafiken zeigen die erweiterten Möglichkeiten und Verbesserungen von Bluetooth LE gegenüber Bluetooth Classic ganz deutlich.



The global standard for simple, secure device communication and positioning

Bluetooth® Classic

Solution Areas

AUDIO STREAMING DATA TRANSFER

Device Communication

POINT-TO-POINT

Basic Rate/Enhanced Data Rate Radio

SPECTRUM: 2.4 GHz ISM band
CHANNELS: 79 one MHz channel with Adaptive Frequency Hopping
BIT RATES: 1 Mb/s, 2 Mb/s, 3 Mb/s

Bluetooth® Low Energy

Solution Areas

AUDIO STREAMING (COMING) DATA TRANSFER LOCATION SERVICES DEVICE NETWORKS

Device Communication

POINT-TO-POINT BROADCAST MESH

Device Positioning

PRESENCE DISTANCE DIRECTION

Low Energy Radio

SPECTRUM: 2.4 GHz ISM band
CHANNELS: 40 two MHz channel with Adaptive Frequency Hopping
BIT RATES: 125 Kb/s, 500 Kb/s, 1 Mb/s, 2 Mb/s

nauso wie man sich heute mit einem WLAN-Netzwerk verbindet. Sobald eine Sendung gewählt wurde, gibt der Auracast-Assistent dem Empfänger (z. B. Kopfhörer oder Ohrhörer) die Informationen weiter, die dieser benötigt, um der Sendung beizutreten.

So können Menschen mittels persönlicher Audiofreigabe Musik oder Podcasts über ihr Smartphone mit der Familie oder Freunden in Bluetooth-Reichweite teilen. Im öffentlichen Bereich können beispielsweise Flughäfen oder Bahnhöfe, Bars, Fitnessstudios, Kinos oder Konferenzzentren Bluetooth Audio freigeben und auf diesem Weg Informationen oder Musik an ihre Besucher weitergeben. So haben Menschen die Möglichkeit, dieselbe Musik zu genießen – in größerem Stil sogar bei »stillen« Konzerten oder Discos. Auch ist es möglich, mit den eigenen Ohrstöpseln oder Hörhilfen den Ton eines stummgeschalteten Fernsehers, beispielsweise in einem Fitnessstudio oder Wartezimmer, zu empfangen, die Übertragung eines Konferenzvortrags, einer Vorlesung, eines

Gottesdienstes oder einer Museumsführung zu verfolgen oder Durchsagen auf dem Flughafen zu erhalten. Da mehrere Audioströme parallel gesendet werden können, lassen sich z. B. unterschiedliche Sprachen übertragen. Das ist vor allem für Vorlesungen, Konferenzen oder für Durchsagen auf Flughäfen interessant.

.....
Anwendungsbeispiel Hörhilfe
.....

Für Menschen, die eine Hörhilfe (Assistive Listening System, ALS) tragen, wird LE Audio erhebliche Verbesserungen bringen. Sie profitieren nicht nur von einer deutlich höheren Audioqualität als bei klassischen Hörgeräten, sondern können ihre Auracast-fähige Hörhilfe auch als drahtlose Kopfhörer nutzen, z. B. beim Telefonieren mit dem Smartphone. Dadurch kommt es nicht zu Störungen während eines Gesprächs, die oftmals entstehen, wenn das Telefon neben der Hörhilfe ans Ohr gehalten wird. Hierfür reicht eine einfache Topologie aus (Bild 3, links).

Die Verbindung zwischen Telefon und Hörgerät wird durch einen Audiostrom hergestellt, der auch einen Rückstrom ermöglicht. Für den Rückkanal kann der Nutzer das Mikrofon entweder des Hörgeräts oder des Telefons verwenden. Da beide Richtungen des Audiostroms separat konfiguriert und gesteuert werden, können beide auch einzeln ein- und ausgeschaltet werden.

Bei der Topologie in Bild 3 rechts sendet das Telefon einen eigenen linken und rechten Audiostrom an die Hörhilfe im rechten bzw. linken Ohr. Im Vergleich zur Verbindung mit einem Audiostrom, der über eine zweite Funkverbindung dann auch das andere Ohr versorgt, sinkt die Latenzzeit damit deutlich. Das zeigt sich u. a. bei der Lippensynchronisation von Filmen oder Musikvideos.

Auch die Rückströme lassen sich separat umsetzen, was die Komplexität noch erhöht. Diese parallelen, synchronisierten Streams an zwei unabhängige Audiogeräte gehen weit über das

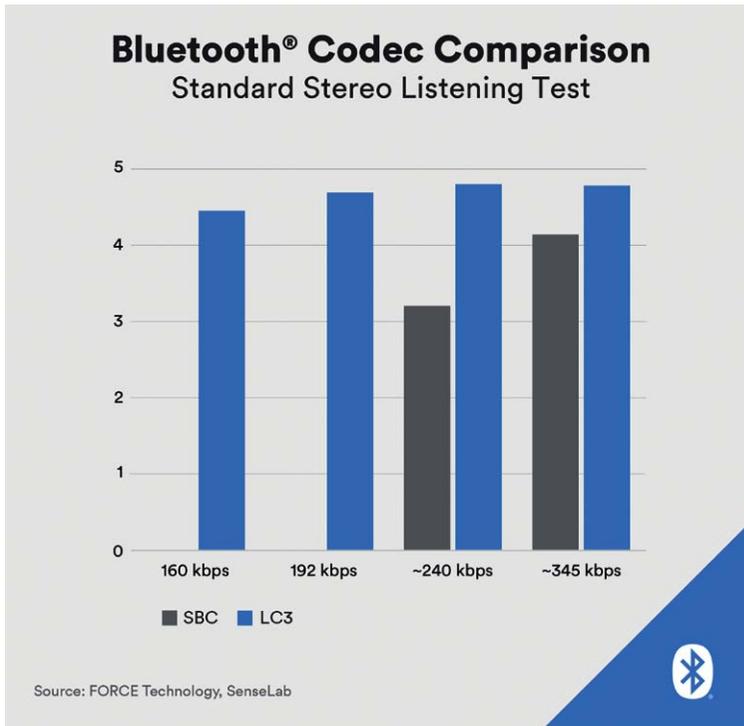


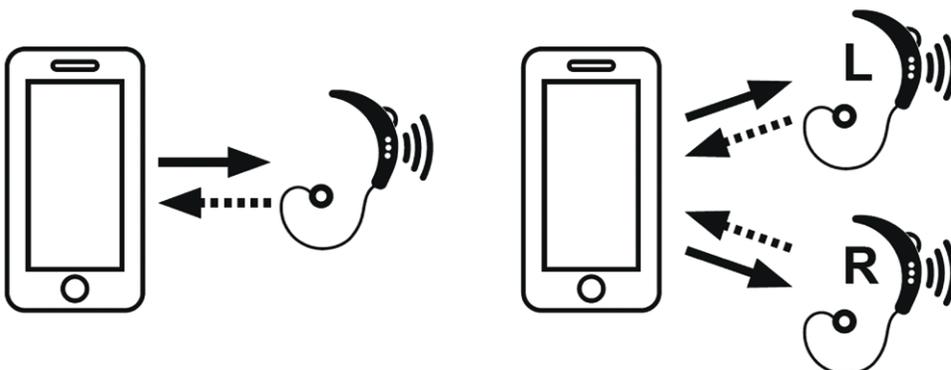
Bild 2: LC3 (Low Complexity Communications Codec) bietet bei jeder Datenübertragungsrate eine bessere Audioqualität als der SBC- (Low Complexity Subband) Codec, auf dem Classic Audio basiert.

hinaus, was klassische Bluetooth-Audioprofile bewältigen können.

Hardware für neue Hörerlebnisse

Auch wenn LE Audio auf Bluetooth LE basiert, ist hierfür eine eigene Hardware nötig. Nordic Semiconductor bietet mit dem nRF5340 ein All-in-One-SoC (System-on-Chip) an, das sich mit seinem Dual-Core-Prozessor – bestehend aus dem 128/64-MHz-Applikationsprozessor Arm Cortex-M33 mit 1 MB Flash und 512 kB RAM sowie dem 64-MHz-Netzwerkprozessor Arm Cortex-M33 mit 256 kB Flash und 64 kB RAM – und einem erweiterten Temperaturbereich von –40 bis +105 °C bestens für Bluetooth-LE-Audio-Anwendungen eignet.

Bild 3: Mit Auracast lässt sich eine Hörhilfe als Kopfhörer nutzen, entweder mit einem Audio-Stream oder mit zwei separaten für die linke und rechte Hörhilfe.



Für einen noch einfacheren Start hat Nordic das nRF5340 Audio Development Kit (DK) zusammengestellt. Es unterstützt alle Auracast-Funktionen und ist konfigurierbar. Als USB-Dongle kann es Audiodaten von einem PC senden oder empfangen; außerdem lässt es sich als Business Headset oder True-Wireless-Stereo(TWS)-Ohrhörer verwenden. Das Audio DK besteht im Wesentlichen aus dem nRF5340-SoC, dem Power-Management-IC nPM1100 und dem Audio-DSP CS47L63 (digitaler Signalprozessor) von Cirrus Logic, der für den direkten Anschluss an eine externe Kopfhörerlast optimiert ist und sich perfekt für Ohrhörer mit Mono-Only- und direktem Lautsprecherausgang eignet.

Ebenfalls auf Basis des nRF5340 hat Nordic mit Unterstützung von Rutronik das Thingy:53 entwickelt. Die Multisensor-Prototyping-Plattform mit Multiprotokoll-Kurzstrecken-Konnektivität verkürzt die Time to Market von Embedded-Anwendungen mit Machine-Learning(ML)-Funktionalität. Das Thingy:53 ist ausgestattet mit mehreren Bewegungs- und Umweltsensoren, dem Power-Management-IC nPM1100, dem Front-End-Modul nRF21540, einem Leistungsverstärker/Low Noise Amplifier und einem 1350-mAh-Li-Poly-Akku. Damit können eingebettete ML-Mo-

delle direkt auf dem Gerät ausgeführt werden, um die Sensoren z. B. zur Spracherkennung zu nutzen. Durch bestimmte Bewegungen oder Geräusche kann der nRF5340 aus dem Standby-Modus geweckt werden, sodass die Plattform lange im stromsparenden Schlafmodus verbleibt.

Darüber hinaus finden sich im Rutronik-Produktportfolio auch Module, die auf dem Nordic-Chip nRF5340 basieren. Das ISP2053 von Insight SiP beispielsweise integriert mit seinem System-in-Package(SiP)-Ansatz Halbleiter- und passive Komponenten inklusive der Antennenstruktur in ein miniaturisiertes Modul von nur 8 mm x 8 mm x 1 mm. Damit ist es ideal für Applikationen, in denen wenig Platz zur Verfügung steht. Das Modul ist vollständig zertifiziert und unterstützt neben Bluetooth Audio auch alle weiteren Profile von Bluetooth LE, Long Range und Mesh sowie NFC, Thread, ZigBee und die Richtungsbestimmung mittels AoA/AoD (Angle of Arrival und Angle of Departure). Ab Bluetooth 5.0 sind alle Module von Insight SiP Pin-kompatibel und ermöglichen so den einfachen Umstieg auf die neueste Bluetooth-Generation.

Wer die kompakte Bauform des Insight-SiP-Moduls nicht benötigt, der findet in dem MS45SF1 von Minew möglicherweise eine preislich sehr attraktive Alternative. Als offiziell lizenziertes Designpartner von Nordic nutzt Minew für das MS45SF1 auch den nRF5340. Das Modul kommt mit integrierter PCB-Antenne und ist ebenfalls vollständig zertifiziert.

Fazit

Bluetooth LE Audio weist den Weg in eine neue, komplett vernetzte Audio-Welt aus Kopfhörern, Ohrstöpseln oder Hörhilfen und Smartphones, Laptops, Fernsehern sowie anderen Audiogeräten. Die Einführung der nativen LE-Audio-Unterstützung in Android 13 dürfte das Interesse der Hersteller von Audiogeräten an der neuen Bluetooth-Version sicher beschleunigen. Die Bluetooth SIG geht in ihrem »Bluetooth Market Update 2022« jedenfalls von einem kräftigen Schub bei Ohrstöpseln und Kopfhörern durch LE Audio aus und prognostiziert mehr als 600 Millionen verkaufte Geräte bis 2026. Nicht zuletzt wird Bluetooth LE Audio den bisherigen Markt der Hörhilfen bzw. Hörakustik massiv verändern. Die Weiterentwicklung sorgt für preisgünstige Hardware mit der Option der Hörkurvenanpassung wie Frequenz- (Equalizing) und Phasenkorrektur. Die Steuerung erfolgt dabei ganz einfach über eine Handy-App. ■



intel.
vPRO
i7

intel.
vPRO
i5

intel.
CORE™
i7

intel.
CORE™
i5

intel.
CORE™
i3

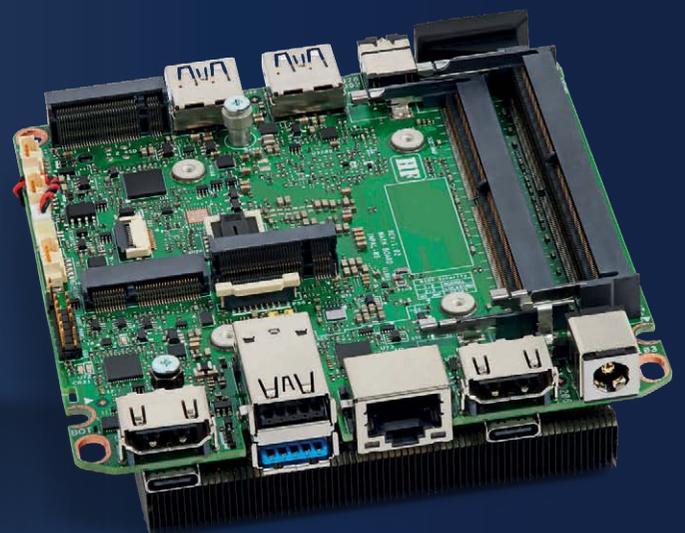


intel[®]
nuc

Intel[®] NUC 12 Pro Mini-PCs, Kits und Boards

Kleines Format. Große Leistung für Unternehmen.

Steigern Sie mit den Intel[®] Core[™] Prozessoren der 12. Generation und den neuesten Funktionen zur Unterstützung von Produktivität, Zusammenarbeit und Edge-Computing die geschäftliche Leistung



Displaytechnologie

E-Paper Displays auf dem Weg in eine neue Farbdimension

Dynamisches Labeling gelingt mit E-Paper Displays einfach, energieeffizient und kostengünstig. Bisher war eine (voll)farbige Darstellung jedoch nur begrenzt möglich. Die N-Color-Technologie ändert das jetzt und erschließt diesen Displays ganz neue Anwendungsbereiche.

VON DIRK TROELENBERG,
CORPORATE PRODUCT SALES MANAGER
DISPLAYS BEI RUTRONIK, UND
ZHEN LIU, BUSINESS DEVELOPMENT
MANAGER BEI HOLITECH EUROPE

E-Paper Displays unterscheiden sich grundsätzlich von anderen Technologien wie LCD, TFT oder (O)LED. Das bringt Vorteile mit sich, aber auch Einschränkungen. Aufgrund ihres Funktionsprinzips bieten E-Paper Displays dem Betrachter ein papierähnliches Kontrastverhältnis sowie eine ausgezeichnete und flimmerfreie Ablesbarkeit aus jedem Blickwinkel (180°) auch im direkten Sonnenlicht. Zudem ist der Energieverbrauch im Vergleich zu anderen Technologien extrem gering, da die Displays nur dann Strom benötigen, wenn der angezeigte Inhalt aktualisiert wird. Dadurch bleibt die Anzeige auch dann sichtbar, wenn Strom und Spannung Null betragen. In Abhängigkeit von der Größe liegt der Strombedarf bei der Aktualisierung des Inhalts lediglich bei wenigen Mikrowatt.

E-Paper Displays sind somit ideal geeignet für batteriebetriebene und tragbare (IoT-)Anwendungen. Existierende Anwendungen sind beispielsweise Regaletiketten und Preisschilder mit Produktinformationen im Supermarkt. Die

Entwicklung des E-Papers vom Monochrom zum farbigen Display gibt der Technologie jetzt einen neuen Schub.

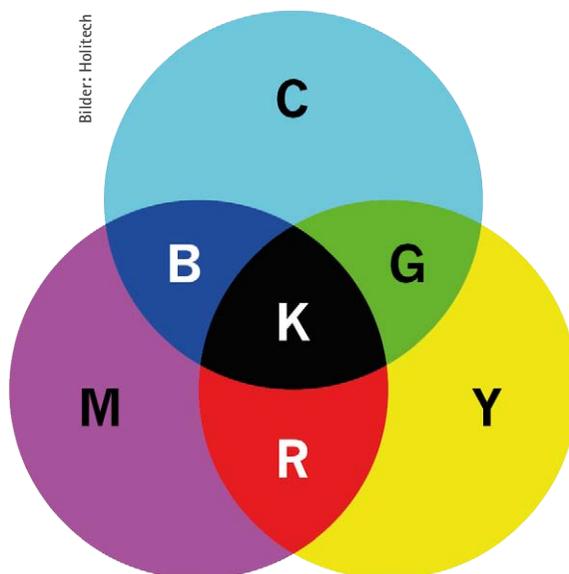
*Neue Einsatzgebiete
dank vollfarbiger Darstellung*

Die N-Color E-Paper Displays von Holitech basieren auf der All-in-One-IC-Technologie und können mit sieben Grundfarben ein farbiges Bild auch ohne Verwendung eines Farbfilters darstellen. Die Displays bestehen aus Mikrokapseln. In jeder dieser Kapseln befinden sich vier verschiedene Farbpartikel (Magenta, Gelb, Cyan, Weiß), die in einer transparenten Flüssigkeit aufgelöst sind. Die Farbpigmente sind dabei unterschiedlich geladen: Weiß, Gelb und Cyan negativ, Magenta positiv. Durch das Anlegen einer bestimmten Spannung zeigt jede Mikrokapsel eine entsprechende Kombination der Farbpartikel und somit einen spezifischen Farbton an (Bild 1).

Die einzelnen Bildpunkte werden mittels Matrixdisplays angesteuert. Werden nun unterschiedlichen Spannungen angelegt, wandern die entsprechenden Farbkapseln an die Oberfläche, wo sie für den Betrachter sichtbar werden (Bild 2). Die Kombination der sieben Grundfarben (Rot, Grün, Blau, Cyan, Magenta, Gelb, Weiß) ermöglicht die Darstellung farbiger Bilder. Das erste N-Color E-Paper ist in der Größe 7,3" mit einer Auflösung von 800 x 480 erhältlich.

*Vielfältige Anwendungsbereiche
trotz physikalischer Grenzen*

E-Paper Displays besitzen zwei limitierende Faktoren, die entscheidend für die möglichen Einsatzbereiche sind. Zum einen ist die Be-



Bilder: Holitech

Bild 1: Durch die Verwendung von vier Farbpartikeln können N-Color-Displays sieben Grundfarben darstellen.

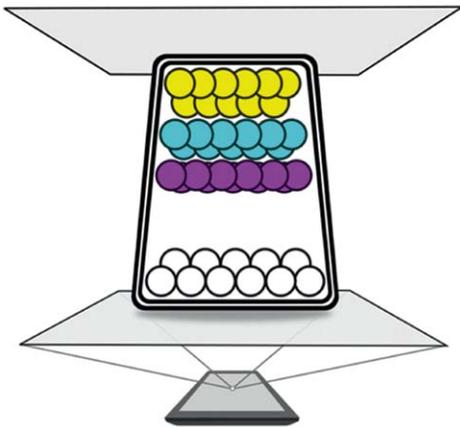


Bild 2:
Mit Farbpigmenten gefüllte Kapseln wandern je nach Spannung an die Oberfläche und ergeben so ein farbiges Bild.

triebstemperatur für E-Paper begrenzt. Bei einem Schwarz/Weiß-E-Paper liegt sie im Bereich zwischen 0 °C und 50 °C, bei der N-Color-Version zwischen 15 °C und 35 °C. Grund hierfür sind die physikalischen Eigenschaften der Mikrokapselfen. Außerhalb dieses Temperaturbereichs arbeiten E-Paper nicht richtig oder können sogar Schaden nehmen.

Outdoor-Anwendungen sind somit nur begrenzt möglich; bei Temperaturen von unter -20 °C empfiehlt sich eine Heizung. Zudem wirkt sich direkte Einstrahlung von UV-Licht negativ aus. Sie trocknet die Tintenkapselfen aus und führt zu irreparablen Schäden. UV-Lichtblockierende Folien schaffen hier jedoch leicht Abhilfe.

Eine weitere Einschränkung ist die relativ langsame Aktualisierungsrate des Inhalts aufgrund der Neuordnung der Partikel. Die Full-Refresh Rate zur kompletten Erneuerung der Bildinformation beträgt theoretisch 28 Sekunden, in der Praxis liegt sie aber deutlich darunter. Die N-Color-Technologie ist somit vor allem dann geeignet, wenn sich die angezeigten Informationen nicht so häufig ändern.

Handel, Logistik und Industrie profitieren bereits von dieser modernen Anzeigemöglichkeit. Typische Anwendungen sind elektronische Regaletiketten und Preisschilder, die zentral über ein Bussystem angesteuert werden, beispielsweise in Supermärkten (Electro-

nic Shelf Labels, ESL) oder im Warenlager, wo die Beschriftung durch geänderte Bestände oder Produktwechsel immer wieder angepasst werden muss. Auch Smart-Home- sowie IoT-Anwendungen sind prädestiniert für E-Paper Displays. Beispielsweise können sie als Anzeige für die Raumbelastung in Besprechungsräumen oder Krankenhäusern eingesetzt werden oder zur Anzeige von Fahrgastinformationen und Abfahrtsplänen in Bahnhöfen und öffentlichen Verkehrsmitteln.

Die vollfarbige Darstellung eröffnet dem E-Paper Display jetzt neue Einsatzgebiete, etwa als Speisekarten. Diese bestehen typischerweise aus hochwertigem Papier; selbst bei kleinen Änderungen müssen die Seiten vielfach neu ausgedruckt werden. Mit N-Color Displays lassen sich nicht nur Preise, Menüänderungen oder die Angabe zu Inhaltsstoffen elektronisch leicht anpassen, vielmehr können die Speisen und Getränke nicht nur schriftlich, sondern auch bildlich dargestellt werden. Sicher werden die neuen, vollfarbigen E-Paper Displays die Kreativität der Designer zu zahlreichen weiteren Anwendungen beflügeln. ■

Anzeige

**SAMSUNG
ELECTRO-MECHANICS**



THE SMARTEST SOLUTIONS FOR YOUR APPLICATION

- High Quality MLCC
- Automotive MLCC
- Industrial MLCC
- High Cap / High Volt MLCC
- Commercial Grade MLCC
- Up to 5mm bending strength



Auswahlhilfe für EEPROMs

Richtig mit dem Memory verbunden

Ihre Sparsamkeit an Platz und Energiebedarf macht EEPROMs zur Idealbesetzung für mobile Geräte und IoT-Anwendungen. Für die Funktion der seriellen Präsenzerkennung in Speichermodulen von Computern sind diese zwingend notwendig. Entscheidend dabei ist, je nach Anforderung den passenden EEPROM zu wählen.

VON THOMAS BOLZ, CORPORATE PRODUCT
MANAGER STANDARD PRODUCTS BEI
RUTRONIK

Das Interesse an tragbaren Computern und IoT-Anwendungen steigt weiter. Mobile Geräte werden immer kleiner, die Lebensdauer und Stand-by-Zeiten immer länger. Diese Ansprüche spiegeln sich auch in der Entwicklung digitaler Speicherbausteine wider: Die Leistungsfähigkeit, Speicherdichte, Geschwindigkeit und Lebensdauer steigt bei einem verringerten Stromverbrauch. Aufgrund ihrer geringen Größe und des relativ geringen Betriebsstromes sind Flash-Speicher und sogenannte EEPROMs (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) die heute am häufigsten eingesetzten Speicherchips für IoT, Wearable und Co.

EEPROMs sind Halbleiterspeicher, bestehend aus miteinander verbundenen Feldeffekttransistoren mit sogenannten Floating Gates (Bild 1). Sie sind sehr klein, können bei niedrigen Spannungen betrieben werden und verbrauchen nur wenig Energie. Zudem ermöglichen sie den Multibyte-Betrieb und besitzen eine geringe Anzahl an Pins.

Programmiert werden die Speicher, indem eine Ladung auf das Floating Gate des Transistors aufgebracht wird (Bild 2). Die geschriebenen Daten werden durch ein Bitmuster geladener und ungeladener Gates repräsentiert. Sie lassen sich über die Drain-Source-Anschlüsse der Transistoren beliebig oft auslesen, wobei die

normale Betriebsspannung beim Lesen weit unterhalb der Programmierspannung liegt.

EEPROMs sind nichtflüchtige Speicherbausteine. Die typische Lebensdauer der gespeicherten Daten (Retention) liegt bei zehn Jahren und mehr. Allerdings dauert es wesentlich länger, einen EEPROM zu programmieren, als einen Flash-Speicher, da die Daten Byte für Byte und nicht in ganzen Datenblöcken geschrieben oder gelöscht werden. Der Vorteil: Entwickler können bei Bedarf nur bestimmte Teile bearbeiten. Es ist nur eine externe Stromversorgung erforderlich, da der dazu notwendige höhere Spannungspegel zum Programmieren/Löschen intern erzeugt wird. Typische maximale Schreibzyklen (Endurance) liegen zwischen 10.000 und 1.000.000.

EEPROMs werden überall dort eingesetzt, wo in größeren Abständen kleinere Datenmengen über längere Zeiträume gespeichert und bereitgehalten werden müssen. So kommen sie neben Rufnummernspeichern in Telefonen z. B. auch in Speicherkarten und Mikrocontrollern vor. Weitere Anwendungsbeispiele sind SSDs, BIOS (Basic Input/Output System) in Computern oder auch RAM-Speichermodule; hier halten sie die Konfigurationsdaten oder für den Betrieb benötigte Parameter bereit.

Serielle und parallele Schnittstellentypen

EEPROMs werden in zwei Klassen angeboten. Die Modelle mit serielltem Zugriff sind sehr klein und günstig und machen etwa 90 Prozent des gesamten EEPROM-Markts aus. Sie finden sich eher in Standardanwendungen, da sie im Ge-

EEPROM Memory Cell Configuration

Consists of 2 transistor cells.

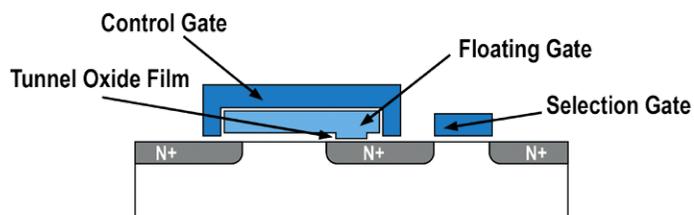


Bild 1: Eine EEPROM-Zelle besteht aus zwei Transistoren mit einem sogenannten Floating Gate.

Data Write Method

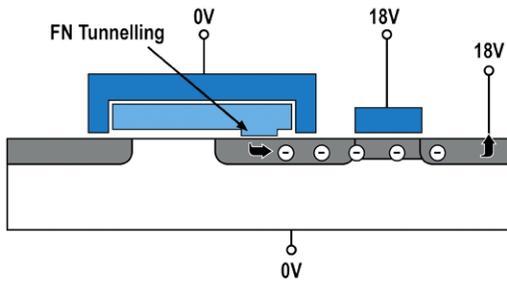
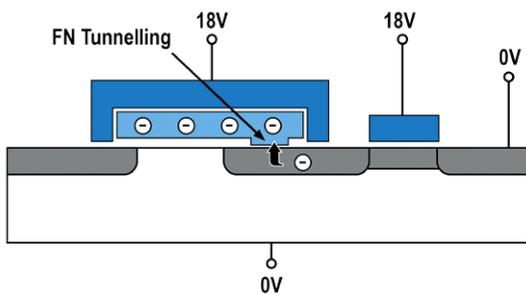


Bild 2: Zum Programmieren (oben) wird Ladung auf das Floating Gate aufgebracht. Durch das Anlegen eines größeren Spannungsimpulses (unten) lässt sich die Ladung wieder löschen. Die geschriebenen Daten werden durch ein Bitmuster geladener und ungeladener Gates repräsentiert.

Data Erase Method



gensatz zu parallelen EEPROMs langsamer sind und eine geringere Speicherdichte, typischerweise zwischen 256 bit und 256 kbit, besitzen.

Parallele Bausteine verfügen hingegen über eine höhere Speicherdichte (≥ 256 kbit). Sie sind in der Regel schneller und bieten eine hohe Lebensdauer sowie Zuverlässigkeit. Im Gegensatz zu seriellen EEPROMs ist eine höhere Pin-Anzahl von 28 oder mehr nötig, wodurch sie größer sind – meist zu groß für die immer kleiner werdenden Endprodukte.

Eine Entscheidung zwischen seriellen und parallelen Bausteinen ist somit eine Abwägung zwischen Kosten, verfügbarem Platz und Speicherdichte. Aber auch die Betriebstemperatur sowie die Betriebsspannung bzw. erforderliche Mindest- oder Höchstspannungen sind bei der Speicherauswahl zu beachten.

Im Allgemeinen unterstützen EEPROMs die Schnittstellen SPI, I²C und Microwire. Datendurchsatz, Geräteverfügbarkeit und Stromverbrauch des Systems geben hier die Richtung vor. SPI ermöglicht Geschwindigkeiten von bis zu 20 MB/s und wird für Hochgeschwindigkeitsanwendungen bevorzugt, benötigt jedoch mit vier Drähten für die Kommunikation doppelt so viele wie I²C (mit 400 kB/s bis 1 MB/s). Bei I²C ist die Anzahl der erforderlichen MCU-Ports reduziert, da mehrere EEPROMs an denselben Bus angeschlossen werden können. Microwire ist langsamer als SPI und nur mit kleineren Speicherkapazitäten verfügbar. Auch hier werden vier Drähte benötigt.

Anzeige



Supercharged Solutions for EV Charging Stations



Scan the QR code
to download our
EV Charging Application Guide



SDR (SDRAM)	DDR (SDRAM)	DDR2 (SDRAM)	DDR3 (SDRAM)	DDR4 (SDRAM)
168 Pins / 3,3 V	184 Pins / 2,5 V	240 Pins / 1,8 V	240 Pins / 1,5 V	284 Pins / 1,2 V

Tabelle 1: Vergleich der unterschiedlichen DIMM-Bausteine

Density	Part Number	Vcc	Clock Frequency	Package	Support Module	Product Status
2 kbit	GT34C02B	1.7–5.5 V	1 MHz	TSSOP/UDFN	DDR2/DDR3	MP
	GT34TS02B	2.2–3.6 V	400 kHz	TSSOP/UDFN	DDR3	MP
4 kbit	GT34C04	1.7–5.5 V	1 MHz	TSSOP/UDFN	DDR4	MP
	GT3TS04A	2.2–3.6 V	1 MHz	TSSOP/UDFN	DDR4	MP

Tabelle 2: SPD/TS-Produktlinie von Giantec

Speichermodule für PC-Arbeitsspeicher

Computer führen beim Starten einen Selbsttest durch. Hierzu gehören das automatische Erkennen und Konfigurieren der installierten Hardware. Die serielle Präsenzerkennung (Serial Presence Detect, SPD) ist eine Information, die in einem EEPROM auf einem SDRAM-Speichermodul gespeichert ist und dem BIOS die relevanten Daten zu Speicherkapazität, Datenbreite, Timing, Versorgungsspannung des Moduls usw. mitteilt. Mit diesen Informationen konfiguriert das BIOS den Speicher hinsichtlich maximaler Zuverlässigkeit und Leistung. Ohne SPD wäre eine korrekte Kommunikation zwischen Prozessor und Speicher nicht möglich.

Ein Dual Inline Memory Module (DIMM) ist ein Speicherriegel, der mit SDRAM-Speicherbausteinen eines bestimmten Typs bestückt ist und in PCs, Servern und anderen Geräten als Arbeitsspeicher dient. DIMMs bestehen aus einem oder mehreren RAM-Chips (Random Access

Memory) und einer kleinen Platine, mit welcher sie mit dem Motherboard des Computers verbunden werden. Der Datenbus basiert auf 64 bit.

Es ist eine Vielzahl an DIMMs verfügbar. Alle besitzen die gleiche Baulänge, sind jedoch nicht miteinander kompatibel. Sie unterscheiden sich in der Betriebsspannung, der Anzahl der Kontakte sowie den Kodierungskerben. Diese verhindern, dass Module der unterschiedlichen Speicherfamilien (SDR, DDR, DDR2, DDR3, ...; siehe Tabelle 1) in einen falschen Steckplatz gesteckt werden können.

DDR-SDRAM und Varianten

Die Abkürzung DDR-SDRAM steht für Double Data Rate Synchronous Dynamic Random Access Memory. Der Halbleiterspeicher wird nicht nur in Computern, sondern auch in Kraftfahrzeugen, Netzwerken, in der Medizintechnik und in der Unterhaltungselektronik eingesetzt. Die verschiedenen Varianten DDR-,

DDR2-, DDR3- und DDR4-SDRAM unterscheiden sich hinsichtlich Datentransferraten, Taktraten und Anzahl an Kontakten.

Im Vergleich zu herkömmlichem SDRAM ist die Übertragungsrate des Speichers wesentlich höher. Dies ist möglich durch das Double-Data-Rate-Verfahren (DDR): Bei der Übertragung der Daten wird nicht nur die ansteigende, sondern auch die abfallende Flanke des Taktsignals zur Datenübertragung genutzt. Das entspricht einer Bandbreitenverdopplung.

Damit das Motherboard die nötigen Einstellungen des Speicher-Controllers vornehmen kann, besitzt jedes SDRAM-Speichermodul ein digitales Datenblatt. Es ist im SPD-EEPROM gespeichert und wird vom BIOS ausgelesen.

Ultra-Low-Power EEPROMs

Die Nachfrage nach EEPROMs steigt vor allem im Bereich der IoT-Anwendungen. Hier sind kleine Geräte mit kleinen Batterien entscheidend, deren Stand-by-Zeit sowie Lebensdauer möglichst lang sind. Dafür sind ein geringer Stromverbrauch und eine geringe Betriebsspannung gefordert. Die Lösung bieten kompakte Ultra-Low-Power-EEPROMs.

Ein breites Sortiment zuverlässiger Produkte führt Giantec Semiconductor. Das Unternehmen liegt mit über drei Milliarden verkaufter EEPROMs auf Platz 3 im weltweiten Ranking und in Asien sogar auf Platz 1. Grund für diesen Erfolg sind die qualitativ hochwertigen Modelle. Sie haben einen typischen Stand-by-Strom von $I_{sb} < 200 \text{ nA}$; der maximale Arbeitsstrom beträgt nur $300 \text{ }\mu\text{A}$. Die Lebensdauer der Batterie lässt sich nochmals verlängern, indem die EEPROMs abgeschaltet werden, wenn sie vom PIO (Programmable I/O) nicht genutzt werden. Giantec bietet EEPROMs für die Schnittstellen I²C, SPI, Microwire sowie in allen gängigen Gehäusen.

Die komplette EEPROM-GT34-Linie von Giantec unterstützt DDR2-, DDR3- und DDR4-SDRAM. DDR3 und DDR4 besitzen eine Intel-Zertifizierung für DIMM-Anwendungen. Die hochzuverlässige SPD/TS-Produktlinie (TS: Temperature Sensor) für DIMM (Tabelle 2) ist in verschiedenen Gehäusetypen und mit Betriebsspannungen von 1,7 bis 5,5 V verfügbar. Die EEPROMs kommen auf eine Endurance von einer Million und eine Retention von 100 Jahren. Als alleiniger Distributor von Giantec weltweit unterstützt Rutronik seine Kunden bei der Auswahl des passenden Produkts. ■

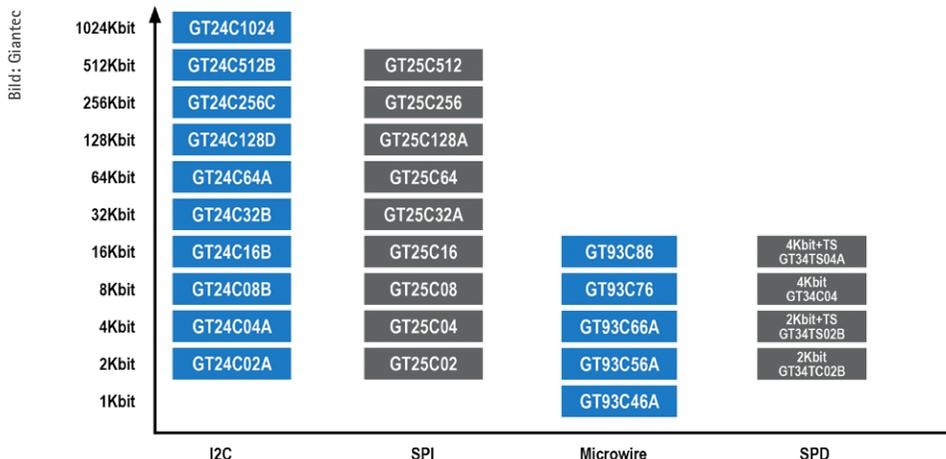


Bild 3: Giantec Semiconductor bietet EEPROMs mit einer Vielzahl an Schnittstellen, Gehäusetypen und Speicherkapazitäten für unterschiedliche Anwendungsbereiche.

Rutronik System Solutions

Mehrwert für die gesamte Wertschöpfungskette

Die Zeit, in der Distributoren innerhalb der Wertschöpfungskette lediglich als verlässliche Logistiker fungierten, ist längst vorbei. Mit Rutronik System Solutions treibt Rutronik diese Entwicklung noch ein gutes Stück weiter voran. Markus Krieg, Chief Marketing Officer (CMO) bei Rutronik, erläutert, was dahintersteckt.

Herr Krieg, wofür steht Rutronik System Solutions?

Markus Krieg: Uns leitet dabei eine für die Geschäftsmodelle unserer Kunden zentrale Frage: Wie können sich unsere Kunden als wertvoller Partner für ihre Kunden aufstellen? Hierfür bietet ihnen Rutronik System Solutions einen Entwicklungsvorsprung und hochinnovative Lösungen. Um das zu erreichen, verbinden wir Innovationen aus Wissenschaft und Forschung mit unserem Know-how.

Tritt Rutronik damit nicht in Konkurrenz zu seinen Kunden?

Nein. Wir liefern keine fertigen Produkte, sondern unterstützen unsere Kunden mit Proof-of-Concepts, also Konzeptstudien. Damit beschleunigen wir ihre Vorentwicklung und verkürzen die Time to Market. Wir arbeiten dazu insbesondere auch gemeinsam mit Forschungseinrichtungen, Hochschulen und Universitäten Proof-of-Concepts aus, um Innovationspotenzial in industrielle Märkte zu tragen.

Wie sieht die Zusammenarbeit zwischen Rutronik und der Forschung konkret aus?

Wir haben in den vergangenen Jahren ein sehr umfangreiches Partnernetzwerk aus Hochschulen und Universitäten aufgebaut; dazu gehören die Westsächsische Hochschule Zwickau, die Technische Universität Chemnitz, die Hochschule Pforzheim und die Duale Hochschule Baden-Württemberg, die DHBW. Jede hat ihren spezifischen Forschungsschwerpunkt, etwa die Leistungselektronik, Sensorik oder Batteriemanagementsysteme. Überall



Markus Krieg, Chief Marketing Officer bei Rutronik

„Mit diesem Know-how können wir die Forschungsergebnisse schneller und gezielter in markt- und wettbewerbsfähige Lösungen überführen.“

wird dabei an unglaublich spannenden, zukunftsweisenden Themen geforscht, und wir sind stolz darauf, innerhalb dieser Projekte mit weltweit führenden Wissenschaftlern zusammenarbeiten zu dürfen.

Auf welche Expertise kann Rutronik dabei zurückgreifen?

Wir kennen die Anforderungen und Herausforderungen der Industrie und analysieren ständig den Markt. Und natürlich kennen wir den Elektronikmarkt. Wir haben ein breites Produktportfolio und die entsprechende Expertise, welche Technologien und Bauteile und welche Kern-Software sich für die jeweilige Applikation am besten eignen, aber auch welche Komponenten aktuell und langfristig verfügbar sind. Mit diesem Know-how können wir die Forschungsergebnisse schneller und gezielter in markt- und wettbewerbsfähige Lösungen überführen. So

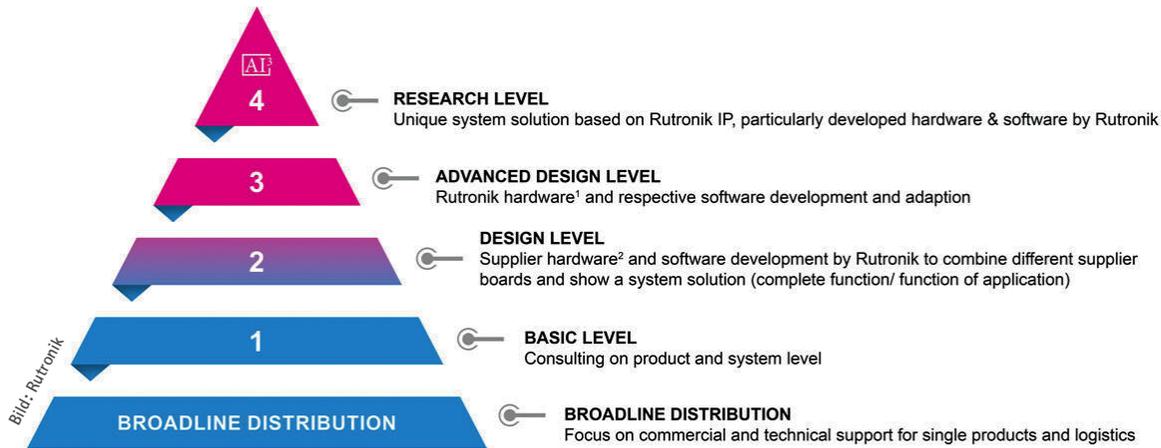
schaffen wir eine eigene IP (Intellectual Property), die wir auch patentieren lassen.

Welche Proof-of-Concepts gibt es bereits?

Wir haben eine Übersicht über die aktuell verfügbaren Proof-of-Concepts zusammengestellt (Anmerkung der Red.: siehe Kästen). Wir unterscheiden dabei zwischen vier unsere Geschäftsbasis ergänzende Support Levels: Ausgangspunkt und Basis ist und bleibt unser Kerngeschäft als Broadline-Distributor mit den Komponenten, technischem und kommerziellem Support und unseren Logistiklösungen. Level 1 umfasst weiterführenden technischen Support auf Produkt- und Systemebene. Auf Stufe 2 – dem »Design Level« – kombinieren wir Development Boards unserer Hersteller miteinander und bieten entsprechend angepasste Software an, sodass wir eine neue Systemlösung kreieren. Auf Level 3 – dem »Advanced Design Level« – entwickeln wir eigene Boards und die dazu gehörende Software. Auf der vierten Stufe schließlich – dem »Research Level« – kommt alles vollumfänglich zum Tragen, was ich vorhin beschrieben habe: Hier bieten wir eigene Systemlösungen an, die wir gemeinsam mit Universitäten, Hochschulen und weiteren Partnern entwickelt haben und die auf unserer IP basieren. Einige davon sind bereits patentiert, weitere Patentanmeldungen laufen.

Warum spielen die Patente eine so wichtige Rolle?

Wir schützen damit unser geistiges Eigentum. Das gibt uns die Freiheit, unsere Technologie offenzulegen und mit unseren Kunden auch über die Details unserer Lösungen zu sprechen.



Die Support- und Lösungspyramide fußt auf der Broadline-Distribution und reicht bis zu patentierten Systemlösungen.

Solche Design-Aktivitäten erfordern einiges an Manpower. Wo ist die bei Rutronik angesiedelt?

Wir haben Design Center in Litauen und in Singapur etabliert, die wir aktuell weiter ausbauen. Außerdem haben wir ein Entwicklungsteam am Headquarter in Ispringen. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter arbeiten natürlich weltweit zusammen, auch mit unseren Field Application Engineers (FAEs). Das internationale Team wird von Stephan

Menze, Head of Global Innovation Management, geleitet. Zudem haben wir Marktforscherinnen und Analysten im Team des strategischen Marketings, die die globalen Märkte genau beobachten und Marktstudien erstellen, sodass wir Strömungen frühzeitig erkennen und beurteilen können. Dabei finden wir immer wieder Ansätze mit einem wirklich disruptiven Potenzial. Es ist also noch einiges zu erwarten von Rutronik System Solutions.



Mehr über die Rutronik System Solutions erfahren Sie auf der Rutronik-Website: www.rutronik.com/innovations

FUTURE MARKETS



OUR VISION TO SHOW THE FEASIBILITY OF INNOVATIVE SYSTEM SOLUTIONS

Research Level

Hybrides Energiespeicher-System (HESS)

Das patentierte hybride Energiespeichersystem ist eine Entwicklung von Rutronik und der Westsächsischen Hochschule Zwickau. Es ist hybrid, weil es die Vorteile von Lithium-Ionen-Batterien und Superkondensatoren (Super Caps) kombiniert: Beim Betrieb konventioneller batteriebetriebener Industriesysteme kommt es bei hochdynamischen Lasten ständig zu hochfrequenten Stromänderungen mit sehr hohen Stromamplituden. HESS kann diese kurzzeitige Energie bereitstellen oder aufnehmen, in-

dem Super Caps hochdynamisch geladen und entladen werden. Die Batterie wird nur mit Nennströmen beaufschlagt. Diese intelligente Ansteuerung verbessert das Temperaturverhalten des Gesamtsystems und verlängert die Lebensdauer von Batterien maßgeblich.

Bidirektionaler Hochvolt-Trennschalter

Der zurücksetzbare und verlustarme bidirektionale HV-Trennschalter besteht aus einer isolierten 800-V-Powerstage mit einer 12-V-Mess- und Auswerteelektronik

und einem Aurix TC375 Lite Kit. In der Schaltstufe kommen Hochleistungshalbleiter der neuesten SiC-Generation von Rohm zum Einsatz, außerdem hochpräzise Shunts, State-of-the-Art-Optokoppler und Schutzbauteile von Vishay. Die Ansteuerung erfolgt über einen Aurix-Microcontroller der zweiten Generation von Infineon. Indem der HV-Trennschalter Hochspannungsrelais ersetzt, reduziert er den Kupferverbrauch und sein deutlich schnelleres Trennen der Last erhöht die Sicherheit.

Advanced Design Level

Development Kit RDK2

Das Development Kit RDK2 ist ein Komplettpaket für die Hardware- und Firmware-Entwicklung und die Basis für ein modulares Toolkit, mit dem sich in kürzester Zeit Proof-of-Concepts erstellen lassen. Das Board basiert auf dem Mikrocontroller PSoC 62 von Infineon. Mit seiner Dual-Core-CPU eignet er sich ideal für sicheres Edge Computing und Cloud-Anwendungen. Er verfügt über einen integrierten Power-Management-IC für eine SMPS für alle angeschlossenen Stromversorgungen. Über mitgelieferte Header können Entwickler auf alle Pins des PSoC 62 zugreifen. Das integrierte Potenziometer kann zum Testen der Analog-Digital-Wandlung verwendet werden und mit der kapazitiven Sensortechnologie, der CapSense, kann ein Touch-Bereich als Slider genutzt werden.

Das einzigartige Butterfly-Design des RDK2 sorgt für eine einfache Handhabung, erleichtert den Zugang zu den Arduino-Anschlüssen und reduziert mögliche Störungen durch elektromagnetische Einflüsse. Außerdem ist das RDK2 durch Adapter Boards erweiterbar.

Rutronik Adapter Board – Text To Speech



Mit dem Text To Speech Adapter Board lassen sich HMI-Applikationen ohne teure Studioaufnahmen mit einer Sprachausgabe ausstatten. Hierfür wird ein externer Lautsprecher über eine 3,5-mm-Klinkenbuchse angeschlossen; die eigentliche Sprachausgabe wird durch eine PC-Software generiert und vom Host-Mikrocontroller gesteuert. Außer dem Adapter Board ist nur ein gewöhnlicher PC nötig. Das Text To Speech Adapter Board funktioniert auf jedem Evaluation Board mit Arduino-Schnittstellen. Die Sprachausgabe ist in zahlreichen Sprachen verfügbar, darunter Englisch, Deutsch, Französisch, Spanisch, Italienisch, Russisch und Chinesisch (Mandarin).

Adapter Board HMS Anybus



Mit diesem Adapter Board lässt sich HMS Anybus auf jedem Evaluation Board mit Arduino-Header nutzen. Die HMS-Technologie wird mit den Aufsteckplatinen »AnybusCompactCom B40« und dem »Connector Board« realisiert. Das Board ermöglicht die Kommunikation über alle gängigen Feldbus- und Industrie-Ethernet-Netzwerke wie EtherCAT, PROFINET, Modbus, POWERLINK, CC-Link, PROFIBUS und viele mehr. Damit eröffnet das System den schnellsten Einstieg in industrielles Ethernet bzw. Feldbus, der über Software konfiguriert werden kann.

Rutronik IP

Die folgenden Proof-of-Concepts sind das Ergebnis einer Forschungszusammenarbeit mit einer Universität im Rahmen einer Dissertation und von Auftragsforschung mit Universitäten und Institutionen. Die einzigartige IP ist entsprechend geschützt.

Die elektronische Nase

Dieses Proof-of-Concept funktioniert wie das menschliche Sinnesorgan: Gerüche werden zuerst angelernt, sodass dann flüchtige organische Verbindungen (VOC), die Gerüche verströmen oder gesundheitsschädlich sein können, detektiert werden können. Das sind oftmals Kohlenwasserstoffverbindungen. Das System regt diese Stoffe gezielt an und analysiert und charakterisiert das Veränderungsverhalten der Stoffe physikalisch und biochemisch und detektiert dabei die Biomarker der zuvor angelernten Stoffe.

Der Geruchsvernichter (UVA)

Der Geruchsvernichter basiert auf der Eigenschaft von UVA-LEDs, Gerüche eliminieren zu können. Der Zustand der volatilen Stoffe und organischen Verbindungen (VOC), die Gerüche verströmen und in zu hoher Konzentration schädlich sein können, ist dynamisch. Der Geruchsvernichter regt die flüchtigen Stoffe gezielt und kontrolliert an, verändert ihre molekulare Zusammensetzung und zerstört sie mithilfe von UVA-LEDs. Ein zusätzliches photokatalytisches Verfahren verhindert die Bildung von Ozon in der Umgebungsluft.



Der Virenvernichter (UVC)

Der Virenvernichter nutzt die desinfizierende Wirkung von UVC-LEDs. Das sichere und geschlossene System verändert gezielt die molekulare und organische Zusammensetzung von Viren und Bakterien in der Luft und zerstört sie.

Die Insektenscheuche

Die Insektenscheuche beeinflusst die Sinnesorgane, insbesondere den Geruchssinn, beispielsweise von Wespen und Moskitos, innerhalb eines definierten Radius. Dadurch können die Insekten zum Beispiel den Geruch von Obst oder Fleisch in diesem Umkreis nicht mehr wahrnehmen. Die technische Lösung ist an eine Vielzahl von Insektenarten anpassbar.

In Entwicklung:

Development Kit RDK3

Fluch und Segen der MLCC-Versionsvielfalt

Wissenswertes für mehr Versorgungssicherheit

Die große Auswahl an Keramikkondensatoren ist Fluch und Segen zugleich. In Verknappungszeiten gibt es mehr Alternativen, was aber die Freigabeprozesse erschweren, den logistischen Aufwand erhöhen und so zur Bremse werden kann. Dennoch gibt es Möglichkeiten, die Vielfalt an Kondensatoren zu nutzen, um Versorgungssicherheit herzustellen.

VON JÜRGEN GEIER, TECHNICAL EXPERT
CERAMIC CAPACITORS BEI RUTRONIK

Mit neuen Materialien und Mixturen sowie andersartigen Konstruktionen in Aufbau und Struktur haben die Hersteller von Keramikkondensatoren in den letzten Jahren zahlreiche optimierte Bauteile geschaffen. Dadurch stehen für unterschiedliche Applikationen und Funktionen mit speziellen Anforderungen viele spezifische Kondensatoren zur Auswahl. Diese unterscheiden sich in ihren Eigenschaften, ihrer Baugröße oder Bauart und erfüllen so die verschiedensten Anforderungen. Zu den bekannten Varianten gehören etwa die High-Frequency(HF)-, High-Quality(HiQ)-, Radio-Frequency(RF)-, Microwave-, Low-Inductance- oder Low-Loss-Typen, Kondensatoren mit Kupfer-Innen-Elektroden oder End-Terminierungen zum Leitleben und sogenannte X2Y-Versionen.

Spezialtypen für bestimmte Anwendungen

Neben den genannten Typen gibt es darüber hinaus weitere spezielle Varianten von Kondensatoren wie etwa die »Variable Capacitors«, die durch Nutzung des DC-Bias-Verhaltens eine spannungssteuerbare und damit veränderbare Kapazität bieten (Bild 1).

Speziell für hohe Ströme sind die CeraLink-Kondensatoren von TDK ausgelegt, da sie in weiten Bereichen einen Anstieg der Kapazität über der angelegten Spannung zeigen (Bild 2).

Ebenfalls noch weniger bekannt sind die »3D-Silizium«-Kondensatoren. Sie nutzen die dritte Dimension, um die Kondensatorfläche und

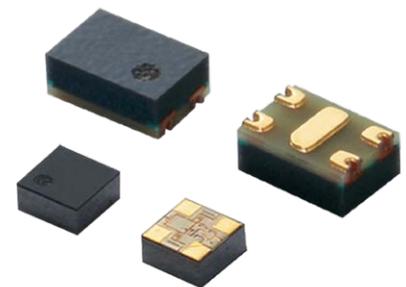


Bild: Murata

Bild 1: Variable Kondensatoren nutzen das DC-Bias-Verhalten, um eine veränderbare Kapazität zu erzeugen.

damit die Kapazität zu vergrößern. Murata bietet beispielsweise ein Modell in Baugröße 0402 mit einer Höhe von nur 100 µm, das 100 nF liefert. Die 3D-Kondensatoren verhalten sich ähnlich wie NPO-Typen und eignen sich besonders für HF-Anwendungen bis 110 GHz sowie High-Temperature-Anwendungen bis 250 °C (Bild 3).

Wenn es auf Versorgungssicherheit ankommt

Was all diese Spezial-Typen gemeinsam haben: Sie sind extrem optimiert für bestimmte Anforderungen bzw. Anwendungen, damit aber auch häufig sogenannte Single-Source-Bauteile. Es gibt also keine Alternative, was in Verknappungs- oder Allokationszeiten häufig zu erheblichen Beschaffungsschwierigkeiten führt.

Dieses Problem stellt sich bei den Quasi-Standard-MLCCs weitaus weniger. Es gibt auch hier verschiedene Varianten, z. B. mit unterschiedlichen C-Wert-Toleranzen, Span-

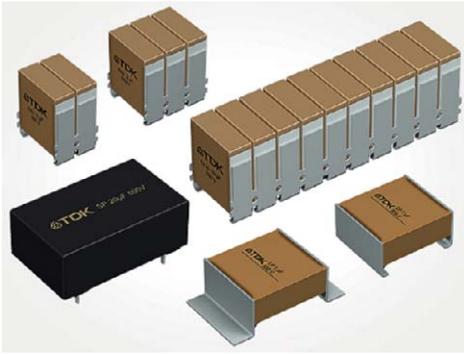


Bild 2: Die kompakten CeraLink-Kondensatoren von TDK können als Snubber- und als Zwischenkreis-Kondensatoren eingesetzt werden.

nungen oder Temperaturbereichen, mit speziellen Terminierungen (Soft Termination, Silber-Palladium) oder als Commercial- bzw. Automotive-Grade-Bauteil. Doch viele Modelle stimmen in Konstruktion, Baugröße, Keramikart usw. überein, sodass für diese Kondensatoren (sog. CV-Produkte) in der Regel mehrere Alternativen zur Auswahl stehen.

Parameter für Alternativen clever setzen

Die zunehmende Digitalisierung macht es einfacher, mehrere Varianten zu handhaben, doch sie sorgt gleichzeitig dafür, dass die Auswahl nur exakt nach den festgelegten Pa-

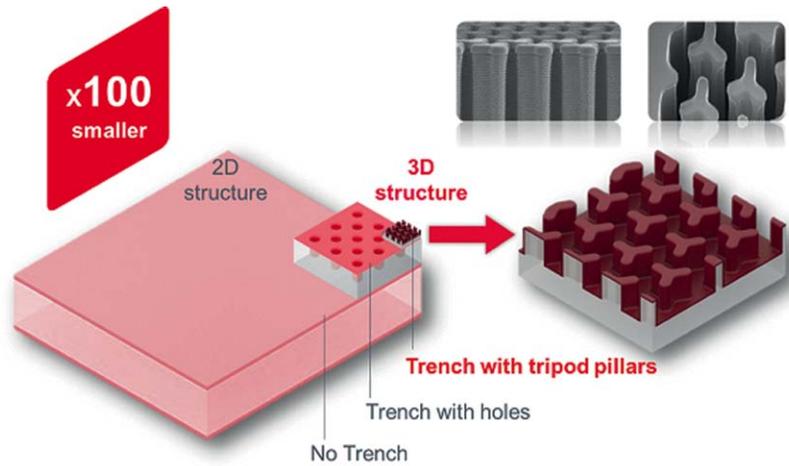


Bild 3: Die 3D-Struktur ermöglicht eine Miniaturisierung um den Faktor 100.

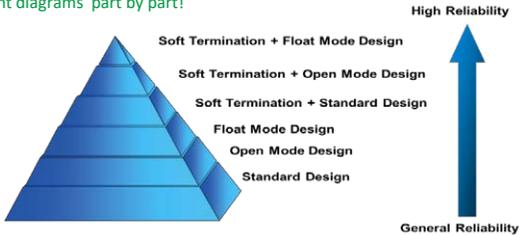
rametern erfolgt. So ist immer wieder festzustellen, dass beispielsweise ein Kondensator mit einer Toleranz von 20 Prozent (Code-Buchstabe M) definiert wurde, bei der Alternativensuche dann Bauteile mit dem besseren Toleranzwert von 10 Prozent nicht akzeptiert werden, weil die Bezeichnung nicht übereinstimmt.

Als Orientierungshilfe, um die Alternativensuche zu erleichtern, hat Rutronik die Tabelle erstellt. Sie gibt an, in welche Richtungen ein Austausch unkritisch und wann dieser zwar möglich ist, aber einzelne Parameter vorab zwingend zu prüfen sind.

Um bei Redesigns und Neuentwicklungen ein preisgünstiges und flexibles Ergebnis zu erhalten, empfiehlt es sich zudem, auf eine möglichst kleine Bauform zu setzen und die Parameter, z. B. Spannung, Toleranz, aber auch die Keramik-Art (die auch den Temperaturbereich definiert), anhand der tatsächlichen Anforderungen festzulegen. Dadurch wird eine Überdimensionierung vermieden, die die Auswahl an Alternativen ebenfalls einschränkt. Bei der Alternativensuche müssen dann jedoch die Bauteile mit besseren Spezifikationen auch zugelassen werden. Berücksichtigt man diese Hinweise, profitiert man gerade auch in Verknappungszeiten von der Variantenvielfalt. ■

Parameter	Acceptance	to "worse"	Origin	to "better"	Acceptance	Comments
Ceramic						will be o.k. against lower temp.
Ceramic	to check	X5R	X6S	X6R/X7R	yes	attention to specified temperature and drift
Ceramic	to check	X5#/X6#	X7R	X8R	yes	attention to specified temperature and drift
Ceramic	to check	X7R	X8R			attention to specified temperature and drift
Ceramic	...	...	...	...	...	...
Tolerance						principally a smaller tolerance is acceptable against a greater one
Tolerance	to check	>= 0,25pF	0,10pF	<= 0,05pF	yes	for values <= 10pF
Tolerance	to check	>= 5%	2%	1%	yes	generally recommendation: avoid this small tol.
Tolerance	to check	20%	10%	<= 5%	yes	is standard-tol. for X#R
Tolerance	...	...	...	...	...	...
Voltage						principally a higher voltage will be o.k. against a lower
Voltage	to check	<= 10V	16V	>= 25V	yes	lower voltage should be checked by real request, could help for additional alternatives or/and smaller size
Voltage	to check	<= 16V	25V	>= 50V	yes	
Features			commercial	AECQ200	yes	
Features	to check	commercial	AECQ200	AECQ200 plus	yes	
Features	to check	standard	OpenMode	Softt./OM/FL	yes	See reliability-pyramide
Features	...	...	...	...	...	...

Generally should be checked what's real request, because often used fixed combinations by supplier i.e. all Samsung X7R Automotive-parts automatically with Softtermination, and some additional with OpenMode
 A further point should be checked generally too, it's the allowable C-drop in the circuit by the DC-Bias!
 It's to check by the relevant diagrams part by part!



Diese Tabelle stellt lediglich einen Auszug dar. Die vollständige Tabelle kann unter www.rutronik.com/de/mlcc abgerufen werden.

Übersicht möglicher Alternativen und kritischer Parameter

Polymer-Tantal-Kondensatoren

Effektiv entkoppeln

Entkopplungskondensatoren verhindern nicht nur, dass Spannungseinbrüche und Störspitzen auf den Versorgungsleitungen an den Schaltkreis in der Applikation gelangen und deren Funktionalität beeinträchtigen. Bei einer optimalen Auswahl können auch Kosten, Fläche des Designs sowie der Stromverbrauch im Ruhezustand reduziert werden.

VON TOBIAS BAISCH, CORPORATE PRODUCT MANAGER CAPACITORS BEI RUTRONIK, UND PRANJAL SRIVASTAVA, FAE CENTRAL EUROPE BEI DER YAGEO GROUP

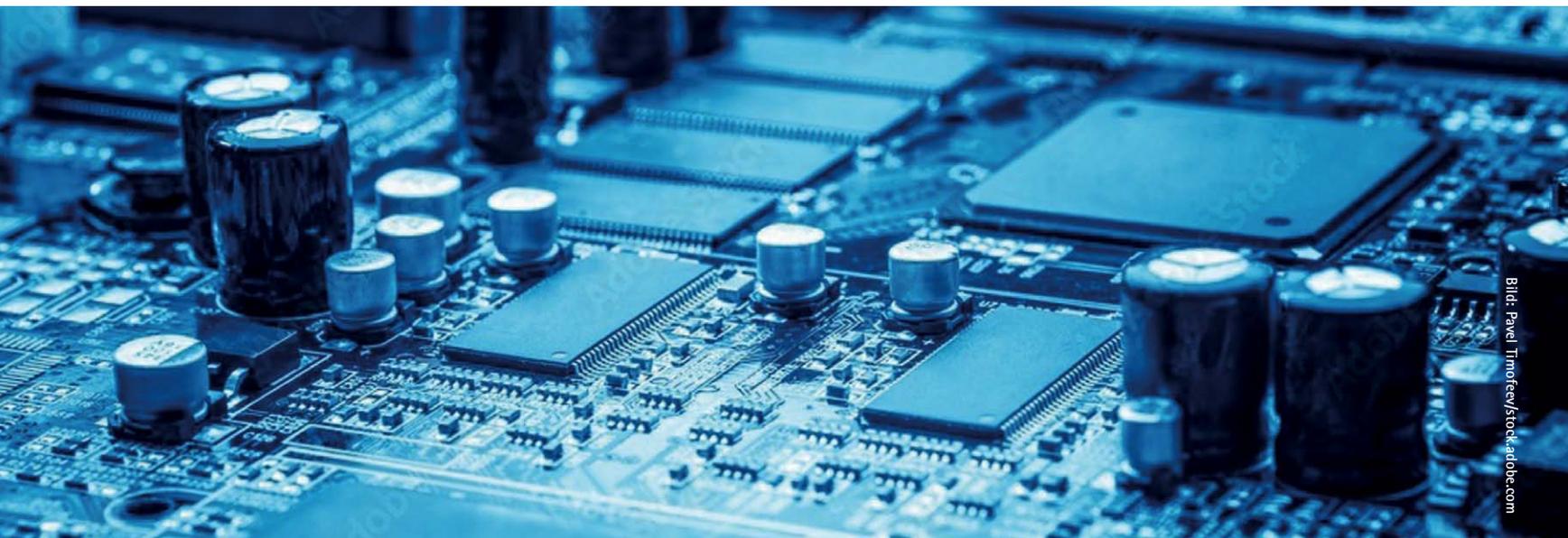


Bild: Pavel Timofeev/stock.adobe.com

Für die Verwendung von Entkopplungskondensatoren gibt es viele Gründe: Sie werden an den Versorgungs-Pin am IC geschaltet und beseitigen dort Hochfrequenzrauschen, bevor dies die Funktionalität der ICs beeinflusst oder stört. Zudem glätten sie hochfrequente Spannungsspitzen, die durch Schaltregler verursacht werden. Spannungs- und Strom-Ripple von DC/DC-Wandlern sind generell ein Problem, gerade in Anwendungen wie der Sensor-Messtechnik. Darüber hinaus fungiert der Entkopplungskondensator als lokaler Energiespeicher. Während kurzer Stromunterbrechungs- oder Entkopplungszeitfenster (typischerweise μs -Bereich) bzw. während der Schaltintervalle eines Schaltnetzteils versorgt er den IC mit der benötigten Energie.

In der Regel entfallen zwischen 30 und 80 Prozent oder sogar mehr einer Stückliste auf Ent-

kopplungskondensatoren. Der konkrete Anteil ist abhängig von Art und Anforderungen der auf der Leiterplatte eingesetzten aktiven ICs, von Form und Größe der Eingangsenergie sowie von den EMV-Anforderungen bei Störfestigkeit und Rauschen.

Die Auswahl optimaler Entkopplungskondensatoren kann also dazu beitragen, Kosten, Platzbedarf sowie Stromverbrauch im Ruhezustand erheblich zu reduzieren. Gute Gründe, sich genauer mit der Auswahl von Entkopplungskondensatoren zu beschäftigen.

Vor- und Nachteile typischer Entkopplungskondensator-Typen

Die im Folgenden betrachteten Entwürfe sind hauptsächlich für analoge, digitale oder Mixed-

Signal-Systeme gedacht, die mit Versorgungsspannungen von maximal 50 V versorgt werden. Diese Spannungsebene wird in der Regel auf 1 V, 1,3 V, 1,8 V, 3,3 V, 5 V, 10 V oder 12 V herunter gewandelt.

Entkopplung mit Kapazitäten bis 10 μF : Bei Spannungen bis zu 50 V und Kapazitäten bis 330 nF sind COG-basierte keramische Vielschicht-Kondensatoren (MultiLayer Ceramic Capacitors, MLCC) die beste aktuell verfügbare Technologie in Bezug auf Platzbedarf, Kosteneffizienz und Leckstromeigenschaften.

X7R/X5R-basierte MLCCs sind für Kapazitäten bis zu 10 μF die Kondensatoren der Wahl. Hier muss jedoch das DC-Bias-Verhalten beachtet werden, um die erforderliche Kapazität bei der tatsächlichen Anwendungsspannung zu gewährleisten.

MIT SILIZIUMKARBID-TECHNOLOGIE IN DIE ZUKUNFT

Das Material der nächsten Generation für eine größere Reichweite und kürzere Ladezeit

Für den Antrieb eines Elektrofahrzeugs (EV) spielt der Antriebsstrang eine Schlüsselrolle. Das Herzstück des Antriebsstrangs ist das leistungselektronische System (Wechselrichter).

IGBT als Hauptschalter dominieren nach wie vor den Markt für Wechselrichter im Antriebsstrang. Anforderungen wie Platzbedarf, Gewicht und Leistungsfähigkeit spielen eine immer wichtigere Rolle. Die Produktentwicklungs- und Herstellungskosten sollten niedrig bleiben. Gleichzeitig sollte das Design zu kompakteren Systemen führen, während die Qualität und Zuverlässigkeit der Produkte gewährleistet sein muss.

Dies führt zu anspruchsvolleren Designanforderungen auf System- und Bauteilebene und wirkt sich letztlich auf die Gesamtzusammensetzung von Leistungsbauteilen und anderen Systemkomponenten aus.

Es ist heute allgemein bekannt, dass Si-basierte IGBTs ihre physikalischen Grenzen fast erreicht haben. Diese Tatsache öffnet die Tür für neue Halbleitermaterialien wie z.B. Siliziumkarbid, das in den letzten Jahren von der Automobilbranche als zuverlässiges und effizientes Leistungsbauteil für Antriebsanwendungen anerkannt wurde.

Der aktuelle Trend der großen Automobilzulieferer für Antriebsstränge konzentriert sich auf 800-Volt-SiC-Wechselrichterlösungen, während 400-Volt-SiC-Wechselrichterlösungen nach wie vor eine gewisse Rolle spielen. Höhere Spannungen (400 V oder 800 V) und eine höhere Ladeleistung (bis zu 350 kW) können die Reichweite erhöhen und die Ladezeit durch schnelles Aufladen verkürzen, was das Leben der Autofahrer erheblich vereinfachen wird.

In diesem Zusammenhang bieten SiC-Halbleiter – z.B. SiC-MOSFETs für 800-Volt- und 400-Volt-Batterie-Systeme – effizienteres Schalten im Wechselrichter (höhere Frequenz, steilere Schaltflanken). ROHM hat vor kurzem die 4. Generation von SiC-MOSFETs angekündigt, die sich aus der bestehenden Trench-Gate-Struktur entwickelt hat. Mit der neuesten Generation konnte der ON-Widerstand um 40 % und die Schaltverluste um bis zu 50 % im Vergleich zur vorherigen Generation reduziert werden.

SiC-Leistungshalbleiter sind die beste Wahl, um die Effizienz der Leistungsumwandlung in Anwendungen zu erhöhen, in denen hohe Spannungen und hohe Stromdichten erforderlich sind, zum Beispiel in Elektrofahrzeugen.

Mit einem internen, vertikal integrierten Fertigungssystem bietet ROHM qualitativ hochwertige Produkte und eine stabile Versorgung des Marktes. Gehen Sie den nächsten Entwicklungsschritt mit unseren SiC-MOSFETs der 4. Generation.

Mehr Informationen:

<https://www.rohm.com/products/sic-power-devices>

Tantal- oder Aluminium-Polymerkondensatoren können im Bereich von 5 µF bis 10 µF eingesetzt werden. Sie haben in der Regel jedoch höhere Leckströme, sind teurer und größer – der kleinste aus dem Kemet-Portfolio ist ein 0805 (2012 in mm).

Eine Pufferkapazität im Bereich von 8 µF bis 10 µF bei 5 V kann beispielsweise erreicht werden durch einen X7R-basierten MLCC mit 10 µF (8,2 µF @ 5 V DC Bias), 10 V, 1206, z. B. C1206C106K8RACTU aus dem Kemet-Portfolio, oder einen Polymer-Tantal-Kondensator mit 15 µF, 6,3 V (mit Spannungs-Derating), 3528 (vergleichbar Bauform ~1210 MLCC), z. B. T520T156M006ATE100 von Kemet.

Der X7R bietet allerdings Vorteile durch seine kleineren Abmessungen, den niedrigeren Preis, den geringeren Leckstrom und seine höhere Ripple-Strom-Festigkeit – bei 100 kHz ein Faktor von fast sechs.

Entkopplung mit Kapazitäten größer 10 µF: Für die Entkopplung großer Kapazitäten (> 10 µF, $V_{DC} < 50 V$) werden traditionell entweder eine X7R/X5R-MLCC-Bank, Elektrolytkondensatoren/-kondensatorbänke oder Folienkondensatoren auf Polyester- oder Polypropylenbasis eingesetzt. Hier gibt es jedoch einiges zu beachten.

X7R/X5R-MLCC-Bänke mit hohen Nennspannungen werden zur Kompensation des DC-Bias-Effekts eingesetzt. Hier werden viele Kondensatoren parallel geschaltet, was teuer ist und viel Platz braucht. Der Platzbedarf steigt zusätzlich mit der erforderlichen Entkopplungskapazität. Außerdem erhöht sich der Leckstrom, und dessen praktische Bestimmung für das gesamte Design wird komplexer.

Es ist eine zusätzliche Kompensation erforderlich, um die hohen Kapazitätsanforderungen bei hohen Temperaturen zu erfüllen. Deshalb empfiehlt sich meist eine parallel geschaltete Kombination aus unterschiedlichen Kondensa-

tor-Technologien, zum einen für die Filterung höherer Frequenzen und zum anderen für die Filterung niedriger Störungen wie z. B. 50/60-Hz-Brummen oder Vibrationen im einstelligen Hz-Bereich. Gleichzeitig besteht ein hohes Risiko der Rissbildung, wenn X7R-Kondensatoren übermäßigen mechanischen Vibrationen ausgesetzt sind.

Elektrolytkondensatoren bzw. Elektrolytkondensatorbänke besitzen im Allgemeinen eine höhere Ripple-Strom-Festigkeit. Allerdings sind sie oft überdimensioniert, um diese Erhöhung zu gewährleisten. Dies ist erforderlich, um höhere Reihenersatzwiderstände (Equivalent Series Resistance, ESR) auszugleichen bzw. zu reduzieren. Da der ESR über die Lebensdauer zunimmt, wird der Kondensator zusätzlich überdimensioniert, um Probleme zu vermeiden. Das erhöht jedoch den Platzbedarf und die Kosten.

Im Vergleich zu MLCCs besitzen Elektrolytkondensatoren einen hohen Leckstrom. Der Kapazitätsabfall mit der Frequenz kann zu Problemen bei der effektiven Filterung einer großen Bandbreite von Frequenzen führen. Um alle Frequenzen abzudecken, ist oft ein weiterer parallel geschalteter MLCC erforderlich. In der Regel werden THT-Elektrolytkondensatoren (Through Hole Technology) verwendet, was wiederum zu Herausforderungen bei der Bestückung führt.

Folienkondensatoren auf Polyester- oder Polypropylenbasis sind nicht anfällig für Risse oder hohe Leckströme und haben eine höhere Ripple-Strom-Festigkeit. Folienkondensatoren, die die gleiche Kapazität/Nennspannung wie MLCCs oder Elektrolytkondensatoren erreichen, sind vergleichsweise groß und teuer.

Kosten und Platzbedarf senken mit Polymer-Tantal-Kondensatoren

Polymer-Tantal-Kondensatoren vereinen viele Vorteile, die die oben genannten Techno-

logien nicht vollumfänglich bieten können. Das fängt bereits beim verwendeten Material an: Anders als bei konventionellen Tantal-Kondensatoren wird das MnO_2 durch ein elektrisch leitendes Polymer ersetzt. Im Falle einer Verpolung oder eines Kurzschlusses besteht somit keine Brandgefahr.

Im Gegensatz zu MLCCs haben sie zudem keinen DC-Bias-Effekt. Somit ist keine Kondensatorbank nötig, um spannungsabhängige Kapazitätsverluste auszugleichen. Auch ist die Kapazität von Polymer-Tantal-Kondensatoren nicht temperaturabhängig und es besteht bei ihnen kein Risiko von Rissbildung oder Brummgeräuschen.

Ein weiterer Vorteil ist, dass sie eine höhere Ripple-Strom-Belastbarkeit als Elektrolytkondensatoren besitzen. Darüber hinaus ist ihr Kapazitätsabfall bei hohen Frequenzen nicht so signifikant, was zu einer besseren Hochfrequenzfähigkeit führt. Auch der Leckstrom ist teilweise geringer als bei Elektrolytkondensatoren.

Ferner unterliegen Polymer-Tantal-Kondensatoren keinem Aging-Effekt und der ESR bleibt während der Lebensdauer konstant. Ein hohes Kapazitäts-Volumen-Verhältnis ermöglicht kompakte SMD-Bauformen von 0805 bis zu 7343.

Die Tabelle zeigt die unterschiedlichen Kondensatortypen mit den Parametern, die nötig sind, um die Anforderungen eines Bürstenloser-Gleichstrommotor-Moduls (BLDC) mit mindestens 30 µF bei 16 V, einem Gesamt-Ripple-Strom von ungefähr 10 A bei 10 kHz, einem Leckstrom unter 100 µA und einer Temperatur bis 105 °C zu erfüllen.

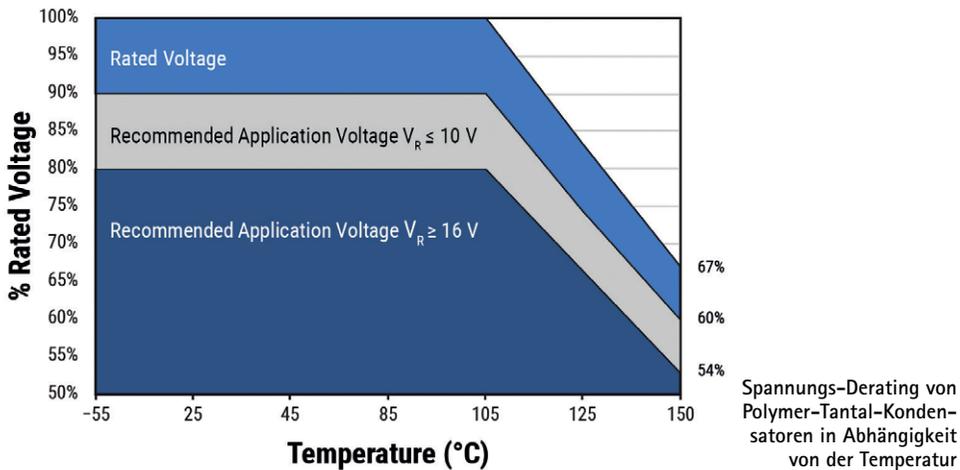
Der Tabelle ist zu entnehmen, dass durch den Einsatz von Polymer-Tantal-Kondensatoren im Vergleich zu MLCC- oder Elektrolytkondensatoren viel Fläche und damit Kosten eingespart werden können. Hinzu kommen eine höhere Lebensdauer, ein besseres Hochfrequenzverhalten und ein kompaktes SMD-Gehäuse.

Polymer-Kondensatoren auf Aluminium- oder Tantal-Basis

Neben den Polymer-Tantal-Kondensatoren werden auch Polymer-Aluminium-Kondensatoren immer beliebter. Bei einer Betriebsspannung unter 10 V und einer Temperatur unter 105 °C ist das Verhalten der beiden Polymerkondensatoren sehr ähnlich. Werden diese

X7R-basierte Kondensatorbank	Elektrolyt-basierte Kondensatorbank	Polymer-basierte Kondensatorbank
2,2 µF 50 V 2225 1,882 A	390 µF 25 V 10 mm x 12,5 mm 2,2 A	15 µF 35 V 7343 4,16 A
15 parallele Kondensatoren erforderlich, um die Mindestkapazität zu erreichen	5 parallel geschaltete Kondensatoren erforderlich, um die Mindestanforderungen an den Ripple-Strom zu erfüllen	3 parallel geschaltete Kondensatoren erforderlich, um die Anforderungen an den Ripple-Strom und die Kapazität zu erfüllen
Gesamtfläche: 716,8 mm ² geringster Leckstrom	Gesamtfläche: 1571 mm ² geringer Leckstrom	Gesamtfläche: 94,17 mm ² geringer Leckstrom

Vergleich zwischen häufig eingesetzten Entkopplungskondensatortechnologien am Anwendungsbeispiel BLDC-Modul



Werte überschritten, arbeiten jedoch Polymer-Tantal-Kondensatoren zuverlässiger.

Allerdings weisen sie auch gewisse Nachteile auf. So sind sie derzeit nur bis zu einer Nennspannung von 100 V erhältlich. Für Temperaturen bis 105 °C wird ein Spannungs-Derating von mindestens 10 Prozent empfohlen, das bei höheren Temperaturen noch höher ausfällt (Bild).

Da es sich um einen gepolten Kondensator handelt, sollte eine Verpolungsschutzdiode zum Schutz vor umgekehrten Polaritäten verwendet werden. Der Leckstrom ist im Vergleich zu einem MLCC oder einem herkömmlichen Tantal-Kondensator höher. Besondere Aufmerksamkeit gilt der spezifizierten Luftfeuchtigkeit bei hohen Temperaturen, um Probleme aufgrund von hohen THB-Bedingungen (Temperature Humidity Bias) zu vermeiden.

Entkopplung großer Kapazitäten in sicherheitskritischen Anwendungen

Polymer-Tantal-Kondensatoren kommen dann zum Einsatz, wenn es um die Entkopplung großer Kapazitäten für alle Arten von Steuerplatinen und eingebetteter Elektronik geht. Ihre kompakte, flache SMD-Bauweise macht sie zu einem idealen Bindeglied zwischen MLCCs mit kleiner Kapazität und Elektrolyt- und Folienkondensatoren mit großer Kapazität, die typischerweise als DC-Link-Kondensatoren für hohe Spannungen und hohe Energieanforderungen genutzt werden. Viele Polymer-Tantal-Kondensatoren sind für den Einsatz auf beiden Seiten eines Gleichspannungswandlers in einem Fahrzeug validiert und zugelassen. Damit gewinnen sie bei großen Automobilherstellern bereits an Bedeutung. In kleinen Antriebssystemen können sie auch als DC-Link-Kondensator eingesetzt werden, wie im obigen BLDC-Beispiel gezeigt. Kemet und Rutronik unterstützen ihre Kunden dabei, mit hochwertigen und zuverlässigen Polymerkondensatoren eine platz- und kostenoptimierte Lösung für deren Leiterplatten zu finden. ■

Anzeige

Introducing nRF7002

Nordic's first Wi-Fi IC



LEARN MORE ABOUT
OUR WI-FI SOLUTION
nordicsemi.com/nRF7002

Vibrationsbeständige Elektrolytkondensatoren

Wie der Fels in der Brandung

Geht es um Vibrationen, werden diese meist nicht mit elektronischen Baugruppen in Verbindung gebracht. Dabei sind diese gar nicht so selten starken mechanischen Schwingungen ausgesetzt. Bei Elektrolytkondensatoren kann das zum plötzlichen Ausfall führen. Doch einige Kondensator-Hersteller haben dahingehend Lösungen entwickelt.

VON SVEN MIGUEL RODRIGUEZ,
CORPORATE PRODUCT MANAGER
CAPACITORS, UND
CHRISTIAN KASPER, TECHNICAL
EXPERT CAPACITORS, BEIDE BEI RUTRONIK

Nicht nur in Applikationen mit vibrierenden Teilen wie Verbrennungsmotoren treten Schwingungen auf. Auch in industriellen Stanzmaschinen, schnell fahrenden linearen Aktoren, Pumpen oder Getrieben sind elektronische Komponenten Schwingungen ausgesetzt. Sie alle erzeugen ein Vibrationsprofil, das zum Ausfall eines Elektrolytkondensators führen kann.

Ein häufiges Fehlerbild sind gebrochene Kondensator-Anschlüsse. Die Bruchstelle findet sich entweder direkt an der Lötstelle zur Platine oder innerhalb des Kondensators an der Verbindung von den Anschlüssen zur Anoden- und Kathodenfolie.

In der Regel fällt ein Kondensator ohne signifikante messbare Änderungen seiner elektrischen Eigenschaften vollkommen unerwartet aus. Hintergrund ist, dass es kaum Hinweise darauf gibt, ob das Bauteil zu hohen Vibrationen ausgesetzt ist und daher auszufallen droht. Bestenfalls lässt sich ein erhöhter Reststrom feststellen, wenn die mechanische Belastung die Oxidationsschicht zwischen Wickel und Becher geschädigt hat. Ist ausreichend Elektrolyt vorhanden, werden diese Schäden durch den Selbstheilungseffekt repariert. Kommt es hingegen zu Mikrorissen in den Kondensator-Anschlüssen, lässt sich ein messbar erhöhter ESR-Wert meist nur kurz vor dem Bruch feststellen.

Ein anderes Fehlerbild entsteht durch das Scheuern des Wickels innerhalb der Becherwand, was auf Dauer ebenfalls zu einem Ausfall des Kondensators führt.

*Zuverlässige,
vibrationsfeste Kondensatoren
je nach Anforderung*

Um zuverlässige Bauteile anzubieten, die auch Belastungen bis zu 30 G standhalten, haben einige Kondensatorhersteller Serien in vibrationsfester Ausführung entwickelt. Doch wann gilt ein Bauteil als vibrationsfest?

Ein übliches, standardisiertes Vibrationstestprofil, das die Hersteller für ihre Tests verwenden, kann wie in der Tabelle aussehen.

Es gibt an, in welchem Frequenzbereich und mit welcher Amplitude der Kondensator bis zu welcher Beschleunigung standhält. Da aber jede Applikation andere Vibrationsfrequenzen aufweist und sich daraus ganz unterschiedliche Profile ergeben, bieten Hersteller



Bild: freemove/stock.adobe.com

Single Board Computer
inkl. Kühlkörper und Kabel
24V Power Adapter (opt.)

Musterpreis €99,--
über Rutronik



4x Cortex-A53
@1.8GHz + -M7

NPU für
KI Aufgaben

2x Gbit LAN,
Wifi 5, BT 5.0

Kamera, Audio,
4x USB (3.0), 2x CAN-FD

LVDS, DVI, MIPI-DSI

Tested Linux
Yocto BSP

Windows 10 IoT
Enterprise

Secure Boot und
OTA Update



Beschleunigung	294 m/s ² (30 G)
Frequenz	5 Hz ~ 2000 Hz
Amplitude	5 mm
Richtung und Dauer der Vibration	Richtung X-, Y-, Z-Achse für je 2 Stunden, insgesamt 6 Stunden

Typisches Profil für einen Vibrationstest

auch individuelle Tests und Freigaben anhand der spezifischen Kundenanforderung an. Damit ist garantiert, dass das freigegebene Bauteil den jeweiligen Anforderungen entspricht.

Wird der Kondensatorhersteller in den Entwicklungsprozess einbezogen, kann er die Bauteile exakt so auslegen, dass sie sich an ihrer Belastungsgrenze einsetzen lassen. Das verhindert Überspezifikationen und erlaubt ein besseres Design-to-Cost-Verhältnis.

Auf dem Elektrolytkondensator-Markt gibt es je nach Montageart verschiedene Bauformen und Lösungsansätze, um die Vibrationsfestigkeit zu erhöhen.

Bauformen und Ansätze für das ideale Ergebnis

THT-Kondensatoren in axialer Montageart verkraften Vibrationen besser als radiale THT- oder SMD-Bausteine. Denn durch die horizontale Montage liegt ihr Masseschwerpunkt aufgrund der niedrigeren Höhe deutlich tiefer, sodass weniger Hebelkräfte auf die Anschlusspins einwirken.

Deutlich verbreiteter ist jedoch die vertikale Montage. Hier sitzt der Masseschwerpunkt höher, was ein vibrationsfestes Design anspruchsvoller macht. Ein Ansatz ist es, den freien Raum im Kondensatorbecher zu reduzieren. Hierfür wird der Wickel enger gewickelt und der Innendurchmesser des Bechers verkleinert. Dadurch bleibt weniger Spielraum für die Bewegung des Wickels und es treten weniger Reibeffekte auf. Eine andere Möglichkeit besteht darin, den Becher von außen punktuell zu verjüngen, sodass der Wickel im Inneren fixiert wird.

In beiden Fällen muss der Drahtdurchmesser der Anschlusspins verstärkt werden, damit diese die auftretenden Kräfte unbeschadet überstehen. Noch mehr Stabilität geben zusätzliche Haltepins ohne elektrische Funktion, wie es sie bei Snap-in-Typen gibt. Sie sind hilfreich hauptsächlich bei großen und/oder schweren Bauteilen.

Wirken extrem starke Vibrationen auf den Kondensator ein, empfiehlt es sich, ihn zusätzlich mit einer externen Halterung, die meist aus Kunststoff besteht, auf der Platine zu fixieren. Alternativ können die Bauteile auch vergossen oder mit Kleber

befestigt werden. Dann sollte jedoch vorab mit den Herstellern geklärt werden, ob die Inhaltsstoffe des Klebers bzw. der Vergussmasse negative Auswirkungen haben könnten. Denn beim Vergießen kann aufgrund einer schlechteren Wärmeleitfähigkeit die Wärme nicht mehr gut abgeführt werden, was zu einer Verringerung der Lebensdauer führt. In beiden Fällen, beim Kleben und beim Vergießen, könnte außerdem eine Materialunverträglichkeit von Kleber und Vergussmasse beim Bauteil auftreten. Hier ist also höchste Aufmerksamkeit bei der Auswahl der verwendeten Materialien geboten. Es ist daher empfehlenswert, die Produktspezialisten und Materialexperten von Rutronik zurate zu ziehen, um unliebsame Überraschungen zu vermeiden.

Bei Kondensatoren in SMD-Ausführung ist der Ansatz vergleichbar mit jenem bei THT-Bauteilen. So wird die Bewegungsmöglichkeit des Wickels im Becher eingeschränkt. Um ein Abbrechen der Anschlüsse zu verhindern, bieten die SMD-Bauteile jedoch eine andere Möglichkeit: Sie verfügen über ein Baseplate mit zusätzlich seitlich angebrachten Kunststoffstegen. Damit wird der Kondensatorbecher fixiert. Vibrationsfeste Modelle haben zudem vergrößerte Löt pads, um die Lötverbindung mechanisch zu verstärken. Weitere externe Halterungen kommen nicht zum Einsatz. Verklebungen und Vergießungen wie bei THT-Bausteinen sind jedoch auch bei SMD-Bauformen möglich.

Unterstützung durch Platinenlayout

Neben der Wahl vibrationsfester Bauteile empfiehlt es sich, auch beim Platinenlayout auf Vibrationsicherheit zu achten. So wird vermieden, dass Bereiche mit starken Schwingungen entstehen. Durch das Verschieben der Resonanzpunkte lässt sich die auf den Kondensator einwirkende Kraft minimieren. Doch gelöst ist das Vibrationsproblem damit nicht. Deshalb kommt vibrationsfesten Kondensatoren große Bedeutung zu. Sie werden von den Herstellern stetig weiterentwickelt, sodass künftig neue Serien zu erwarten sind, die noch höheren Kräften standhalten. ■

THB-Grades bei Folienkondensatoren

Robust und langlebig

Die Anforderungen an Kondensatoren werden immer härter. Bei Folienkondensatoren geht es vor allem um den Schutz vor eindringender Feuchtigkeit. Denn das bringt ein signifikantes Plus an Zuverlässigkeit und Lebensdauer mit sich.

VON MARCEL FRITZ, CORPORATE PRODUCT MANAGER CAPACITORS, UND CHRISTIAN KASPER, TECHNICAL EXPERT CAPACITORS, BEIDE BEI RUTRONIK

Schon bei der Produktion besteht die Gefahr, dass Luftfeuchtigkeit im Kondensator eingeschlossen wird. Hohe Luftfeuchtigkeit während des Betriebs kann die aufgedampfte Metallisierung der Folienkondensatoren angreifen. Ist der Kunststoffbecher oder die Vergussmasse nicht ausreichend dicht, kann Feuchtigkeit in den Kondensator eindringen.

Im Falle von RFI-Kondensatoren (Radio Frequency Interference) bewirkt Feuchtigkeit neben der Korrosion der Metallisierung zudem bei angelegter Spannung den sogenannten Corona-Effekt. Dabei wird durch einen Ionisationsprozess die Metallisierung der Folie beschädigt. Die Folgen sind Kapazitätsverlust und ein schnellerer Anstieg des Verlustfaktors.

Bei DC-Kondensatoren führt Feuchtigkeit im Bauteil ebenfalls zur Korrosion der Metallisierung, was sich vor allem negativ auf dessen Zuverlässigkeit und Lebensdauer auswirkt. Daher ist es zwingend notwendig, das Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern, um die Performance der Bauteile nicht zu beeinträchtigen.

Neben empirischen Untersuchungen zeigen auch zahlreiche Analysen, dass das Eindringen unerwünschter Luftfeuchtigkeit bei Folienkondensatoren Ursache Nummer 1 ist für eine verkürzte Lebensdauer.

Bild: Vishay



Die F340-Serie von Vishay mit THB Grade IIIB RFI-Kondensatoren

Was ist THB?

Ein anerkannter Standard für beschleunigte Lebensdauertests ist der Temperatur-Feuchtigkeits-Bias-Test (Temperature Humidity-Bias, THB). Dieser Zuverlässigkeitstest zielt darauf ab, den Alterungsprozess der Kondensatoren zu beschleunigen und zu messen, ob die Kondensatoren bei einer bestimmten Temperatur, relativen Luftfeuchtigkeit (Relative Humidity, RH) und Nennspannung über eine definierte Zeit hinweg ihre Kapazität, ihren Verlustfaktor sowie Isolationswiderstand beibehalten (Tabelle 1).

Kapazität	$\Delta CI \leq 10\%$
Verlustfaktor	0,024 für $C \leq 1 \mu F$ 0,015 für $C > 1 \mu F$
Isolationswiderstand	> 50 % der geltenden Grenzwerte

Tabelle 1: Anforderungen (Akzeptanzkriterien) bzgl. THB nach IEC 60384-14 AMD1:2016 (Quelle: Kemet)

Je nach Teststufe (Tabelle 2) erfüllen die Kondensatoren unterschiedliche klimatische Anforderungen. Zum Beispiel müssen bei einem Test nach Grade IIIB, High Robustness unter High Humidity, die Kondensatoren bei angelegter Nennspannung 85 °C und 85 Prozent relativer Luftfeuchtigkeit über 1000 Stunden Betriebsdauer hinweg unbeschadet überstehen.

Bei Kondensatoren, die diese Tests überstehen, bleiben die wichtigsten elektrischen Parameter über die gesamte Lebensdauer hinweg deutlich stabiler als bei einem Standard-Bauteil. Dadurch bieten die THB-Bauteile eine längere Lebensdauer und eine höhere Zuverlässigkeit.

Wie in Tabelle 2 dargestellt, zählen THB Grade IIB und IIIB zu den härtesten Testbedingungen. Sie unterscheiden sich lediglich dadurch, wie lange die Spannung angelegt ist.

Grade (I) – Robustness under Humidity	Test A: 40°C, 93% RH, 21 days rated voltage
	Test B: 85°C, 85% RH, 168 hours rated voltage
Grade (II) – Robustness under High Humidity	Test A: 40°C, 93% RH, 56 days rated voltage
	Test B: 85°C, 85% RH, 500 hours rated voltage
Grade (III) – High Robustness under High Humidity	Test A: 60°C, 93% RH, 56 days rated voltage
	Test B: 85°C, 85% RH, 1000 hours rated voltage

Tabelle 2: THB-Levels nach IEC 60384-14 AMD1:2016 (Quelle: Vishay)

Woher der Trend zu THB-Bauteilen?

Die Nachfrage nach THB-Bauteilen steigt. Ein Grund dafür ist der seit 2016 gültige IEC-Standard für RFI-Kondensatoren. Er schreibt vor, dass die Kondensatoren mindestens THB Grade I erfüllen müssen. Ein starker Treiber des Trends zu THB-Typen ist das Automotive-Segment, aber auch in der Industrie kommen immer häufiger THB-Typen zum Einsatz. Die Gründe hierfür liegen auf der Hand, wenn man bedenkt, unter welchen klimatischen Bedingungen z. B. Solarwechselrichter möglichst lange und zuverlässig arbeiten müssen.

Da ein Anbieter, beispielsweise von Invertern, den Einsatzort seiner Produkte oft nicht kennt, ist es sinnvoll, den Inverter – und damit auch die Kondensatoren – auf die Worst-Case-Bedingungen auszulegen. So verrichten sie auch unter härtesten Einsatzbedingungen zuverlässig ihren Dienst.

Wie unterscheiden sich THB-Typen von Standard-Bauteilen?

Die gesteigerte Lebensdauer und Zuverlässigkeit von THB-Kondensatoren erzielen die Her-

steller durch einen speziellen Aufbau. Dabei sind fünf Faktoren entscheidend:

- Gehäuse: PPT-Gehäuse oder PPS-Gehäuse mit erhöhter Dichtheit
- Vergussmasse: Epoxidharz (Epoxy) mit hohem Grad und damit hoher Resistenz gegenüber Feuchtigkeit
- Kunststofffolie: dickere, d. h. höherschichtige Folie für eine bessere Selbstheilung
- Metallisierung: eine Mischung verschiedener Metalle für eine bessere Selbstheilung
- Produktion: niedrige Luftfeuchtigkeit in der Produktion gewährleisten

Einige Hersteller setzen zusätzlich auch noch auf interne Serienschaltungen der Folien, um die Ionisationsspannung auf der Folie weiter zu reduzieren.

Wo kommen THB-Kondensatoren zum Einsatz?

Die THB-Kondensatoren sind prädestiniert für Applikationen, die hohen Temperaturen – oder



Die DC-Link-C4AK-Serie von Kemet erfüllt THB Grade IIB und bietet eine hohe Spannung und eine lange Lebensdauer auch bei einer Temperatur von 125 °C.

noch wichtiger: großen Temperaturschwankungen – und/oder einer hohen Luftfeuchtigkeit ausgesetzt sind.

Hier ist ihr Einsatz besonders empfehlenswert. Dazu zählen vor allem aufgrund der hohen Temperaturbelastungen praktisch alle Automotive-Applikationen für das Fahrzeug selbst, aber auch Applikationen für die Infrastruktur, z. B. für Ladesäulen oder Wallboxen.

Im Industriebereich sind es vor allem Wechselrichter, Solarinverter, Frequenzrichter, Smart Meter und Windkraftanlagen. Außerdem lohnen sich THB-Modelle für alle Applikationen, die hohe Anforderungen an die Lebensdauer und Zuverlässigkeit eines Folienkondensators stellen.

Fazit

Die vergleichsweise neue Art der Folienkondensatoren verfügt über eine erhöhte Zuverlässigkeit und Lebensdauer. Dank dieser verbesserten Eigenschaften ergeben sich neue und nachhaltige Einsatzmöglichkeiten in zukunftsweisenden Anwendungen wie etwa im Bereich der Elektromobilität oder der erneuerbaren Energien.

Anzeige

Quarze, Oszillatoren und Echtzeituhren

Lieferfähig dank eigener Quarz-Produktion

Die an vielen Stellen gestörten Lieferketten treffen auch Quarze, Oszillatoren und Echtzeituhren. Hersteller mit eigener Quarz- und IC-Fertigung sind dabei klar im Vorteil. So können sie nicht nur Produkte mit zuverlässiger Qualität anbieten, sondern derzeit auch deutlich kürzere Lieferzeiten.

VON JOCHEN NELLER, TECHNICAL EXPERT
INDUCTORS BEI RUTRONIK

KHz-Quarze, auch Uhren- oder Stimmgabel-Quarze genannt, eignen sich beispielsweise für den diskreten Aufbau eines Oszillators mit Controller oder RTC-IC (Real Time Clock, Echtzeituhr). Wichtigste Parameter bei einem solchen Design sind der negative Widerstand (Oszillatorverstärkung) und die Lastkapazität der Gesamtschaltung, die nötig ist, um die Phasen- und Amplitudenbedingung ($k \cdot v > 1$) eines selbstständig schwingenden Oszillators zu erfüllen.

Die Liefersituation der kHz-Quarze war in den letzten zwei Jahren durch Verknappung geprägt. Dabei sind Hersteller, die Quarze selbst produzieren, in der Regel noch lieferfähig, während viele andere, die das Rohmaterial zukaufen, ihre Lieferzeit von ca. 16 Wochen auf bis zu zwei Jahre erhöhen mussten. Dass viele namhafte Hersteller über die Jahre die kHz-Quarze aus ihrem Portfolio abgekündigt haben, erschwert die Situation weiter.

*Eigene Fertigung erhöht Zuverlässigkeit
in Bezug auf Qualität und Lieferzeit*

Ein Anbieter, der seine Quarze komplett selbst produziert, ist Epson. In eigenen Autoklaven werden sie aus selbst gezogenem synthetischem Quarzmaterial gefertigt. Damit stellt Epson nicht nur die Verfügbarkeit sicher, sondern sorgt auch für eine zuverlässige, gleichbleibende Qualität.

Inzwischen konzentriert sich Epson bei den kHz-Quarzen vollständig auf die SMD-Bauform, die in besonders kleinen Bauformen mit verschweißtem Metalldeckel (Serien FC3215AN, FC2012AN und FC1610AN) verfügbar sind. Auch plastikummantelte Zylindergehäuse befinden sich nach wie vor im Port-

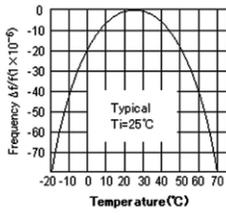
folio. Sie sind für neue Projekte jedoch nicht mehr empfehlenswert, da der Trend in der Produktionsplanung und Kapazitätserweiterung weiter Richtung kleinere Bauformen geht.

Bei den Serien FC2012AN und FC3215AN konnte Epson den maximalen äquivalenten Serieneratzwiderstand (ESR) auf attraktive 50 kΩ senken, was dem üblichen Anstieg des ESR bei kleineren Größen entgegensteht. Für diese sowie die Serien FC-12M und FC1610AN haben sich die Lieferzeiten inzwischen auf 18 Wochen verkürzt (Stand: September 2022).

MHz-Quarze

Der Hunger nach immer größeren Datenmengen und damit höheren Übertragungsgeschwindigkeiten führt zwangsläufig auch zu einer gestiegenen Nachfrage nach höheren Frequenzen. Auch diese MHz-Quarze sind in immer kleineren Gehäusen verfügbar (Serien FA-128, FA-118T und FA1210AN), weil die Entwicklung auch bei dieser Technologie den Zielen der Effizienzsteigerung und Kostenminimierung folgt.

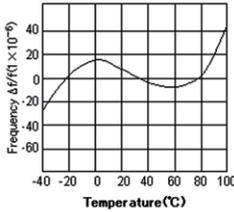
QMEMS, ein Wafer-basiertes Verfahren, kombiniert die hohe Stabilität und Präzision von Quarzen mit der MEMS-Technologie, um hohe Performance in kompakten Gehäusen zu erreichen. Die Dickenscherschwinger (AT-Schnitt) werden im photolithografischen Prozess zu gewaschenen, geschnittenen Chips mit feiner Struktur. Diese Chipformen haben eine größere Elektrodenfläche und dadurch geringere elektrische Widerstandswerte bei kleinen Bauformen. Eine spezielle Weiterverarbeitung mit der High-Frequency-Fundamental-Technologie (HFF) verleiht ihnen auch bei geringer Kristalldicke eine hohe mechanische Stabilität. Das



$$\Delta f/f = B(T_i - \theta X)^2$$

θX : specified temperature, B: Parabolic coefficient

Bild 1: Biegeschwingungen und Temperaturverhalten eines typischen kHz-Quarzes



$$\Delta f/f = \alpha (\theta X - 25)^3 + \beta (\theta X - 25)^2 + \gamma (\theta X - 25)$$

θX : specified temperature

Bild 2: MHz-Quarz mit AT-Schnitt und typischem Schwingungsverhalten über der Temperatur

Ergebnis sind Grundwellenschwinger mit Frequenzen von bis zu 500 MHz.

Oftmals liegen die aktuell marktüblichen Lieferzeiten von MHz-Quarzen bei zwei Jahren oder mehr. Bei einigen Serien (z. B. FA-128, FC-12M, FA-20H) und technischen Parametern ist Epson jedoch in der Lage, die Produkte bereits nach ca. 18 Wochen zu liefern (Stand: September 2022).

SPXO – programmierbare Oszillatoren

SPXO (Simple Packaged Crystal Oscillators) sind die einfachsten Quarz-Oszillatoren ohne Kompensation oder Temperaturregelung. Sie bestehen aus einer Quarzeinheit und einem Oszillationskreis.

Für Modelle, die auch bei hohen Frequenzen einen sehr geringen Jitter (Phasenrauschen) aufweisen, verwendet Epson neben eigens dafür entwickelten rauscharmen Oszillator-ICs auch hier ausschließlich Quarze als Grundwellenschwinger, entweder unter Verwendung von HFF-Quarzen oder mit einer PLL (Phase-Locked Loop, Phasenregelschleife; Bild 3).

Mit einem solchen selbstentwickelten Oszillator-IC, der den Frequenz- oder Temperaturkoeffizienten des HFF-Quarzes kompensiert, erreicht die neue SG2520-Serie ein niedriges Phasenrauschen und eine verbesserte Frequenzstabilität von 25 ppm (SG2520_EGN/VGN) bzw. 20 ppm (SG2520_EHN/VHN) bei -40 bis +125 °C.

Die PLL-Technologie ermöglicht programmierbare Frequenzen zwischen 0,67 MHz und 170 MHz. Damit lassen sich die Bausteine nach Bedarf auf eine bestimmte Frequenz (mit sechs Nachkommastellen) festlegen, was die Verfügbarkeit deutlich verbessert. Die Serie SG-8018 hat zudem eine geringe Abweichung von 50 ppm bei -40 bis +105 °C inklusive Alterungsstabilität über zehn Jahre hinweg. Noch genauer arbeitet die SG-8101-Serie mit einer Toleranz von 15 ppm dank integrierter

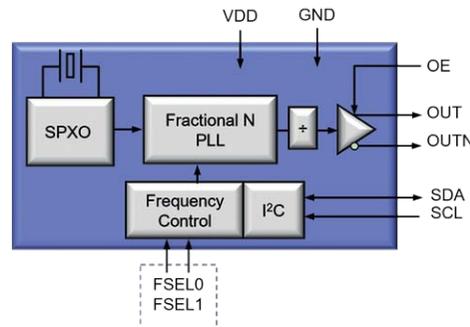


Bild 3: Programmierbare Oszillatoren können mithilfe einer Phasenregelschleife jede gewünschte Frequenz erzeugen.

Temperaturkompensation. Die SG-9101-Serie eignet sich mit ihrer programmierbaren Spread-Spectrum-Fähigkeit besonders gut zur Reduzierung von EMI-Problemen. Sie ist mit Betriebsspannungen von 1,62 bis 3,63 V in verschiedenen Gehäusegrößen verfügbar.

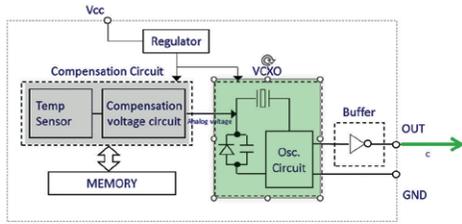
In den letzten Jahren ist der Bedarf an SPXOs stark gestiegen. Hersteller wie Epson mit einer eigenen Entwicklung und Produktion besitzen einen Wettbewerbsvorteil. Aufgrund der hohen Nachfrage ist es empfehlenswert, Projekte langfristig zu planen.

TCXO – temperaturkompensierte Oszillatoren

Für sensible Anwendungen, die auch bei größeren Temperaturschwankungen bzw. über einen breiten Temperaturbereich stabile Frequenzen benötigen, stehen temperaturkompensierte Oszillatoren (TCXO) zur Verfügung (Bild 4). Durch die eigene IC-Fertigung kann Epson auch die ASICs für seine TCXOs selbst produzieren und die einzelnen Komponenten wie Steuerspannungsgenerator, Korrekturschaltung und Oszillatorkern optimal aufeinander abstimmen. Im Portfolio von Epson sind neben TCXOs mit CMOS-Ausgängen v. a. solche mit Clipped-Sinewave-Ausgängen. Bei diesen ist das Sinussignal abgeschnitten und erzeugt dadurch im Verhältnis zu CMOS deutlich weniger Oberwellen, was zu einem besseren EMI-Verhalten führt. Die Serien TG2016SxN und TG2025SxN sind mit höchster Stabilität und geringem Phasenrauschen ideal für den Einsatz in drahtlosen Kommunikationsgeräten.

SPXOs und TCXOs sind besonders von den Schwierigkeiten in der Lieferkette betroffen. Dazu trägt noch immer der Großbrand bei, der





measure temperature, adjust frequency

TCXO output: Green curve

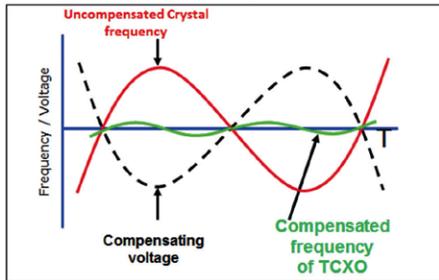


Bild 4: Durch eine kompensierende Spannung erreichen TCXOs eine temperaturstabile Frequenz.

im Jahr 2020 bei Asahi Kasei Microsystems (AKM) gewütet hat. Der japanische IC-Hersteller hatte bei den temperaturkompensierten Quarzoszillatoren (TCXOs) einen Marktanteil zwischen 80 und 90 Prozent. Die Folge des

Brandes war eine globale Verknappung aller Oszillator-Typen. Da Epson seit einigen Jahren fast alle TCXO-Linien mit eigens entwickelten und produzierten ICs ausgestattet hat, konnte der Hersteller viele Bedarfe decken. Mittlerweile hat Epson die Fertigung nahezu verdoppelt, sodass Lieferzeiten von ca. 18 Wochen (Stand: September 2022) oder besser die Regel sind.

RTC – Echtzeituhren

Ein diskretes Design mit Oszillatoren ermöglicht maßgeschneiderte Lösungen, erfordert aber auch Verständnis für die einzelnen Komponenten. So kommt es häufig zu Fehlern, die viel Zeit für Design-Korrekturen nach sich ziehen. Einfacher ist der Einsatz fertiger Echtzeituhren (RTC). Epson bietet komplette Module inklusive Quarz, Halbleiter, Oszillator und weiteren Komponenten für vielerlei Zusatz-Features (Wakeup Timer, Alarm, Time Stamp, Batterieladefunktion, flexible Pin-Belegung F_{OUT} /Time Stamp) in einem Gehäuse mit I²C-Protokoll, aber auch mit 3- oder 4-Wire-SPI. Das reduziert nicht nur die Entwicklungszeit,

sondern meist auch den Platzbedarf und den Stromverbrauch.

Hochgenaue RTCs beinhalten zudem einen DT-CXO (digitaler temperaturkompensierter Oszillator). Mithilfe dieser digitalen Schaltung wird die Abweichung der Ausgangsfrequenz kompensiert. So kommen die beiden Typen RX8900CE und RX8804CE auf eine maximale Abweichung von 9 s/Monat bei -40 bis +85 °C bzw. 21 s/Monat bei -40 bis +105 °C.

Die neueste Serie RX8901CE erreicht trotz Temperaturkompensation bis 105 °C einen Stand-by-Strom von typischerweise nur 240 nA und beinhaltet zudem ein Maximum an Zusatzfunktionen für vielseitigste Anwendungen.

Da die Nachfrage nach RTCs weiter zunimmt, um die erhöhten Temperaturanforderungen, Stand-by-Zeiten und Funktionalitäten vieler Anwendungen zu erreichen, ist es ratsam, Projekte sorgsam zu planen und einzuphasen. Dadurch können Lieferzeiten von sechs bis zwölf Monaten (Stand: September 2022) umgangen werden.

Impressum

Redaktion:
 Andreas Mangler – Rutronik, Director Strategic Marketing und Mitglied der erweiterten Geschäftsführung (Redaktionsleitung, verantwortlich für den Inhalt), Tel. +49 7231 801 0
 Markus Krieg – Rutronik, Chief Marketing Officer
 Christine Schulze – Christine Schulze PR | Kommunikation
 Andreas Brenner – Rutronik, PR Manager
 Dr. Alena Kirchenbauer – Rutronik, Team Leader International Communication

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

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

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

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

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

Auflage: 27.000 (deutsch) + 1000 (englisch)

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

Inserentenverzeichnis

Apacer Technology B.V.	89
Bosch Sensortec GmbH	13
Christine Schulze PR | Kommunikation	73
C&K Components SAS.....	7
Eaton Electrical Products Ltd	31
F&S Elektronik Systeme GmbH	63
INFINEON Technologies AG	92
INTEL Corporation (UK) LTD	46–47, 91
JAE Europe Ltd.	9
Kingstate Electronics Corporation	15
Kioxia Europe GmbH	5
Kontron Europe GmbH	75, 79
KYOCERA AVX Components Corporation	19
Littelfuse Europe GmbH	51
Lumberg Connect GmbH	3
Melexis Technologies NV	65
Molex Interconnect GmbH	17
Murata Electronics Europe B.V.	21
Nordic Semiconductor ASA	61
Omron Electronic Components Europe B.V.	27
Ramses Keystone Electronics	83
RECOM Power GmbH	35
Renata AG	77
ROHM Semiconductor GmbH	59
Saft Batterien GmbH	33
Samsung Electro-Mechanics GmbH	49
Sensirion AG	37
Solidigm™	41
TDK - Micronas GmbH	85
Transcend Information Trading GmbH	67
Vishay Europe Sales GmbH	43
Yageo Corporation	2

Hohe Qualität durch automatisierte Fertigung

Als Schnittstelle zwischen Gerät und Ethernet-Kabel übernehmen Ethernet-Transformatoren wichtige Funktionen. Dank neuem Design sind sie jetzt in großen Stückzahlen und hoher Qualität für den wachsenden Markt der Ethernet-Netzwerke verfügbar.

VON JOCHEN NELLER, TECHNICAL EXPERT
INDUCTORS BEI RUTRONIK

Heutige Ethernet-Netzwerke können dank Fortschritten in der Fertigungstechnologie und der Einführung effizienter Kodierungsverfahren Übertragungsraten von bis zu 40 Gbit/s über Kupfer und 100 Gbit/s in Glasfasernetzen erreichen. Aufgrund der weiten Verbreitung ermöglicht Ethernet inzwischen die kostengünstigsten digitalen Netzwerke. Daher ist es kein Wunder, dass die Anzahl der Ethernet-Netze kontinuierlich zunimmt. Auch die Zahl der so verbundenen Endgeräte in der Industrie ebenso wie im Kommunikations-, Transport- oder im privaten Bereich steigt stetig.

Eine kritische Komponente in Ethernet-Netzwerken ist der Transformator. Als Schnittstelle zwischen Gerät und Ethernet-Kabel übernimmt er wichtige Funktionen: Er sorgt für die sicherheitsrelevante galvanische Trennung zwischen den digitalen Schaltkreisen, die die Datenübertragungsschicht für Ethernet-Sys-

teme bilden, und der PHY-Schicht (Physical Layer) (Bild 1). Letztere wandelt digitale Signale in analoge um. Gleichzeitig übernimmt der Ethernet-Transformator die Impedanzanpassung und die Datenübertragung. Dabei darf das Sende- und Empfangssignal nur so wenig wie möglich gedämpft werden.

Der Transformator besteht aus vier Wicklungen. Zwei Wicklungen werden primärseitig für die digitale Schnittstelle genutzt, während die anderen beiden auf der Sekundärseite über den RJ45-Steckverbinder mit den Twisted-Pair-Leitungen verbunden sind.

Der Transformator H1190NL von Pulse bietet eine elektrische Isolation von 1500 V RMS oder 2250 V DC gemäß den IEEE-Spezifikationen der Serie 802 und der IEC-Norm 62368-1 und entfernt potenzielle Hochspannungsstöße, die z. B. durch elektrische Kurzschlüsse in der Gebäudeverkabelung verursacht werden. Dies wird

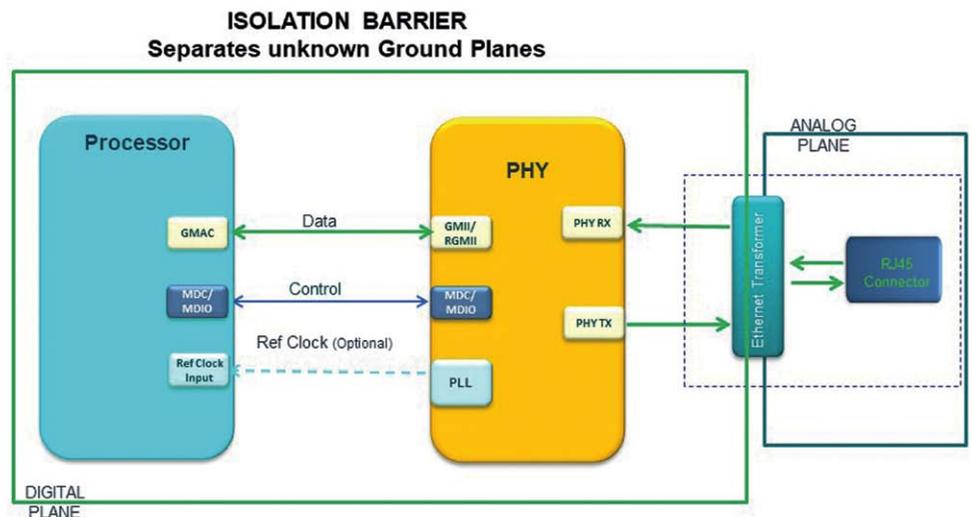


Bild 1: Der Transformator trennt die digitalen Schaltkreise von der PHY-Schicht.



Bild 2: Transformator, halb- (a) bzw. vollautomatisiert (b) gewickelt

möglich durch eine magnetische Kopplung, die die Übertragung elektrischer Signale von der Primär- zur Sekundärseite zulässt, während gleichzeitig die erforderliche Sicherheitsfunktion gewährleistet ist.

Höhere Stückzahlen und verbesserte Qualität dank automatisierter Fertigung

Bis vor Kurzem war der Anteil an Handarbeit bei der Produktion von Ferrit-Ringkerntransformatoren für Ethernet-Anwendungen noch ziemlich hoch. Denn die Magnetdrähte mussten von Hand mit den Kontakten verbunden und an die Pins angeschlossen werden – ein zeit- und kostenintensiver Prozess. Bei manuellen Fertigungsprozessen ist die Gefahr eines Mismatch der Impedanzen sehr groß. Dies hat auch zur Folge, dass die nutzbare maximale Bandbreite ggf. abnimmt und die Zuverlässigkeit der Datenübertragung darunter leidet. Um den steigenden Bedarf an Transformatoren zu decken und gleichzeitig die Qualität der Bauteile zu verbessern, hat Pulse auf eine automatisierte Wickelausrüstung zur Herstellung der T-Chip-Serie (TC1000/2500/5000/10000) umgestellt (Bild 2). So werden die Transformatoren vollautomatisch auf einen spulenförmigen Kern mit beschichteten Kontakten für die Drahtanschlüsse gewickelt. Ein weiterer Vorteil der automatisierten Fertigung: Der bisher nötige visuelle Testschritt zur Sicherstellung der korrekten Wickelung kann nun entfallen.

Neben den reduzierten Kosten durch verkürzte Fertigungszeiten und geringere Fertigungsschwankungen bieten die Transformatoren der T-Chip-Serie noch weitere Vorteile. Die Technologie integriert das mechanische Gehäuse um den Ferritkern, wodurch ein Kunststoffgehäuse überflüssig wird. Somit sind die Transformatoren kleiner und leichter als klassische Ringkern-Modelle.

Dabei unterstützen T-Chip-Transformatoren dieselben Datenraten wie Ringkern-Designs. Sie erfüllen die IEEE802.3xx-Standards für Datenübertragungsraten von 100 Mbit/s bis 10 Gbit/s. Zudem liefern sie bis zu 600 mA PoE-Strom (Power over Ethernet), um entfernte Endgeräte zu versorgen.

Qualitätsmerkmale der T-Chip-Transformatoren

Neben dem Übersprechen, der Gleichtakterdrückung und der Rückflussdämpfung ist die Einfügungsdämpfung (Insertion Loss) ein entscheidendes Qualitätsmerkmal von Transformatoren. Sie beschreibt den Verlust der Übertragungsenergie von der Quelle zur Last und stellt den Teil an übertragener Signalenergie dar, der zwischen Eingang und Ausgang verloren geht. Die Einfügungsdämpfung hängt eng mit der möglichen Reichweite bzw. der Kabellänge zusammen.

Die Diagramme in Bild 3 zeigen die Einfügungsdämpfung von 1-Gbit/s-Transformatoren

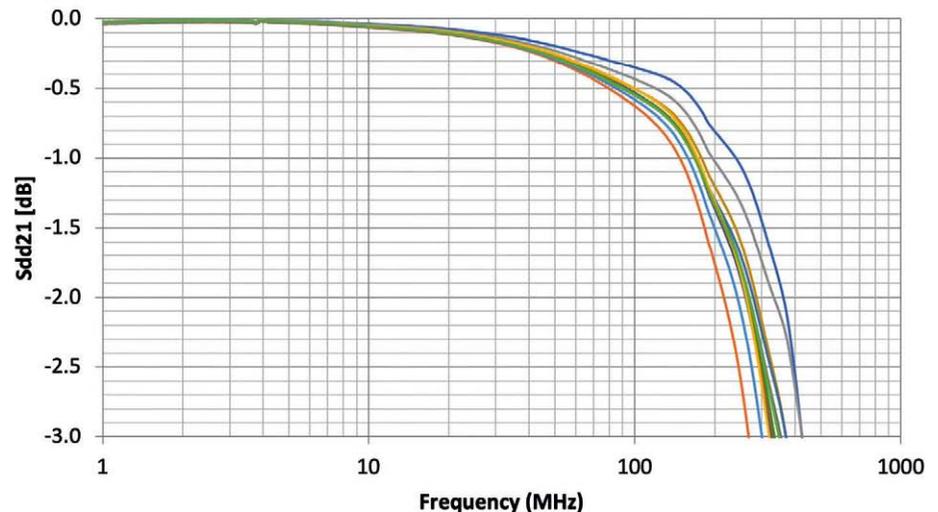
einmal mit Toroidal- und einmal mit T-Chip-Design. Aus den dargestellten Messkurven ist zu erkennen, dass LAN-Transformatoren im T-Chip-Design eine geringere Streuung der elektrischen Parameter aufweisen und bessere Werte besitzen.

Fazit

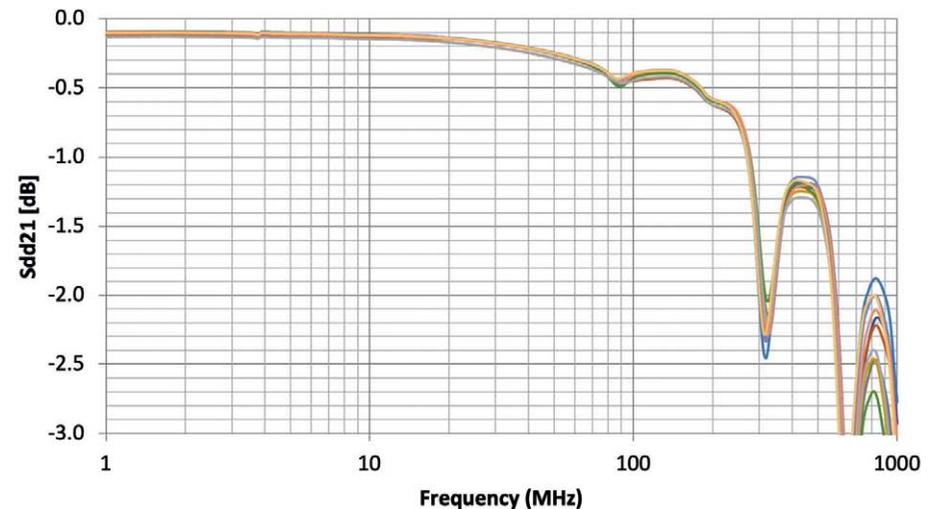
Die T-Chip-Technologie ermöglicht die Herstellung von hochwertigen Ethernet-Transformatoren mit hoher Qualität für eine Vielzahl von Netzwerkanwendungen. Für hochwertige Ethernet-Netzwerke sind neben der Qualität der Bauteile zudem eine EMV- bzw. HF-gerechte Umgebung und ein entsprechendes PCB-Layout entscheidend.

Bild 3: Einfügungsdämpfung von Toroidal- und T-Chip-Transformatoren im Vergleich

1Gbps transformer Insertion Loss using Toroidal core



1Gbps transformer Insertion Loss using T-Chip Technology



Blick auf die Elektronik-Supply-Chain

»Der Markt muss resilienter werden«

Dass die Situation in den letzten Monaten herausfordernd war, ist bekannt. Nun zeichnet sich eine Entspannung ab. Künftig gilt es jedoch, resilienter aufgestellt zu sein. Über die entscheidenden Ansatzpunkte, Maßnahmen und Entwicklungen sprechen wir mit Jan Stoll, Project Coordinator Strategic Marketing bei Rutronik, und Andreas Mangler, Director Strategic Marketing und Mitglied der erweiterten Geschäftsführung bei Rutronik.

Herr Stoll, Herr Mangler, was können die Akteure der Elektronik-Supply-Chain tun, damit es nicht mehr zu derartigen Liefer-schwierigkeiten und Preissteigerungen kommt, wie es sie in den letzten Monaten gegeben hat?

Jan Stoll: Die Handlungsspielräume von Unternehmen sind begrenzt. Das wird schnell klar, wenn man sich die Einflussfaktoren anschaut, die zu der aktuellen Situation geführt haben.

Sie sprechen von der Corona-Krise und dem Ukraine-Krieg?

Stoll: Das sind entscheidende externe Faktoren. Dass sie sich so extrem ausgewirkt haben, liegt aber am Elektronikmarkt selbst. Das beginnt ganz vorne in der Wertschöpfungskette, und zwar bei den Rohstoffen. Sie kommen nur in bestimmten Ländern vor, sodass hier eine große Abhängigkeit besteht. Rund 60 Prozent der seltenen Erden werden in China gefördert. Eine wichtige Rolle spielen auch Vietnam, worauf China starken Einfluss nimmt, sowie Brasilien und Indien. Ein großer Teil der Platingruppenmetalle kommt aus Russland. Wenn sich durch angedrohte Sanktionen die Lager leeren, wird es hier zu Knappheit und damit zu steigenden Preisen kommen.

An der Verteilung dieser Vorkommen lässt sich ja nichts ändern.

Stoll: Das stimmt. Problematisch wird sie aber vor allem durch die politischen Konflikte. Und wir sehen entlang der Wertschöpfungskette der Halbleiterindustrie eine Konzentration auf wenige Unternehmen und Länder: Weltweit gibt es zum Beispiel nur eine Handvoll Wafer-Hersteller. Die meisten befinden sich in Asien; GlobalFoundries ist beispielsweise das einzige amerikanische Unternehmen. Alleine auf Taiwan entfallen mehr als 66 Prozent der globa-

len Halbleiterproduktion, sodass das Land eine große strategische Rolle spielt.

Der EU Chips Act ist ja ein Versuch, diese Abhängigkeit zu reduzieren. Wie beurteilen Sie diesen?

Stoll: Ich halte das für einen sinnvollen Schritt. In Deutschland hat das Wirtschaftsministerium außerdem eigene Programme zur Ansiedlung von Elektronikherstellern aufgelegt. Solche Investitionsunterstützungen sind nötig, denn eine Fab aufzubauen kostet zwischen 15 und 20 Milliarden US-Dollar. Das ist auch der Grund für die Konzentration: Um bei diesen Investitionen einen Gewinn zu erzielen, müssen die Fabs zu mindestens 80 bis 90 Prozent ausgelastet sein. Das heißt einerseits, dass sie zwangsläufig den globalen Markt bedienen müssen, um die nötigen Stückzahlen zu erreichen, und andererseits, dass kaum Spielraum besteht, um die Produktion zu erhöhen. Außerdem dauert der Aufbau neuer Fabs Jahre. Deshalb wirkt sich der EU Chips Act auch erst langfristig aus.

Doch auch dann dürfen wir nicht zu viel erwarten. Denn auch andere Länder werben mit Zuschüssen und Steuererleichterungen: die USA mit dem »Chips and Science Act«, China mit »Made in China 2025«, aber auch Korea, Taiwan oder Japan. Die USA können mit stattlichen Investitionen von TSMC, Samsung, Intel und Micron schon erste Erfolge verbuchen. In Europa planen Intel, GlobalFoundries und STMicroelectronics neue Werke. Das zeigt aber auch: Es sind oft wiederum nichteuropäische Firmen, die sich hier ansiedeln, sodass sich die Abhängigkeit nur bedingt reduziert.

Warum finden sich hier kaum europäische Firmen?



Andreas Mangler,
Director Strategic Marketing bei Rutronik

„Möglicherweise hält die Dynamik an und wir kommen in eine Art Oszillation mit ständigen Auf's und Abs.“

Stoll: Die Halbleiterproduktion ist äußerst komplex; so sind bis zum fertigen Chip zum Beispiel rund 1500 Schritte nötig. Dafür ist ein sehr hoher Wissensstandard nötig – nicht umsonst geben die Hersteller rund 20 Prozent ihrer gesamten Ausgaben für Forschung und Entwicklung aus. Außerhalb der produzierenden Unternehmen ist dieses Know-how kaum vorhanden. Die kleinsten Strukturen fertigt TSMC. In anderen Ländern produziert das Unternehmen in der Regel mit älteren Prozessen – das Know-how bleibt damit in Taiwan.

Die Prozesse sind übrigens auch sehr sensibel. Zum Beispiel die Kältewelle in Texas im Winter 2021/22 hat die Produktion einiger Elektronikunternehmen komplett lahmgelegt. Weil dadurch irreparable Schäden an den Wafern entstehen können, müssen diese in der Regel entsorgt und die Produktion neu angefahren werden. Bei einer üblichen Produktionszeit von mehr als 20 Wochen bedeutet das einen mindestens genauso langen Ausfall – mit entsprechenden Lieferschwierigkeiten und Preis-



Jan Stoll, Project Coordinator
Strategic Marketing bei Rutronik

„Durch die Wachstumsdelle und die zahlreichen Investitionen in neue Fabs werden die Preise langfristig sicher nachgeben.“

stiegen. Das gilt auch bei extremer Hitze, Erschütterungen durch Erdbeben, Überschwemmungen oder Taifunen, wie in der ASEAN-Region gesehen. Die örtliche Konzentration der Unternehmen wirkt dabei als Verstärker. Eine größere regionale Verbreitung und mehr Unabhängigkeit sind also wichtig! Damit das gelingt, muss schon in den Hochschulen das nötige Wissen vermittelt werden, und Fachkräfte, die hier studiert haben, müssen auch hier gehalten werden.

Bis dieses Wissen verfügbar ist, wird es Jahre oder Jahrzehnte dauern. Hängt Europa also solange am Tropf von Asien und Amerika?

Stoll: Das muss man differenziert betrachten. Denn auch die Halbleiterhersteller stehen Abhängigkeiten gegenüber. Über die Rohstoffe haben wir schon gesprochen, außerdem ist die Wafer-Produktion sehr energieintensiv. Es kann also sein, dass sich der Krieg in der Ukraine mittelfristig durch Preissteigerungen auswirkt. Wenn es zu einer Gasknappheit kommen sollte, die sich auch auf die Gasversorgung industrieller Betriebe auswirkt, würde das die gesamte Elektronikbranche hart treffen.

Weiter geht es bei den Maschinen und Anlagen für die Wafer-Produktion, die ebenfalls von ganz wenigen hochspezialisierten Unternehmen stammen, die damit eine Quasi-Monopolstellung einnehmen. Mit ASML befindet sich ein Unternehmen davon in Europa, einige andere haben ihren Sitz in den USA. Hier beißt sich die Katze gewissermaßen in den Schwanz: Weil ASML nur geringe Stückzahlen fertigt, ist das Unternehmen ein typischer Distributionskunde. Wenn die Chip- und Komponentenhersteller vorrangig ihre großen Direktkunden beliefern und es dadurch in der Distribution zu Engpässen kommt, können ihre eigenen Lieferanten betroffen sein.

Bei alledem ist allerdings auch nach Bauteilen und Märkten zu differenzieren.

Gibt es denn welche, auf die das nicht zutrifft?

Andreas Mangler: Die Unterschiede sind eher graduell. Was mein Kollege beschrieben hat, gilt vor allem für die ganz kleinen Bauformen und Strukturgrößen, wie sie im PC- und Konsumgüter-Markt genutzt werden. Im Industrie- und Automotive-Markt kommen eher größere Bauformen und Strukturen zum Einsatz, wie sie auch von europäischen Unternehmen wie Infineon, ams Osram und Elmos gefertigt werden. Bei manchen Applikationen gibt es allerdings Überlappungen. Zum Beispiel sind die Kamerasysteme oder Grafikkarten für Assistenzsysteme im Auto und für PCs praktisch dieselben, wenn auch in anderen Qualitäten. Auch im Power-Bereich geht es um größere Strukturen, wie sie zum Beispiel Rohm mit SiC oder Infineon mit GaN produziert. Auch hier gibt es Überschneidungen, denn die Produkte kommen zum Beispiel bei Anwendungen in den Bereichen erneuerbare Energien und Elektromobilität sowie in Netzteilen für Laptops und Co. zum Einsatz. Dass sie auch in Europa gefertigt werden, ist für diese Segmente ein Vorteil. Von der aktuellen Entspannung werden sie jedoch nur bedingt profitieren.

Warum?

Stoll: Weil sie vor allem PCs, Smartphones und Konsumgüter betrifft. Durch Homeoffice und Homeschooling stieg die Nachfrage nach diesen Geräten sprunghaft an, bis der Markt im ersten Quartal 2022 im Vergleich zum Vorjahr um 60 Prozent eingebrochen ist. Auch der Bedarf an Servern und High-End-Prozessoren für die Generierung von Kryptowährungen ist stark zurückgegangen, weil durch die Zinserhöhungen viele Investoren und Anleger wieder verstärkt klassische Anlageformen bevorzugen. Die freiwerdenden Kapazitäten kann der Industrie- und Automobilmarkt durch die anderen Bau- und Strukturgrößen aber kaum nutzen. Und die Hersteller sind nicht in einer Position, um Forderungen zu stellen: Die europäische Autoindustrie hat am weltweiten Markt für elektronische Bauelemente einen Anteil von gerade einmal drei Prozent. Der gesamte europäische Markt kommt nur auf einen Anteil von acht Prozent. Zum Vergleich: Das ist gerade einmal so viel, wie Samsung oder Apple alleine an elektronischen Bauelementen benötigen.

Was bleibt den europäischen Unternehmen dann überhaupt übrig?

Mangler: Second Source oder Redesigns können punktuell eine Lösung sein. Manche flüchten in den Graumarkt, nehmen damit allerdings

ein hohes Risiko in Kauf, gefälschte oder defekte Ware zu erhalten. Wie erwähnt sind die Möglichkeiten begrenzt, der Markt reagiert zu träge und ist damit zu wenig resilient. Man kann das mit dem Autoverkehr vergleichen: Jedes Fahrzeug ist eigenständig unterwegs, aber alle nutzen dieselbe Straße und sind damit voneinander abhängig – und zwar umso mehr, je höher das Verkehrsaufkommen ist. Wenn dann nur ein Fahrzeug zu stark ausgebremst wird, verursacht das insgesamt schnell einen kilometerlangen Stau. Diese Inflexibilität liegt ein Stück weit auch an den Warenwirtschaftssystemen und deren Parametrisierung in den Beschaffungsprozessen.

Inwiefern?

Mangler: Sie arbeiten zu wenig mit dynamischen, anpassbaren Funktionen und zu viel mit statischen Grenzwerten. Zudem sind langfristige Planungshorizonte von ein bis zwei Jahren wichtig. Dafür braucht es aber auch das Wissen, was sich gerade tut, und ein gutes Verständnis für den Markt, um die Faktoren richtig beurteilen zu können. Doch schließlich muss es auch ein »Frozen Window« geben, innerhalb dessen der Forecast nicht mehr verändert und der Auftrag fixiert wird.

Lassen Sie uns noch einen Blick auf die aktuelle Situation werfen. Welche Entwicklungen zeichnen sich ab?

Mangler: Wir sehen einen Trend der Normalisierung. Das zeigt zum Beispiel der Purchasing Manager Index (PMI), für den IHS Markt Daten für mehr als 40 Volkswirtschaften weltweit erhebt. Er bewegt sich zwischen 0 und 100 mit 50 als neutralem Wert. Im Juli 2022 liegt er für Europa und Deutschland wie auch für China knapp unter 50, kommend von rund 60. Die Nachfrage normalisiert sich also weltweit und wird 2023 stagnieren oder ein geringes Wachstum erzielen. Für den Halbleitermarkt hat Gartner die Wachstumsprognose von 13 auf 7,4 Prozent gesenkt. Dabei sind durchaus Wachstumssegmente zu erkennen, etwa die Industrie-Robotik, aber auch gesättigte Märkte, wie PCs oder Smartphones mit einem prognostizierten Plus von nur noch drei Prozent. Die Liefersituation selbst hat sich ebenfalls verbessert: Die Häfen arbeiten wieder weitgehend normal, die Ware kommt pünktlicher und die Preise für Container bzw. die Frachtkosten sind gesunken. Diese Entwicklungen werden spätestens 2023 bei einigen Bauteilen zu einer höheren Verfügbarkeit und kürzeren Lieferzeiten führen, während es bei vielen anderen aber noch länger eine Allokation geben wird.

Wird sich das auch in sinkenden Komponenten-Preisen auswirken?

Stoll: Durch die Wachstumsdelle und die zahlreichen Investitionen in neue Fabs werden die Preise langfristig sicher nachgeben. Allerdings hätten die Preiserhöhungen durch die gestiegenen Energie- und Rohstoffpreise unseren Beobachtungen zufolge noch höher ausfallen müssen, als sie es tatsächlich getan haben. Es kann also sein, dass die Preise mit etwas Verzögerung nochmal leicht anziehen. Sinkende Preis könnten für manche Unternehmen derzeit auch zur Gefahr werden.

Woran denken Sie dabei?

Mangler: 2021 gab es im Halbleiterbereich ein Plus von 25 Prozent. Das war aber kein Stückzahlen-, sondern ein Preiswachstum, mit dem auch der Wert eines Lagers stark gestiegen ist. Jedes Unternehmen mit Lagerhaltung muss jetzt also schauen, dass es die teure Ware zu einem akzeptablen Preis verkaufen kann. Gut möglich, dass es bei einigen Unternehmen der Wertschöpfungskette dadurch zu Cashflow-Problemen kommt.

Was beim Thema Lager noch auffällt: Der Lagerwert in der Distribution liegt zum ersten Mal auf demselben Niveau wie jener im weltweiten EMS-Bereich. Das liegt daran, dass viele EMS-Unternehmen vorsorglich viel gekauft haben; manches liegt aber auch auf Lager, weil wegen anderer fehlender Teile nicht produziert werden kann. Eine genaue Analyse der Mengen und Einkaufspreisentwicklung ist wichtig, um sich ein exaktes Bild von der aktuellen Lage verschaffen zu können. Nur so kann eine verlässliche Einschätzung getroffen werden, inwieweit die Forecasts für die nächsten drei Quartale bestehen bleiben.

Wagen Sie auch eine Langfrist-Prognose?

Mangler: Vorhersagen sind immer schwierig – und zurzeit ganz besonders. Die skizzierten Szenarien gehen von einer Situation aus, in der genug Gas vorhanden ist und es zu keinen weiteren militärischen Auseinandersetzungen kommt. Es gilt also, die weltpolitische Lage genau zu beobachten. Möglicherweise hält die Dynamik an und wir kommen in eine Art Oszillation mit ständigen Aufs und Abs. Über das langfristige Mittel betrachtet sind sich die Marktforscher jedoch relativ einig. Sie sagen für die nächsten Jahre ein durchschnittliches Plus im Halbleiterbereich von 8 bis 13 Prozent voraus – also ein gutes, gesundes Wachstum.

Davon wird auch der Bereich der passiven und elektromechanischen Bauelemente profitieren, das können wir als Broadliner noch ergänzen. Im Wireless- und Embedded-IloT-Bereich sehen wir im Vergleich sogar eine noch positivere Entwicklung. ■

Ich bin ein Blind- text...

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

FÜR TEXTE MIT SINN:



Christine Schulze
zielsicher kommunizieren

WWW.CHRISTINE-SCHULZE.COM

Bauteile für On-Board Charger

Was für das effiziente Laden von Elektrofahrzeugen nötig ist

Er fährt bei jedem vollelektrischen Fahrzeug mit und ist häufig zeitbestimmend für die Ladedauer an der AC-Wallbox: der On-Board Charger (OBC). Damit er kompakt, leicht, effizient und leise wird, bedarf es hochleistungsfähiger Bauelemente.

VON RALF HICKL,
PRODUCT SALES MANAGER
AUTOMOTIVE BUSINESS UNIT (ABU)
BEI RUTRONIK

Bei BEVs (Battery Electric Vehicle) ist ein geringer Energieverbrauch (kWh/km) gefragt. Wird dieser berechnet, fließt häufig nicht nur die von der Batterie abgehende Energie in die Rechnung ein, sondern auch die von der AC-Wallbox benötigte, um die Batterie zu laden. Ladeverluste im OBC wirken sich deshalb direkt auf diese Angabe aus. Für einen geringen Energieverbrauch des BEV ist damit ein möglichst effizientes Ladegerät an Bord sehr wichtig.

Das Blockschaltbild (Bild) zeigt ein bidirektionales, 3-phasiges Bordladegerät. Solche bidirektionalen Ladegeräte ermöglichen nicht nur das Laden der Batterie, sondern auch den umgekehrten Energiefluss aus der Fahrzeugbatterie ins Stromnetz. Damit können BEVs dazu beitragen, das Stromnetz zu Spitzenlastzeiten zu puffern. Eine andere Option ist die Nutzung des Fahrzeugs als Stromaggregat im Inselbetrieb, wie es z. B. die Firma Sono Motors für den Sion verfolgt.



Bild: shutterstock.com/smile fight



Hersteller	Baureihe	Eigenschaften/Beschreibung
Panasonic	ECQUA	Film, Klasse X2
Vishay	AY1	Ceramic Disc, Klasse X1, Y1
Vishay	AY2	Ceramic Disc, Klasse X1, Y2
Kemet	R53	Film, Klasse X2

Tabelle 1: Baureihenvorschläge für Entstör-Kondensatoren (Y, X) mit Qualifikation nach DIN IEC 60384-14 und AEC-Q200

Hersteller	Baureihe	Eigenschaften/Beschreibung
Rohm	SCT3xxx, SCT4	SiC-Power-MOSFET, 650 V, 1200 V, 1700 V
Bosch	BT1Mxxxx	SiC-Power-MOSFET, 750 V, 1200 V
Infineon	CoolMOS CPA, CFDA	Si-Power-MOSFET, 600 V, 650 V
Infineon	CoolSiC MOSFET	SiC-Power-MOSFET, 1200 V

Tabelle 2: Power-MOSFETs

Hier soll von einem OBC mit vier Hauptblöcken ausgegangen werden.

*Block 1:
Filter und PFC*

Block 1 enthält den Filter zur Unterdrückung von leitungsgebundenen elektromagnetischen Störungen (EMI-Filter). Der OBC muss hinsichtlich der Netzurückwirkungen die Norm IEC 61851-21-1 (Electric vehicle on-board charger EMC requirements for conductive connection to AC/DC supply) einhalten. Zusammen mit den Transistoren des Netzwechselrichters sind die Induktivitäten gleichzeitig Teil der Power Factor Correction (PFC).

*Block 2:
Netzinverter*

Block 2 besteht aus dem Netzinverter. Je nach Energieflussrichtung arbeitet er als Gleichrichter oder Inverter. Durch Pulsweitenmodulation (PWM) der Eingangstransistoren sorgt er im Zusammenspiel mit den Induktivitäten

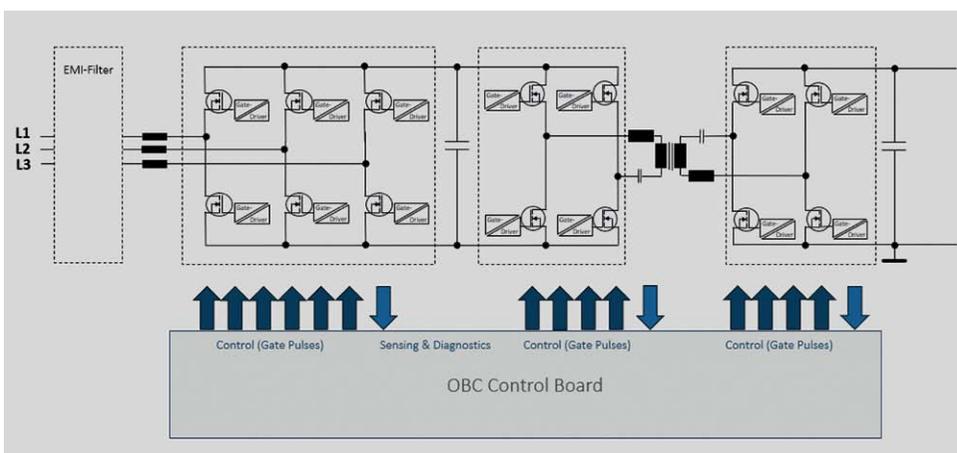
in den Phasenleitungen gleichzeitig für einen hohen Power Factor (PFC).

Grundsätzlich geht der Trend in Richtung höherer Schaltfrequenzen (Trägerfrequenz der PWM). Je höher die Schaltfrequenz, desto

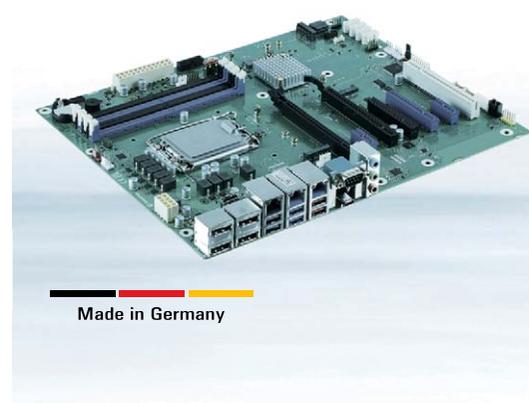
- kleiner können die passiven Bauelemente ausgeführt werden,
- leiser ist das Fahrzeug (wer einmal an einem Streetscooter im Leerlauf oder einem aktiven High-Power Charger der ersten Generationen vorbeigelaufen ist, weiß, gemeint ist),
- größer wird die Leistungsdichte des Gesamtsystems,
- größer werden leider auch die Schaltverluste.

Hohe Schaltfrequenzen werden von Halbleitern mit großem Bandabstand (Wide Bandgap Semiconductors) ermöglicht, also Dioden und MOSFETs aus Silizium-Karbid (SiC) oder Gal-

Bild: Rutronik



Vereinfachtes Blockschaltbild eines bidirektionalen Ladegeräts



Increase the performance of your application with the new ATX Motherboard K3851-R ATX supporting the 12th Gen. Intel® Core™ i series processors

HIGHLIGHT FEATURES:

- ▶ Impressive power through Intel® Multi-core technology
Up to Core i9 processors with 16 cores & R680E chipset
- ▶ High expandability for demanding applications
3x M.2 (Key-M & Key-E), PCI Express® Gen5 with 16 Lanes
- ▶ Extended network interfaces for high speed data transfer
Triple LAN 1GbE/2.5GbE incl. Teaming and TSN support

www.kontron.com

Hersteller	Baureihe
Rohm	BM61S/MxxRFV
Infineon	EiceDriver

Tabelle 3: Isolierte Gate-Treiber

Hersteller	Baureihe	Eigenschaften/Beschreibung
Wima	DC-Link MKP4	Film, THT
Vishay	MKP1848 DC-Link	Film, THT
Vishay	MKT1820	Film, THT
TDK	CeraLink	keramisch, THT, SMD, für hohe Temperaturen, niedriger ESL

Tabelle 4: Leistungs-Filmkondensatoren

Hersteller	Baureihe
Wima	MKP10, FKP1
Vishay	MKP385
TDK Epcos	B32641B ... B32643B

Tabelle 5: Resonanzkondensatoren für CLLC-Kreis

Hersteller	Baureihe	Eigenschaften/Beschreibung
Infineon	Traveo T2G	32-bit-Mikrocontroller mit Arm-Kern(en)
Infineon	Aurix A2G	32-bit-Mikrocontroller mit Infineon Tricore(s)

Tabelle 6: Mikrocontroller für die Steuer- und Regelelektronik

ium-Nitrid (GaN). Automotive-qualifizierte MOSFETs auf SiC-Basis führen z. B. Rohm und Infineon (Tabelle 2). Sie sind mit immer kleinerem R_{DSon} und kleinerem Verhältnis von Gate-Drain-Kapazität zu Gate-Source-Kapazität erhältlich.

Kleine R_{DSon} wirken den Leitungsverlusten entgegen, während kleine parasitäre Kapazitäten im MOSFET den Schaltverlusten und dem Schaltverhalten zugutekommen. Der mögliche Verzicht auf negative Gate-Spannungen vereinfacht den Schaltungsentwurf rund um den Gate-Treiber und schont das Budget. Rohm unterstützt seine neueste Generation an SiC-MOSFETs mit einem Evaluation Board für Halbbrücken (z. B. P04SCT4018KE-EVK-001), das man flexibel für unterschiedliche Gate-Spannungen konfigurieren kann.

SiC-MOSFETs benötigen passende Gate-Treiber mit galvanischer Trennung zwischen Schalt- und Ansteuerpotenzial. Sie sorgen für die nötigen Gate-Spannungen und -Ströme, um den MOSFET zuverlässig ein- oder auszuschalten. Manche Modelle verfügen auch über Zusatzfunktionen, z. B. eine Überwachung auf Überstrom oder Ent sättigung (DESAT) mit Feedback der Diagnose an die Ansteuerlektronik (Tabelle 3).

Der Netzinverter speist den netzseitigen Gleichspannungszwischenkreis (DC-Link).

Auch auf der Batterieseite gibt es einen Gleichspannungszwischenkreis, nämlich den des Traktionsinverters. Die Spannungen in beiden Zwischenkreisen werden mit Kondensatoren geglättet und gepuffert. Durch diese DC-Link-Kondensatoren fließen die Wechselströme (Ripple Current), die vom Netzinverter und vom DC/DC-Wandler verursacht werden. Wichtige Selektionskriterien für eine geringe Verlustleistung und Wärmeentwicklung sind deshalb ein geringer ESR (Equivalent Series Resistance) im Bereich der Schaltfrequenz und eine geringe Eigeninduktivität (Equivalent Series Inductance, ESL). Diese Eigenschaften erfüllen Filmkondensatoren.

Alternativ stehen neue Keramik kondensatoren mit speziellem Dielektrikum von TDK Epcos zur Wahl (CeraLink). Im Gegensatz zu herkömmlichen Keramik kondensatoren verringert sich ihre Kapazität nicht durch eine hohe Ladung mit Gleichspannung (DC Bias), sondern vergrößert sich bis zur Nennspannung (Tabelle 4).

.....
Block 3:
DC/DC-Wandler

Block 3 ist der DC/DC-Wandler mit CLLC-Topologie. Er besteht aus einer H-Brücke, einem wechselfeldspannungsgespeisten Übertrager und einem Synchrongleichrichter (H-Brücke) auf der Seite der Batterie.

Der DC/DC-Wandler passt die Spannungspegel von netzseitigem Gleichspannungszwischenkreis und Batterie an und überträgt dabei die Energie von der Primär- auf die Sekundärseite (Laden) oder vice versa (Generator-/Inselbetrieb oder Netzeinspeisung). Der Übertrager trennt außerdem das Bordnetz galvanisch vom öffentlichen Stromnetz. Zusammen mit den Kondensatoren der Serienresonanzkreise beeinflusst der Übertrager maßgeblich den Wirkungsgrad und die Verlustleistung des Wandlers, da über beide Bauteile die gesamte übertragene Leistung fließt. Ein wichtiges Auswahlkriterium für die Resonanzkondensatoren ist deshalb ihr Verlustfaktor $\tan \delta$. Je kleiner dieser ist, desto weniger Verlustleistung erzeugt der Kondensator und desto besser ist der Wirkungsgrad. Zusammen mit der für die Resonanzfrequenz benötigten Kapazität führen diese Bedingungen meist zur Wahl von Filmkondensatoren (Tabelle 5).

Wie der Resonanzkondensator ist der Übertrager ebenfalls ein Hochleistungsbauteil. Für einen hohen Wirkungsgrad darf auch er möglichst wenig Wärme erzeugen, d. h. eine geringe Verlustleistung aufweisen. Sie setzt sich zusammen aus Kern- und Kupferverlusten. Zu Ersteren tragen die Wirbelstromverluste und die Ummagnetisierungsverluste bei. Die Kupferverluste werden gemäß $P = I^2 \cdot R$ durch den ohmschen Widerstand der Wicklung bestimmt. Wegen des Skin-Effektes ist der Widerstand frequenzabhängig und wächst mit zunehmender Frequenz.

Das Kernmaterial des Übertragers sollte sich auszeichnen durch eine hohe Sättigungsfeldstärke und geringe Remanenz mit zugleich hoher Permeabilität. Je höher die Permeabilität des Kernmaterials ist, desto weniger Windungen benötigt eine Spule, um eine vorgegebene Induktivität zu erreichen. Für weniger Windungen reichen kürzere Spulendrähte, die einen kleineren Widerstand besitzen. Eine hohe Sättigungsfeldstärke erlaubt es, das Kernmaterial hoch auszusteuern. So kann pro Periode eine große Energieportion übertragen werden. Ein hoher elektrischer Widerstand des Kerns wirkt Wirbelstromverlusten entgegen. Seine Konstruktion sorgt idealerweise für definierte Streuinduktivitäten auf der Primär- und Sekundärseite. Die Streuinduktivität bildet zusammen mit dem Resonanzkondensator den Resonanzkreis. Alternativ kann auch ein streuarmer Kern eingesetzt werden. Doch dann werden separate Resonanzinduktivitäten benötigt.

Eine möglichst dichte Bewicklung, ein rechteckiger Leiterquerschnitt oder ein Band erge-

Hersteller	Typ	Eigenschaften/Beschreibung
Vishay	VOMA617A	Optokoppler mit Photo-Transistor-Ausgang, AEC-Q
Vishay	VOA300	Linearer Optokoppler, AEC-Q-Version des IL300
Toshiba	TLX9xxx	Transistor oder IC-Ausgang, AEC-Q

Tabelle 7: Signalisolatoren

Hersteller	Baureihe	Typ	Eigenschaften
Amphenol	ExcellMate	HVSL xxx	für hohe Spannungen, Safety Lock, LV-215

Tabelle 8: Steckverbinder für Hochvolt-Anwendungen

ben eine kurze Leiterlänge und einen hohen Füllgrad des Spulenkörpers.

Für die maschinelle Printmontage ist ein Übertrager mit kompakter Bauform vorteilhaft. Rutronik unterstützt seine Kunden bei der Auswahl des Übertragers, der ideal zum individuellen Design passt. Manchmal ist eine kundenspezifische Ausführung nötig. Für derartige Leistungsübertrager stehen die Hersteller TDK, Vishay und Pulse als Entwicklungspartner zur Verfügung.

Block 4: Steuer- und Regelelektronik

Block 4 stellt die Steuer- und Regelelektronik dar. Ein Mikrocontroller generiert anhand von Messwerten die Steuersignale für die Leistungshalbleiter im Inverter, im DC/DC-Wandler und im Synchrongleichrichter. Je nach Forderungen an die funktionale Sicherheit eignen sich Derivate aus Infineons Baureihe Traveo T2G (bis ASIL B) oder aus der Baureihe Aurix

A2G (bis ASIL D) (Tabelle 6). Auf dem Weg von der Hochspannungsseite zur Steuerseite mit ungefährlicher Niederspannung müssen die Signale galvanisch entkoppelt werden. Bauteile zur galvanischen Trennung von Signalen sind z. B. Optokoppler von Vishay oder Toshiba. Vishays VOA300 ist ein Optokoppler zur Übertragung von analogen Signalen und die Automotive-Variante des bekannten IL300. Er beinhaltet eine Sende-LED und ein Paar gematchte Empfangs-LEDs. Wird eine der Empfangs-LEDs in einen Gegenkopplungskreis auf der Steuerseite einbezogen, bekommt man eine gute Linearität der Stromübertragungskennlinie zwischen Sende-LED und der zweiten Empfangs-LED (Tabelle 7).

HV-Steckverbinder

Erwähnt seien hier die HV-Steckverbinder von Amphenol (Tabelle 8). Damit ist man kompatibel zur Vehicle Interface Box von Webasto, die von zahlreichen OEM und Umrüstern genutzt wird.

Evaluation Boards

Wie schon für das Design eines bidirektionalen HV-Schalters für 800 V/50 A (Seite 53) arbeitet Rutronik Automotive zusammen mit Partnern an einem Referenzdesign für einen OBC. Das Design des HV-Schalters verbindet die Funktionen einer klassischen Sicherung mit denen eines Switches. Hochmoderne 1200-V-SiC-MOSFETs sorgen für geringe Leitungsverluste und eine niedrige Verlustleistung, sodass eine passive Kühlung ausreicht. Bis das neue Referenzdesign von Rutronik für den OBC abgeschlossen ist, veranschaulicht Infineons REF-DAB11KIZSICSYS die Implementierung eines bidirektionalen 11-kW-DC/DC-Konverters in CLLC-Topologie mit 1200 V und 1700 V Cool-SiC-MOSFETs.

Fazit

Die langfristige Entwicklung des OBC ist spannend: Migriert er dank moderner Bauteile mit hoher Leistungsdichte als eine Art Steckernetzteil in das Ladekabel? Wird er durch die Entwicklung und Verbreitung der Ladeinfrastruktur zukünftig nur eine Ausstattungsoption sein? Denn während der Fahrt ist er nutzloser Ballast. Er konkurriert mit DC-Ladestationen, die ihn umgehen, und mit der Batteriewechsel-Technologie. Doch solange er gebraucht wird, sollte er so effizient wie möglich sein. ■

Anzeige

We develop batteries for smart, industrial and medical needs.

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

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



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



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



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



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

renata
batteries

Ladeanschluss für Elektrofahrzeuge

Warum Laden nicht nur Tanken 2.0 ist

Was ist schon Besonderes an einem Ladeanschluss für ein Elektrofahrzeug im Vergleich zum Tankstutzen bei Verbrennern? Auf den ersten Blick nicht viel, und so wurde bei den ersten E-Modellen der Ladestecker einfach hinter dem Tankdeckel angebracht. Das ist vor allem im Hinblick auf Sicherheitsaspekte nicht optimal.

VON THOMAS KEPCIJA, CORPORATE PRODUCT MANAGER ANALOG & SENSORS BEI RUTRONIK, JENS SCHUBERT, PRODUCT LINE MANAGER DIRECT ANGLE, UND BERKO KLETZANDER, PRODUCT LINE MANAGER EMBEDDED CONTROLLER, BEIDE BEI TDK-MICRONAS

Der größte Unterschied zwischen einer Tank- und einer Ladeklappe besteht in der Häufigkeit und dem Zeitpunkt der Nutzung. Während die Tankklappe durchschnittlich vielleicht ein- oder zweimal pro Woche auf- und zugemacht wird, passiert das bei der Ladeklappe täglich. Zu Beginn einer Fahrt wird das Ladegerät aus- und am Ende des Tages wieder eingesteckt. Wer viel unter-

wegs ist oder längere Fahrten unternimmt, muss die Klappe zudem zwischendurch zum Nachladen öffnen.

Der erste Eindruck zählt

In diesem Zusammenhang spielt noch ein anderer Aspekt eine Rolle. Bei einem Auto mit

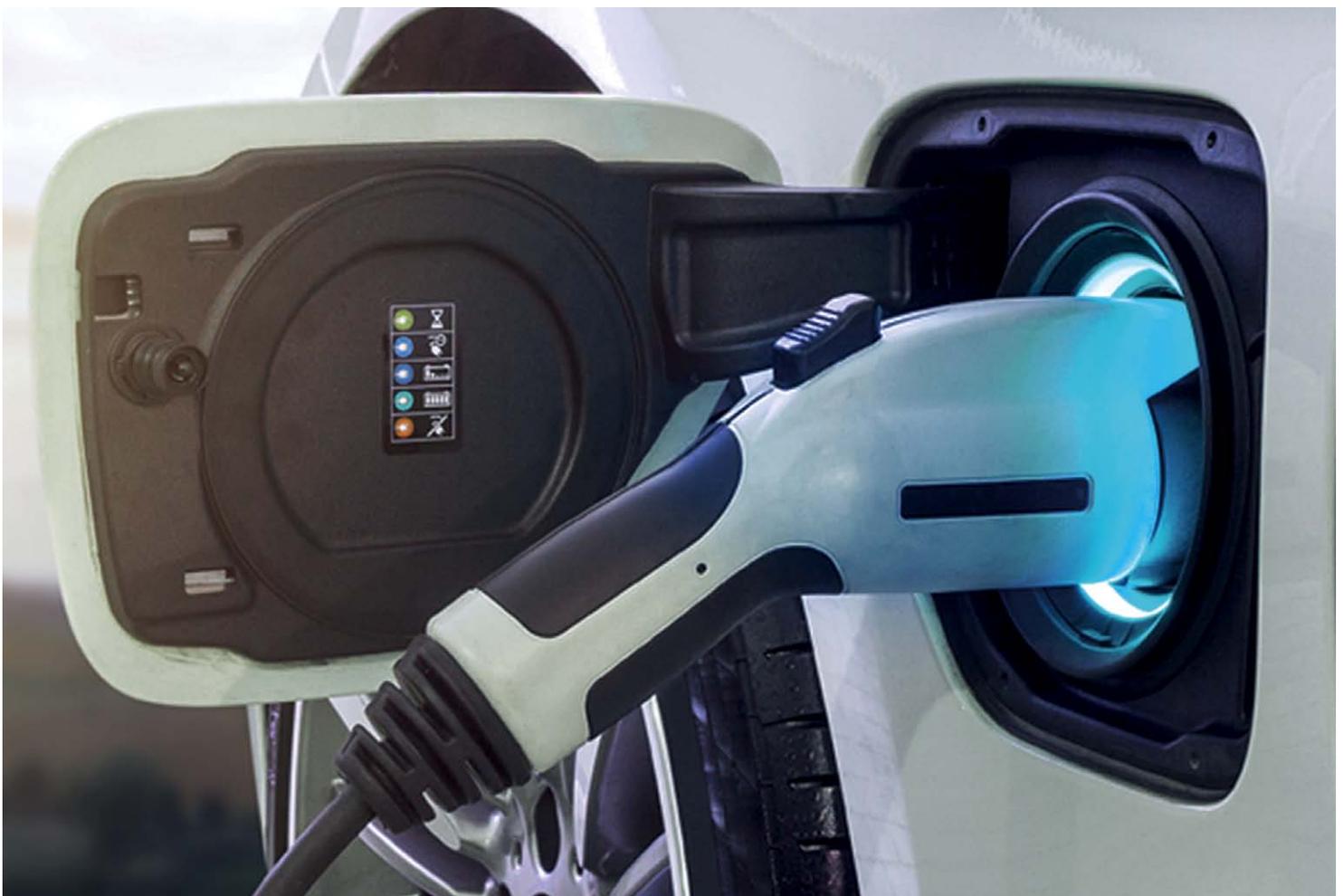


Bild: TDK-Micronas

KSWITCH

D10 MMT FAMILY



Verbrennungsmotor ist der erste Kontakt immer das Öffnen der Autotür und das Einsteigen in den Fahrersitz. Deshalb geben sich die Autohersteller große Mühe, dies zu einem positiven Erlebnis zu machen – schließlich gibt es keine zweite Chance für einen guten ersten Eindruck! Anders bei Elektroautos: Hier zieht der Fahrer vor dem Einsteigen besser zuerst das Ladekabel ab, sonst wird es eine kurze Fahrt. Damit wird die Ladeklappe zur Visitenkarte des Fahrzeugs. Autohersteller haben das erkannt und versuchen, das Ladeerlebnis möglichst positiv zu gestalten, insbesondere bei Fahrzeugen der gehobenen Klasse.

Dazu gehört zuallererst, dass der Ladeanschluss die Anforderungen an die Fahrzeugsicherheit erfüllt. Um die Nutzer vor einem Stromschlag zu schützen, muss der Anschluss wasserdicht sein.

Feste Verbindungen sind entscheidend

Zudem muss der Stecker während des Ladevorgangs eingesteckt bleiben. Denn es gibt wohl kaum etwas Ärgerlicheres für E-Auto-Fahrer, als sich einem mutmaßlich voll aufgeladenen Fahrzeug zu nähern, um festzustellen, dass sich der Stecker gelockert oder jemand anderes ihn in der Zwischenzeit herausgezogen hat und das Auto nur teilweise aufgeladen ist. Deshalb ist die Verriegelung des Ladesteckers eines der wichtigsten Teile des Ladeanschlusses. Eine im Aktor integrierte Elektronik steuert diesen Vorgang und ermöglicht, den aktuellen Zustand abzufragen.

Wird ein Stecker während des Ladevorgangs abgezogen, ist das jedoch nicht nur ärgerlich für den Fahrer. Es kann auch die Ladeelektronik beschädigen und einen Lichtbogen entstehen lassen, der den Anschlussstecker zerstört oder zu Hautverbrennungen führt. Deshalb gilt für die Ladevorrichtung eine funktionale Sicherheitseinstufung nach ASIL; die Anforderungen für die behandelte Applikation können zwischen einem QM-Produkt und einem Produkt, das »ASIL B ready« als Voraussetzung hat, variieren.

Wichtige Komponenten

Alle Ladeanschlüsse erfordern mindestens zwei elektronische Komponenten, die in Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor nicht erforderlich sind: einen Aktor zur Verriegelung und einen Steckersensor.

Die sichere Verriegelung des Ladesteckers erfolgt durch die Bewegung eines Metallstifts im Inneren der Ladebuchse über einen elektrischen Aktor. Zur Ansteuerung der Motoren, die solche Stifte bewegen, bietet TDK mit der HVC-4x-Familie verschiedene integrierte Arm-Cortex-M3-Motorcontroller-ICs an. Sie sind in der Lage, Gleichstrom-, BLDC- und Schrittmotoren anzusteuern, während sie an einen LIN-Bus (Automotive-Version) angeschlossen sind. Sechs Motorausgänge ermöglichen die Steuerung von bis zu drei unabhängigen Gleichstrommotoren, z. B. zum Verriegeln von Stecker und Ladeklappe oder auch zum elektrischen Öffnen der Ladeklappe. Sieben Allzweck-IO-Pins lassen sich zum Steuern von Warn- und Lade-LEDs und zum Anbinden von Sensoren nutzen, wie z. B. dem Sensor, der sicherstellt, dass der Verriegelungsstift wirklich in den Stecker eingesteckt ist.

Diese Sicherheitsüberprüfung kann auch mittels Hall-Effekt-Sensor gelöst werden. Hierfür finden sich im TDK-Portfolio mehrere 3D-Positionssensoren, z. B. der Micronas HAC 373x oder der HAC 3930. Sie können entweder die Rotation eines Zahnrads (in Kombination mit einem Magneten) oder direkt die lineare Bewegung des Sperrbolzens (zusammen mit einem angebrachten Magneten) messen. Beide sind ASIL B ready gemäß ISO 26262 und daher für Anwendungen geeignet, die ASIL-B-Anforderungen erfüllen müssen. Beide Sensoren unterstützen PWM- und SENT-Schnittstellen für die Kommunikation mit der integrierten Elektronik. Sie besitzen ein kleines, bedrahtetes Transistorgehäuse (TO92UF) mit integrierten Schutzkondensatoren, was eine kosteneffiziente Lead-Frame-Montage und damit auch kompaktere Aktoren ermöglicht. ■



INDUSTRIAL ETHERNET SWITCHES WITH TSN-FUNCTIONALITY

- ▶ Full Time Sensitive Networking feature set and management
- ▶ Support of all TSN standards (e.g. IEEE 802.1 AS, 802.1Qci etc.)
- ▶ 6x 1000/100/10Base-T Ethernet plus 2x 2500/1000/100/10Base-T Ethernet or 2x SFP+ Ports
- ▶ Optional: Netconf implementation for TSN network functions
- ▶ Extended supply voltage and temperature range (-40 °C - 75 °C)
- ▶ Compact, robust metal design
- ▶ Consistent single-chip design

www.kontron.com

DC/DC-Wandler

Elektromobilität in rauen Umgebungen

Das vielleicht spannendste Beispiel für Elektromobilität gab es im April 2021: der Flug des Ingenuity-Hubschraubers auf dem Mars. Elektrofahrzeuge auf der Erde sind zwar nicht in derart rauen Umgebungen unterwegs, doch die Leistungselektronik muss auch hier unter schwierigen Bedingungen zuverlässig funktionieren.

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



Als Ingenuity auf dem Mars abhob, war er fast 300 Millionen Kilometer von der Erde entfernt; die Hin- und Rückübertragung eines Funksignals benötigte über 32 Minuten. Während seines Fluges verbrauchte der Hubschrauber rund 350 Watt. Die Lithium-Ionen-Batterien für den Antrieb seiner Zwillingsrotoren wurden durch Solarenergie aufgeladen.

Die Umgebung auf dem Mars ist rau, mit extremen Temperaturen und niedrigem Atmosphärendruck, sodass man durch den Ingenuity-Flug viel über die Zuverlässigkeit und Lebensdauer der Leistungselektronik unter herausfordernden Bedingungen lernen wird.

*Erdgebundene Fahrzeuge
haben es auch schwer*

Auch auf der Erde gibt es Off-Highway-Fahrzeuge, die in harschen Umgebungen arbeiten, etwa Paletten-/Gabelstapler, Lader, Traktoren und Bagger sowie eine Vielzahl kleinerer Maschinen für automatisierte Aufgaben oder für die Personenbeförderung. Wie Ingenuity benötigen sie Motorantriebe, On-Board- und Off-Board-Ladegeräte sowie DC/DC-Wandler zur Umwandlung der Spannung zwischen der Antriebsbatterie und 12 V bzw. 24 V für Zusatzgeräte. Diese Umrichtermodule müssen typischerweise bei Außentemperaturen zwischen -40 °C und $+75\text{ °C}$ arbeiten und gegen das Eindringen von Staub und Wasser geschützt sein. Die Kühlung erfolgt häufig nur über eine Grundplatte; Lüfter kommen wegen ihrer be-

grenzten Lebensdauer und Geräusentwicklung kaum zum Einsatz.

Elektronik in Automotive-Qualität

Elektrische Personen- und Transportfahrzeuge stehen im Fokus vieler Fortschritte in der Leistungselektronik. Ein wichtiger Punkt ist es dabei, den Wirkungsgrad zu verbessern, um die Reichweite der Fahrzeuge zu erhöhen sowie Größe und Gewicht der Umrichter zu reduzieren. Dies gilt auch für Niederspannungs-DC/DC-Wandler, die zudem in der anspruchsvollen Umgebung im Elektrofahrzeug über viele Jahrzehnte hinweg funktionieren müssen.

Selbstfahrende Elektrofahrzeuge können als mobile Datenprozessoren betrachtet werden. Sie haben die hierfür typischen Komponenten an Bord wie CPUs, FPGAs und SoCs, die alle Niederspannungs-Präzisionsstromschienen benötigen. Diese werden typischerweise von Point-of-Load-Wandlern (PoLs) bereitgestellt. Wandler, die sich für diese Anwendung qualifizieren, müssen von höchster Zuverlässigkeit sein, etwa durch oberflächenmontierte Lötstellen mit benetzbaren Flanken.

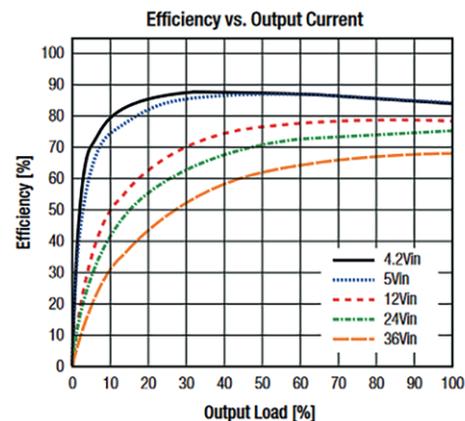
Zudem ist die Umgebung in einem Elektrofahrzeug empfindlich gegenüber EMV (elektromagnetische Verträglichkeit), Schaltfrequenzen im AM-Radiobereich können hier problematisch sein. Die Wandler müssen deshalb innerhalb begrenzter Frequenzbereiche gehalten werden, was das Schaltungsdesign einschränkt.

Besondere Herausforderungen stellen zudem Vibrationen sowie physische und thermische

Stöße dar. Die hocheffiziente RPX-Serie (Bild 1) von Recom hält diesen nachgewiesenermaßen stand (nach MIL-STD-883D). Sie kann auch als Q-Version in Automotive-Qualität bei Rutronik bezogen werden. Der RPX ist in einem ultra-miniaturisierten, 3 mm x 5 mm kleinen QFN-Gehäuse mit einer Höhe von nur 1,6 mm mit umspritztem Flip Chip on Leadframe untergebracht. Die Ausgangsspannung lässt sich innerhalb eines Bereichs von 0,8 bis 30 V einstellen; der Eingangsbereich beträgt 4 bis 36 V. Zudem erlaubt er eine umfassende Überwachung und Steuerung, was bei Anwendungen in Elektrofahrzeugen wichtig ist.

Ladegeräte für Elektrofahrzeuge, ob für die Straße oder zu Hause, müssen klein sein und sollten die Umwelt so wenig wie möglich belasten. Auch hier ist ein hoher Wirkungsgrad erforderlich, und zwar nicht nur in der Hauptstufe des AC/DC-Ladegeräts, sondern auch in einer Reihe von üblicherweise vorhandenen AC/DC- sowie DC/DC-Hilfsstromversorgungen. Off-Board-Ladegeräte arbeiten in der Regel in einer Umgebung der Überspannungskategorie 3 (OVC III). Dadurch sind AC/DC-Ladegeräte von der Stange oft nicht geeignet, insbesondere wenn das Ladegerät bidirektional sein soll.

Auf solche kundenspezifischen Produkte für Anwendungen bis zu mehreren Dutzend kW ist die Recom-Tochter Power Control Systems (PCS) spezialisiert. Die über Rutronik erhältlichen Netzgeräte erfüllen alle relevanten Normen und decken einen Arbeitstemperaturbereich von bis zu -40 °C bis +85 °C ab. Sie zeichnen sich durch hohe Effizienz sowie kleines Rauschen und geringe Welligkeit aus.



Bilder: Recom

Bild 1: Der RPX-DC/DC-Wandler von Recom ist hocheffizient (im Schaubild die 1,8-V-Ausgangsversion).

Bahnelektronik ist stark reguliert

Während Hubschrauber auf fernen Planeten keine internationalen Standards für Funktionalität und Sicherheit erfüllen müssen, ist die E-Mobilität auf der Erde oft stark reguliert.

Ein Paradebeispiel ist der Bahnbereich: EN 50155 ist die allgemeine Norm, die es zu erfüllen gilt; weitere Normen betreffen EMV, Isolationssysteme, Schock/Vibration, Brandschutz und elektrische Sicherheit. Diese Normen stellen sicher, dass die Stromquellen für Antriebs-, Steuerungs-, Komfort- und Kommunikationsgeräte zuverlässig funktionieren, trotz einer extrem verrauschten Versorgung mit Transienten, Überspannungen, Brown-outs und kompletten Ausfällen sowie einer nominalen Versorgungsspannung, die zwischen 24 V und 110 V DC schwanken kann (Bild 2).

Um den Normen gerecht zu werden, benötigen modulare Stromrichter einen hohen elektrischen und umwelttechnischen Schutz, wobei in der Regel nur eine Kontaktkühlung zur Verfügung steht. Die DC/DC-Wandler der RMD-Familie von Recom erfüllen all diese Anforderungen. Sie sind mit einer Leistung von 150 W bis 1 kW erhältlich.

Der Ingenuity-Hubschrauber ist sicherlich eine Inspiration – doch wahrscheinlich wissen nur wenige Menschen außerhalb der Energietechnik-Community, dass die Technologie, die seinen Flug ermöglichte, auch in Fahrzeugen steckt, die wir auf der Erde fahren.

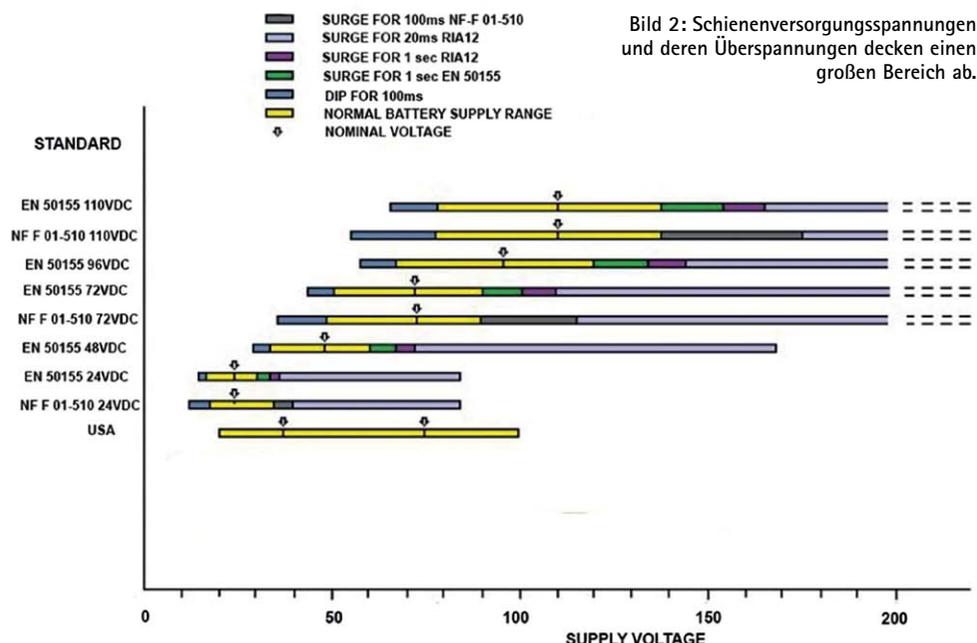


Bild 2: Schienenversorgungsspannungen und deren Überspannungen decken einen großen Bereich ab.

Mehr Informationen zu Recom, neuen Produkten, Applikationsbeispielen sowie Bestellmöglichkeiten bei Rutronik finden Sie mithilfe des QR-Codes oder unter www.rutronik.com/recom.



Mehr funktionale Sicherheit im Auto

ESD beherrschen für eine störungsfreie Datenübertragung

Mehr als ein Drittel des Werts eines Autos entfällt aktuell auf die Elektronik, Tendenz steigend. 17 Prozent der Halbleiterausfälle im Auto gehen auf das Konto elektrostatischer Entladungen (ESD). Entsprechende Schutzmaßnahmen sind deshalb ein Muss.

VON EMILIA MANCE, CORPORATE PRODUCT SALES MANAGER STANDARD PRODUCTS BEI RUTRONIK

Im Alltag sind die abstehenden Haare oder spürbaren Entladungen an der Autotür lästig, doch für elektronische Baugruppen bedeuten elektrostatische Entladungen schnell einen Totalausfall. Je kleiner die Halbleiterstrukturen und hochohmiger die analogen sowie digitalen I/O-Pins werden, desto anfälliger sind sie. Zu den möglichen Folgen zählen thermischer Durchbruch eines p/n-Übergangs, Oxiddurchbruch (dielektrischer Durchbruch) und Aufschmelzen der Metallisierung.

Diese führen wiederum zu Fehlfunktionen, verkürzter Lebensdauer und schließlich zum Totalausfall des Halbleiters. Häufig werden die Schäden erst vom Kunden festgestellt und verursachen dann hohe Kosten für Reparaturen oder den Austausch des Geräts oder der Anwendung.

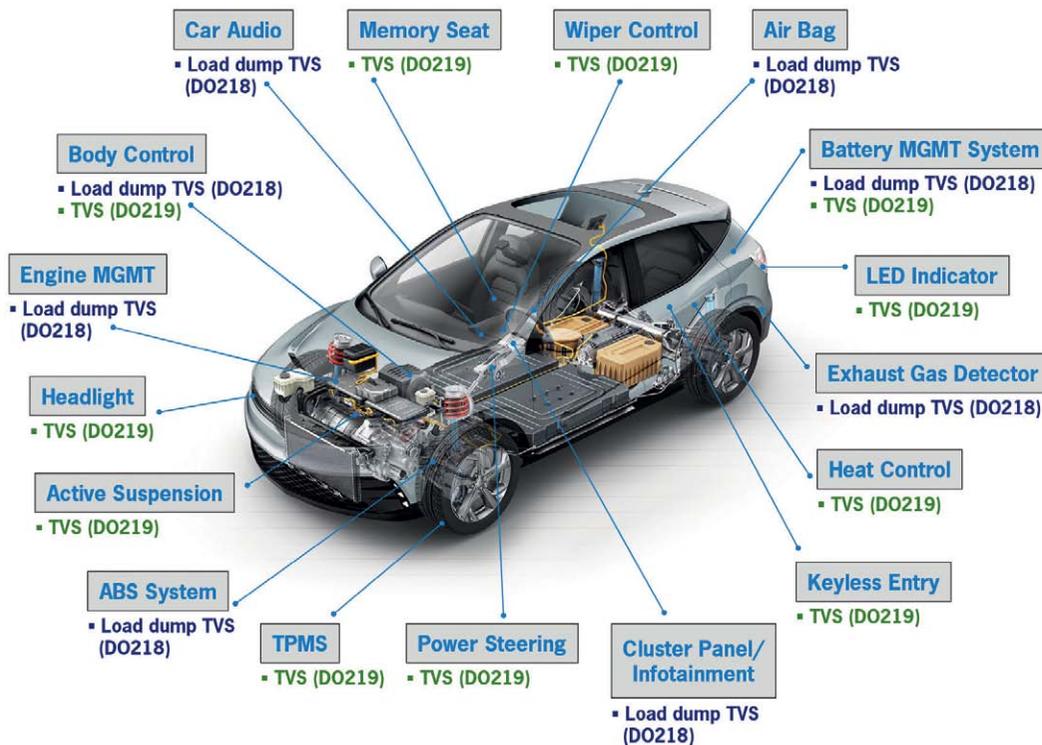
Das gilt auch für Automotive-Applikationen. Die Zahl elektronischer Systeme in Fahrzeugen hat in den letzten Jahrzehnten rasant zugenommen. Sie finden sich in der Motor- und Getriebesteuerung, in vielen Steuergeräten, der Sicherheitstechnik und Fahrwerksoptimierung bis hin zur Informations- und Kommunikationstechnik.

Ein ganz zentrales Element sind die Bussysteme, denn sie sorgen für die Kommunikation zwischen den verschiedenen Systemen. Jedes Bussystem ist für bestimmte Eigenschaften optimiert, etwa die Vernetzung einer größeren Anzahl von Steuergeräten und hohe Datenraten (CAN), eine preiswerte Implementierung, eine hohe Bandbreite (Ethernet), den Einsatz in sicherheitsrelevanten verteilten Regelungen (FlexRay) oder die kostengünstige Integration von Sensoren und Aktoren (LIN).

Schutz für Netzwerke im Fahrzeug

Zahlreiche Hersteller bieten für jedes dieser Systeme eigens dafür ausgelegte ESD-Dioden. Im Gegensatz zu TVS-Dioden schützen sie nicht nur vor Spannungsspitzen, sondern auch vor Datenverlust.

Bild: Rutronik



ESD-gefährdete Applikationen im Auto

Mit der Data Line Protection hat Diodes eine ganze Reihe an Schutzbauelementen zusammengestellt, die mit der besten ESD-Leistung ihrer Klasse und zahlreichen Gehäuseoptionen für kundenspezifische Anforderungen punkten. Sie haben eine geringe Kanal-Eingangskapazität. Ihre Durchbruchspannung ist auch für den Einsatz Auto ausgelegt; die Serien mit der Endung »Q« sind AEC-Q-qualifiziert. Dazu gehört beispielsweise die DESD1LIN2WSQ. Die bidirektionale TVS-Diode eignet sich zum Schutz des LIN-Bus; ein Kanal bietet ESD-Schutz nach IEC 61000-4-2, d. h. in der Luft und bei Kontakt mit bis ± 30 kV. Sie ist AEC-Q101-qualifiziert, PPAP-fähig und wird in IATF-16949-zertifizierten Einrichtungen hergestellt.

Die ebenfalls AEC-Q101-qualifizierte Baureihe AQHVxx-01LTG von Littelfuse wurde speziell für sehr schnelle, hochleistungsfähige Überspannungsschutz-Komponenten für den CAN- und LIN-Datenbus entwickelt. Die Baureihe schützt sowohl vor Schäden durch ESD als auch vor anderen transienten Überspannungen. Periodische Überspannungstöße oberhalb des Maximalpegels nach IEC-Stan-

dard 61000-4-2 (Level 4, ± 8 kV Kontaktentladung) kann sie ohne Leistungseinbußen sicher weiterleiten. Zudem sorgt sie für eine sichere Weiterleitung von induzierten Stoßströmen von bis zu 10 A (AQHV12) (IEC 61000-4-5, 2. Auflage: $t_p = 8/20 \mu s$) mit sehr geringer Klemmspannung.

Auch Vishay bietet eine Reihe an AEC-Q101-qualifizierten uni- oder bidirektionalen ESD-Dioden, die eigens zum Schutz des CAN-, LIN- oder FLEX-Busses entwickelt wurden. Zum Beispiel hat die ESD-Diode VCUT05E1-SDO mit einem Arbeitsbereich von $\pm 5,5$ V einen geringen Leckstrom von unter $0,1 \mu A$ und eine geringe Belastungskapazität von unter 14 pF. Ihr CLP0603-Gehäuse hat eine Höhe von nur 0,27 mm und benötigt dreimal weniger Platz auf der Leiterplatte als ein 1006-Gehäuse.

Die Leistung der bidirektionalen ESD-Dioden der VLIN1616-02G-Reihe ist speziell auf den LIN-Bus abgestimmt. Sie kommen im kleinen SOD323-Gehäuse; ihr Arbeitsbereich umfasst ± 16 V, ihr Leckstrom liegt bei unter $0,05 \mu A$ und ihre Belastungskapazität bei weniger als 24 pF. ■

Halbleitertyp	Elektrostatische Spannung (V) (ESD-Empfindlichkeit)
V-MOS	30...1800
MOSFET	100...200
EPROM	100...500
Junction-FET	140...1600
Operationsverstärker (FET)	150...500
Operationsverstärker (bipolar)	190...2500
CMOS	250...2000
Schottky-Dioden	300...2500
Filmwiderstand	300...3000
Schottky-TTL	300...2500
Transistor, bipolar	380...7000
Thyristor	680...2500

Empfindlichkeit von Halbleitern: Verschiedene Halbleiter reagieren unterschiedlich empfindlich auf elektrostatische Entladungen (ESD).

Anzeige

PRODUCT DESIGN GUIDE M70

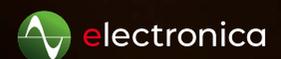
DESIGNERS & MANUFACTURERS OF ELECTRONIC COMPONENTS & HARDWARE

KEYSTONE ELECTRONICS CORP.

RHS COMPLIANT ISO 9001:2015 QMS

Dynamic Catalog M70 at keyelco.com

IT'S WHAT'S ON THE INSIDE THAT COUNTS



Booth B2.343

European Headquarters: www.keyelco.com • 33 (1) 46 36 82 49 • 33 (1) 46 36 81 57

Smarte eFuse für Automotive-Anwendungen

Mehr Sicherheit für 48-V-Bordnetz-Architekturen

Fahrzeuge sind immer häufiger mit einem 48-V- und einem 12-V-Bordnetz ausgestattet, um sowohl kleinere als auch Großverbraucher effizienter zu betreiben. Um hier eine sichere Schaltung zu gewährleisten, hat Vishay ein leistungsfähiges und verlustarmes smartes eFuse-Board entwickelt.

VON EDGAR SCHÄFER,
FIELD APPLICATION ENGINEER AUTOMOTIVE BUSINESS UNIT (ABU)
BEI RUTRONIK

Mit dem Einzug des 48-V-Bordnetzes und des 48-V-Standards in mildhybriden Fahrzeugen erfordert auch der Schutz vor Überströmen oder Kurzschlüssen eine Neubewertung. Denn um den beim Schalten des Schutzrelais entstehenden Lichtbogen zu löschen, ist bei 48 V Netzspannung ein größerer Abstand zwischen den Relaiskontakten notwendig als bei 12 V. Das führt zu einem verzögerten Ausschalten und einer schnelleren Abnutzung der Kontakte.

Deshalb werden herkömmliche 48-V-Relais durch eFuses ersetzt. Diese basieren auf Halbleitern und haben keine Kontakte, die sich durch das Schalten abnutzen. Das führt zu einer längeren Lebensdauer. Zudem sorgen ihr schnelleres Schaltverhalten, ihre Diagnosefähigkeiten und ihre geringeren Toleranzen für deutlich mehr Sicherheit.

Vishay hat jetzt eine smarte eFuse entwickelt, die bis zu 200 A bei 48 V dauerhaft schalten

kann. Der maximale Strom ist zwischen 1 und 200 A einstellbar. Wird der eingestellte Wert überschritten, schaltet die eFuse innerhalb von 1 μ s. Im Gegensatz zu einer klassischen Schmelzsicherung ist die eFuse zurücksetzbar, braucht also nach dem Auslösen nicht ausgetauscht werden.

Selbst bei einer Schaltleistung von 200 A ist ihre Verlustleistung nicht höher als 14 W. Dadurch reicht bis zu einer Umgebungstemperatur von 100 °C eine passive Kühlung aus. Nur bei höheren Umgebungstemperaturen ist eine aktive Kühlung erforderlich.

Zweistufiges Einschaltverhalten

Die smarte eFuse arbeitet mit einem zweistufigen Einschaltverfahren. Zuerst erfolgt der Kurzschlussstest. Dabei wird ein Puls von 13 μ s über einen in Reihe geschalteten Widerstand gegeben. Ist die Ausgangsspannung kleiner als

zehn Prozent der Eingangsspannung, wird von einem Kurzschluss ausgegangen und die eFuse schaltet wieder ab. Liegt die Ausgangsspannung jedoch über zehn Prozent der Eingangsspannung, folgt die zweite Stufe, die Vorladung.

Damit beim Einschalten der eFuse kein zu hoher Strom aufgrund von kapazitiven Komponenten auf der Verbraucherseite entsteht, werden diese über einen Vorwiderstand vorgeladen, bis die Ausgangsspannung 85 Prozent der Eingangsspannung entspricht. Ist dieser Wert erreicht, schaltet die eFuse ein.

Hauptkomponenten der smarten eFuse

Herzstück der smarten eFuse sind 20 N-Channel-MOSFETs vom Typ SQJQ160E von Vishay. Sie basieren auf der aktuellen TrenchFET-Gen-IV-Technologie, die einen sehr niedrigen R_{DSon} von 0,8 m Ω ermöglicht. Als bidirektionale MOSFETs verhindern sie den Stromrückfluss, wenn die eFuse ausgeschaltet ist. Sie besitzen ein kompaktes PowerPAK-8x8L-Gehäuse und arbeiten zuverlässig in einem Temperaturbereich von -55 °C bis +175 °C.

Durch die hohe Anzahl an parallel geschalteten MOSFETs mit einem Gesamt- R_{DSon} von 0,3 m Ω wird eine sehr geringe Verlustleistung erzielt. Die MOSFETs erwärmen sich nur um maximal 65 °C über Umgebungstemperatur.

Bild 1: Die kompakten MOSFETs SQJQ160E von Vishay ermöglichen durch ihren extrem niedrigen Drain-Source-Durchlasswiderstand den effizienten Betrieb der smarten eFuse.





Bild 2: Sorgt mit exakter Strommessung und minimaler Verlustleistung für das sichere Abschalten der smarten eFuse: der Strommesswiderstand WSL-P3921L3000FEA von Vishay



Bild 3: Für die Temperaturüberwachung des Boards kommt der AEC-Q 200-zertifizierte NTC-Thermistor NTC-S0805E3103JMT von Vishay zum Einsatz.

Der Strommesswiderstand WSLP3921L3000FEA von Vishay sorgt für eine exakte Strommessung bei minimaler Verlustleistung und gewährleistet so das sichere Abschalten der Sicherung. Seine AEC-Q200-Zertifizierung und eine einprozentige Genauigkeit bei einem Widerstand von $0,0003 \Omega$ qualifizieren den WSL-P3921L3000FEA für sicherheitsrelevante Applikationen.

Zur erhöhten Sicherheit trägt auch die Temperaturüberwachung des Boards bei. Sie wird mit Vishays NTC-Thermistor NTC-S0805E3103JMT realisiert. Auch er ist AEC-Q 200-zertifiziert und hat einen Widerstand von $10 \text{ k}\Omega$ bei einer Abweichungstoleranz von fünf Prozent.

Die Komponenten befinden sich auf einer beidseitig bestückten FR4-Platine (Flame Retardant, flammenhemmend) mit Abmessungen von $125 \text{ mm} \times 60 \text{ mm}$. Steuerbar ist die smarte eFuse sowohl über Bedienelemente auf dem Board als auch über einen externen Mikrocontroller oder Schalter. Der Stromverbrauch des Boards beträgt 53 mA , wenn die eFuse sperrt, und 95 mA im leitenden Zustand.

Mit diesen Merkmalen trägt die smarte eFuse von Vishay zu modernen Schaltungskonzepten bei und unterstützt so den Weg in die Entwicklung zukunftsweisender Fahrzeuge. ■



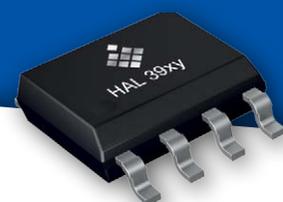
HAL[®] 39xy

Stray-Field Robust 3D Position Sensors with Digital Output Interface

HAL 39xy is a Hall sensor family from TDK-Micronas addressing the need for programmable stray-field robust position sensors as well as for ISO 26262 compliant development. Product variants with integrated caps and a dual-die version are also available.

- ◆ Accurate angular measurement up to 360° and linear position detection
- ◆ 3D position detection
- ◆ Robust against magnetic stray-fields
- ◆ ASIL B ready
- ◆ Supply voltage: 3.0 V to 18 V
- ◆ Digital output interfaces
 - SENT acc. to SAE J 2716
 - SPC
 - SPI
 - PSI5 acc. to rev. 2.2
 - 2-wire PWM
- ◆ $T_A = -40^\circ \text{ C}$ up to 150° C
- ◆ Packages: SOIC8, TO92UF, or SSOP16

Want to know more about our direct-angle sensors? Explore www.micronas.tdk.com for more details.



Automotive-qualifiziertes MEMS-Mikrofon

Womit das Auto die Ohren spitzt

Das Auto lernt Hören – nicht nur im Fahrgastraum, sondern auch in der äußeren Umgebung. Denn akustische Signale aus dem Fahrzeugumfeld können wichtige Informationen zu anderen Verkehrsteilnehmern liefern und so die zunehmende Fahrerunterstützung und Automatisierung des Fahrens verbessern.

VON RALF HICKL, PRODUCT SALES MANAGER AUTOMOTIVE BUSINESS UNIT (ABU)
BEI RUTRONIK

Im Fahrzeug-Innenraum haben sich Mikrofone bereits etabliert; jedes neuere Fahrzeug ist mindestens mit dem vorgeschriebenen e-Call-System zur Audio-Kommunikation im Notfall ausgerüstet. Nun kommen neue Applikationen hinzu, wie

- aktive Schallauslöschung (Active Noise Cancellation, ANC) durch Gegenschall
- Aufnahme des Straßenzustands
- Spektrumanalyse des Motor-/Fahrgeräuschs zur vorbeugenden Wartung, Zustands- und Fehlererkennung
- Detektion von Einsatzfahrzeugen mit eingeschaltetem Martinshorn inklusive Richtungserkennung

Das AEC-Q103-qualifizierte MEMS-Mikrofon IM68A130A (MEMS: mikroelektromechanisches System) von Infineon ist dafür ganz Ohr: Es liefert ein analoges Ausgangssignal und verfügt über einen integrierten rauscharmen Vorverstärker (Bild 1). Dadurch erreicht es einen niedrigen Rauschteppich von nur -106 dBV(A) und ein hohes Signal-Rausch-Verhältnis von 68 dB(A). Gleichzeitig liegt die Grenze zur akustischen Übersteuerung bei 130 dB SPL (Sound Pressure Level). Diese Leistungsdaten tragen zu einem großen Dynamikbereich für akustische Signale bei und sorgen für Verständlichkeit und Signaltreue sowohl bei sehr leisen oder weit entfernten als auch bei sehr lauten oder nahen Geräuschen.

Zusammen mit einem geraden Frequenzgang zwischen 10 Hz und 16 kHz zeichnet sich das IM68A130A durch eine exzellente Aufnahmequalität aus.

Für Spracherkennungs-Algorithmen liefert das MEMS-Mikrofon gut verarbeitbare Daten,



Bild: Gmman/stock.adobe.com



Bild 1: Das MEMS-Mikrofon IM68A130A im Gehäuse TLGA

dank seines hohen Signal-Rausch-Verhältnisses. So führen auch leise gesprochene Befehle zu einem guten Nutzsignal. Beim Einsatz im Außenbereich des Fahrzeugs begünstigt das hohe Signal-Rausch-Verhältnis die Aufnahme von Schall aus der Ferne, zum Beispiel bei herannahenden Einsatzfahrzeugen mit eingeschalteter Sirene.

Mehrere Mikrofone für mehr Möglichkeiten

Werden mehrere Mikrofone gleichzeitig eingesetzt, ergeben sich weitere Möglichkeiten. Denn bei einem Mikrofon-Array kommt der Schall aus einer Quelle mit unterschiedlicher Intensität und zeitlichem Versatz bei den einzelnen Mikrofonen an. Aus dem Unterschied der Signale lässt sich auf die Richtung der Schallquelle schließen.

Mittels digitaler Signalverarbeitung kann dann aus den Signalen aus einem Mikrofon-Array eine gewünschte Richtcharakteristik eingestellt werden (Beamforming). Das IM68A130A eignet sich durch enge Toleranzen bei Empfindlichkeit und Phasenverlauf hervorragend auch für den Einsatz in Arrays.

Schneller am Markt mit dem A²B Evaluation Kit

Um ein solches Array mit mehreren Automotive-qualifizierten MEMS-Mikrofonen zu testen und zu optimieren, empfiehlt sich das A²B Evaluation Kit von Infineon. Es enthält alle Komponenten für ein per A²B-Bus vernetztes Multi-Mikrofon-System (Bild 2). Jedes Slave-Modul beherbergt vier Mikrofone. Die Gehäuse der Slave-Module sind magnetisch und haften am Blech der Fahrzeugkarosserie (Bild 3). Ein 32-bit-Mikrocontroller der Baureihe Aurix in der Master Unit übernimmt die

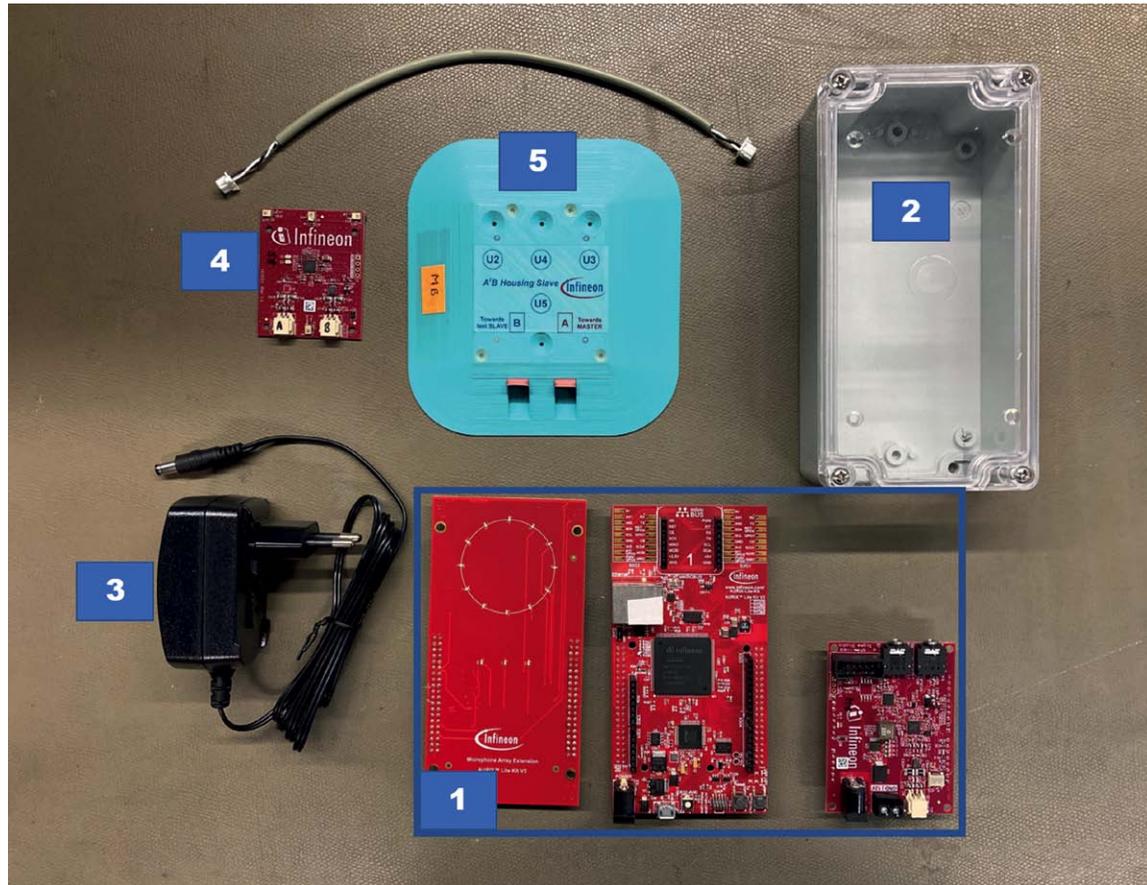


Bild 2: Das A²B Evaluation Kit von Infineon und seine Komponenten: (1) ECU Master Unit mit Mikrocontroller aus der Baureihe Aurix, (2) Gehäuse, (3) 12-V-Steckernetzteil, (4) eines von bis zu vier Slave-Modulen, (5) magnetisches Gehäuse für ein Slave-Modul

digitale Signalverarbeitung. Auch Beispiel-Software für unterschiedliche Konfigurationen (unterschiedliche Anzahl der Slaves bzw. Anzahl der aktiven Mikrofone in einem Slave) gehört zum Evaluation Kit.

Zielapplikationen für das A²B Evaluation Kit sind z. B. die Sirenenerkennung, eine Freisprecheinrichtung oder Sprachsteuerung sowie Beamforming und die aktive Geräuschrückdrückung.

Je mehr menschliche – und andere – Sinne das Fahrzeug erhält, desto weiter kann die Automatisierung des Fahrens fortschreiten. Den Hörsinn zur akustischen Umfelderkennung können Infineons High-Performance-Analog-Xensiv-MEMS-Mikrofone wie das IM68A130A beisteuern. Neben diesen finden sich im Rutronik-Portfolio auch weitere Sensoren für den Automotive-Einsatz, die den Weg für das autonome Fahren ebnen.

ECU Master Unit:

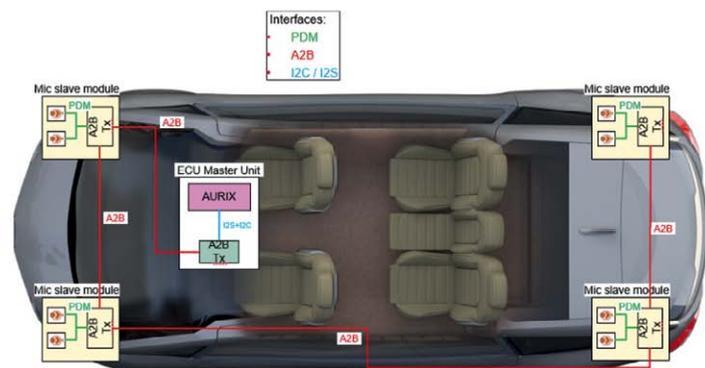
- Inside the car
- AURIX microcontroller
- A²B transceiver
- Power supply

Slave modules (1-4 pcs):

- Attached to outside of car
- 1-4 MEMS microphones
- A²B transceiver

A²B connection:

- Flexible cable length up to 15m between nodes



› 1, 2 or 4 microphones could be used per corner module, depending on the algorithm needs

Bild 3: Beispiel für die Verteilung von vier Slave-Modulen außen am Fahrzeug

Elektronische Lastabsicherung mit dem Infineon ProFET Load Guard

Guardians of Automated Mobility

In Zukunft immer wichtiger: eine intelligente Leistungsverteilung in Fahrzeug-Bordnetzen. Sie wird jetzt einfacher dank neuer Bauteile von Infineon. »ProFET Load Guard« heißen die jüngsten Familienmitglieder der geschützten High-Side-Schalter mit Funktionen speziell zur Absicherung von elektronischen Lasten und Versorgern.

VON RALF HICKL, PRODUCT SALES MANAGER AUTOMOTIVE BUSINESS UNIT (ABU) BEI RUTRONIK

Der Trend zu Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) bis hin zum automatisierten Fahren setzt eine intelligente und sichere Versorgung der stetig wachsenden Anzahl von Steuergeräten zwingend voraus. Hierfür ist der Schutz des Bordnetzes vor defekten Verbrauchern, die Überstrom oder gar Kurzschluss verursachen, unerlässlich.

Dieser Schutz kann auf mehrere Arten gewährleistet werden: Zum einen durch Maßnahmen zur Strombegrenzung einzelner Verbraucher, zum anderen durch die schnelle Trennung defekter Stromverbraucher oder gestörter Bordnetzabschnitte vom übrigen Bordnetz, bevor es zu längeren Einbrüchen in der Bordnetzspannung kommt. Längere Spannungseinbrüche können sonst Steuergeräte für vitale ADAS-Funktionen in einen Unterspannungs-Reset zwingen und so si-

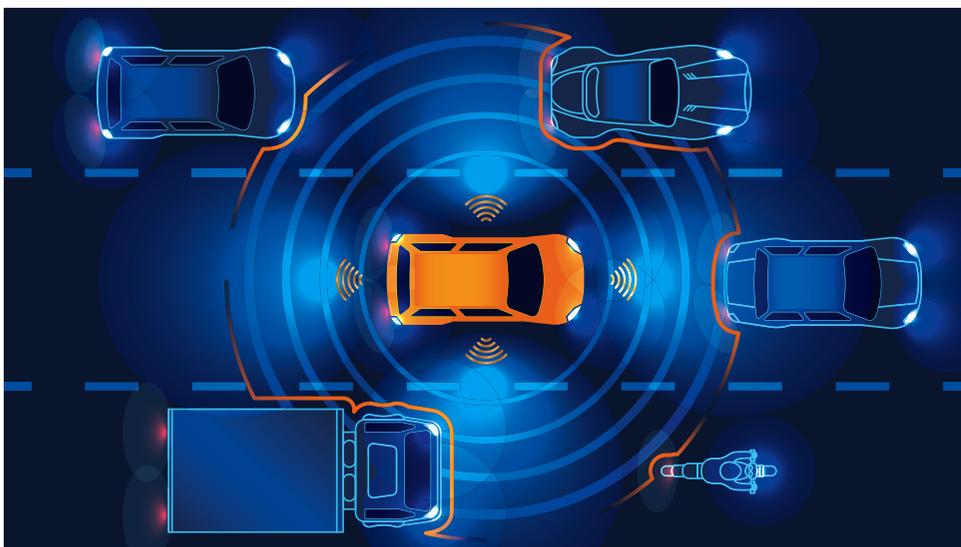
cherheitsrelevante Funktionen vorübergehend abschalten.

Herkömmliche Schmelzsicherungen und Relais sind hierfür ungeeignet, denn ihre Schaltgeschwindigkeit liegt um den Faktor 100 unter der Geschwindigkeit intelligenter Halbleiterbausteine. Dadurch werden sensible Lasten und Spannungsversorgungen durch Überlast gefährdet. Weiterhin müssen geschmolzene Sicherungen ersetzt werden und lassen sich nicht wie Halbleiterbausteine zurücksetzen. Besonders in Zonen-Architekturen, wie sie in Zukunft auftreten, ist das keine Option.

Neue Funktionalitäten

Für die Auslegung zukünftiger ADAS-Systeme bietet die neue ProFE-Load-Guard-Familie von Infineon eine hervorragende Kombination aus Schutz- und Diagnosefunktionalitäten. Der flexible High-Side Power Switch deckt zahlreiche Funktionen ab, wie den Schutz der Spannungsversorgung, das Steuern und den Schutz der Last, Eigenschutz sowie den Schutz der elektrischen Leitungen. Da die ProFET Load Guards die Einschaltstromstöße begrenzen, eignen sie sich auch zum Schalten kapazitiver Lasten. Der Capacitive Load Switching Mode (CLS Mode) ermöglicht zudem das schnelle Einschalten von großen Kondensatoren, ohne den Baustein thermisch zu überlasten. Durch die einstellbare Strombegrenzung schützt das Bauteil auch empfindliche Filterkomponenten in der Versorgungsleitung von Sensoren (Stichwort: Power over Coax). Die eng tolerierte Über-

Bild: Andrey Suslov/shutterstock.com



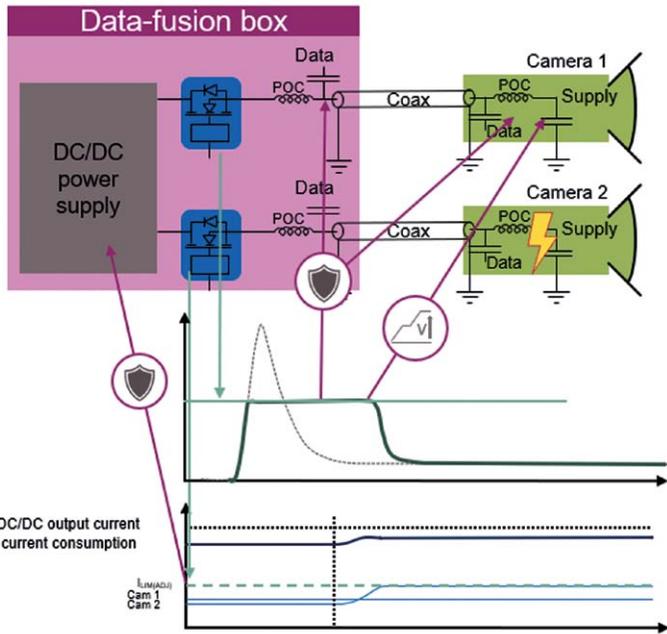


Bild 1: Anwendungsfall für den ProFET Load Guard 12V: Power over Coax für ADAS-Kameras

setzung (k_{ILIS}) des Strom-Istwertes erlaubt zudem eine präzise Diagnose der Lastbedingungen.

Bild 1 zeigt eine Beispiel-Applikation: Zwei ADAS-ECUs (in diesem Fall für Kameras) werden per Power over Coax versorgt. Das Signal (im Bild: Data) und die Spannungsversorgung (Supply) werden durch Filter separiert. Verursacht eine Kamera einen Kurzschluss, so begrenzt der ProFET Load Guard (im Bild blau) den Laststrom auf einen voreingestellten Wert. Diese Strombegrenzung schützt einerseits auf der Lastseite die Filterspulen (POC) vor Überhitzung. Andererseits bleibt auch die Spannungsversorgung (DC/DC Power Supply) im spezifizierten Lastbereich und kann die andere Kamera ungestört weiter versorgen. Die Strombegrenzung sorgt so für Störfreiheit der Laststromkreise untereinander (Freedom from Interference).

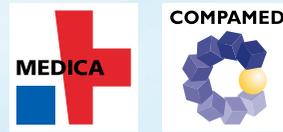
Neueste Entwicklung mit einstellbarer Strombegrenzung

Bild 2 zeigt das Blockschaltbild des BTG7090-2EPL aus der ProFET-Load-Guard-Familie mit seinen internen Funktionsblöcken. Neu ist der Block »Overcurrent limitation«. Im Vergleich zu seinen Vorgängern schaltet der ProFET Load Guard bei Überstrom nicht einfach ab, sondern arbeitet weiter und begrenzt den Ausgangsstrom auf einen voreingestellten Grenzwert.

Hierfür besitzt er eine einstellbare Strombegrenzung. Mit einem externen Widerstand

Apacer

Industrial SSD & DRAM Solutions for Healthcare Applications



DÜSSELDORF, GERMANY
14-17 NOVEMBER 2022

Visit us at
Hall 8a/E15



Apacer Technology B.V.
sales@apacer.nl

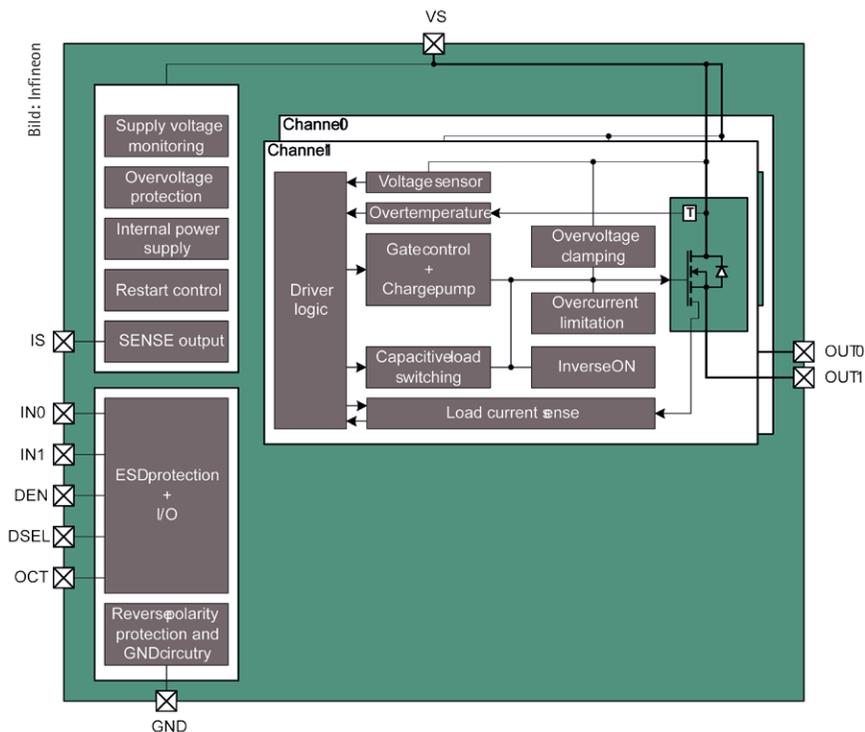


Bild 2: Blockschaltbild des ProfET Load Guard BTG7090-2EPL

wird der Maximalstrom konfiguriert. Bei Überlast wird der Ausgangsstrom auf den mit dem Widerstand programmierten Grenzstrom limitiert, wobei der Ausgangstransistor des ProfET Load Guard in den Linearbetrieb geht. Die dadurch anfallende Verlustleistung im Transistor erwärmt das Bauteil. Erst wenn die Chiptemperatur oder der Temperaturgradient einen bestimmten Maximalwert erreicht, schaltet das Bauteil den betroffenen Kanal ab, um sich selbst zu schützen. Dann kommt die Retry-Strategie zum Einsatz, eine Kombination aus Auto-Restart und Latch-Off: Nach dem Abschalten sinkt die Chiptemperatur wieder und der ProfET Load Guard schaltet selbsttätig wieder ein (ein kontinuierliches High-Signal am Steuereingang vorausgesetzt). Nach sechs vergeblichen Restart-Versuchen schaltet die Ausgangsstufe permanent ab (Latch-Off). Eine Low-High-Sequenz am Steuereingang setzt den internen Retry-Zähler zurück und schaltet den Ausgang wieder ein.

Durch die Einstellbarkeit der Stromlimitierung ermöglicht der Baustein eine hohe Flexibilität in der Anwendung, denn die Funktionalität kann durch die Wahl des Widerstands an ver-



Bild 4: Tochterplatine mit ProfET Load Guard

änderte Anforderungen angepasst werden.

Zu seinem Schutz verlässt sich der Schalter auf seine Temperaturüberwachung mit Abschaltung aufgrund von Über-temperatur. Selbstverständlich kann auch der ansteuernde Mikrocontroller den ProfET Load Guard abschalten. Als Entscheidungsgrundlage dienen ihm die Diagnose-Feedback-Signale am Sense-Pin. Hierüber gibt der Baustein auch ein präzises Feedback (± 5 Prozent) zum aktuellen Stromverbrauch der Last wieder.

Umgang mit Rückstrom reduziert Verlustleistung

ProfET Load Guards können den Strom nur in einer Richtung abschalten. In der anderen Richtung leitet die intrinsische Body-Diode des MOSFET, auch wenn der Kanal selbst nicht leitet. Rückstrom gibt es beispielsweise bei generatorisch arbeitenden Motoren als Last. In der Body-Diode können hohe Verlustleistungen anfallen, die den Chip und eventuell auch Nachbarkanäle erwärmen, was zu deren Abschaltung führt.

Das Produktmerkmal »InverseOn« erlaubt es, den internen MOSFET einzuschalten, solange sich der Rückstrom innerhalb bestimmter Grenzen befindet. Der Vorteil: Die Verlustleistung, die im Kanal des MOSFET entsteht, ist kleiner als die, die in der Body-Diode entstehen würde.

Mithilfe des Funktionsblocks »Capacitive Load Switching« (CLS) eignet sich der ProfET Load Guard auch zum schnellen Laden und Einschalten großer kapazitiver Lasten. Dazu wird der Eingang mit einer bestimmten PWM angesteuert. Dieses PWM-Signal versetzt den Baustein in den CLS-Modus mit der Abschaltstrategie »Continuous Auto Restart«. Dabei wiederholen sich die Schaltspiele »Einschalten



Bild 3: ProfET Load Guard mit zwei Kanälen im Gehäuse TSDSO mit 14 Pins

und Speisen mit Grenzstrom« und »Abschalten wegen Schutz vor steilem Temperaturanstieg«, bis der Spannungsabfall am Ausgangstransistor im Ein-Zustand einen bestimmten Wert unterschreitet. Dann gilt die kapazitive Last als hinreichend aufgeladen. Danach wird dauerhaft durchgeschaltet und die PWM kann durch einen High-Pegel am Steuereingang ersetzt werden. Vorteil: Der Baustein bleibt währenddessen in der spezifizierten Safe Operating Area (SOA).

Verfügbarkeit, Simulationsmöglichkeiten und Evaluation Boards

ProfET Load Guards sind ISO-26262-ready, Infineon stellt also Informationen in einer »Safety Application Note« (SAN) zur Verfügung, die unterstützen, um das Bauteil in ein funktional sicheres System zu integrieren. Das erste Derivat ist der zweikanalige BTG7090-2EPL; Muster sind auf Anfrage bei Rutronik erhältlich. Die Serienproduktion startet Ende 2022. Das Datenblatt, Simulationsmodelle und weitere Tools finden Interessenten unter www.infineon.com/profetloadguard.

Zur Evaluierung bietet Infineon zwei Boards, mit denen man sich ein Kit zusammenstellt: Das Motherboard mit dem Namen ProfET ONE4ALL MB V1 und die Tochterplatine BTG7090-2EPL DAUGH BRD (Bild 4).

Zusammen mit einem Infineon-µIO-Stick und dem GUI namens Config Wizard lässt sich der Baustein konfigurieren, steuern und testen.

Fazit

ADAS benötigen eine verlässliche Energieversorgung innerhalb des Fahrzeugbordnetzes. Dazu muss das Bordnetz vor anderen defekten Verbrauchern mit exzessivem Strombedarf geschützt werden. Durch seine an die Systemanforderungen anpassbare, strombegrenzende Funktion lässt der ProfET Load Guard gefährliche Kurzschlussströme und Stromspitzen an seinen Ausgängen gar nicht erst zu und schützt so die Last und die 12-V-Spannungsversorgung vor Überlastung. ■

Intel® NUC 12 Pro Mini-PCs, Kits und Boards

Kleines Format. Große Leistung für Unternehmen.



Intel® NUC Pro Formfaktoren

Jedes Gerät, das als Mini-PCs oder als anpassbare Kits erhältlich ist, ist für den 24x7-Betrieb qualifiziert und wird mit einer dreijährigen Verfügbarkeit und einer dreijährigen Garantie geliefert.



Intel® NUC 12 Pro Mini PCs

Kleine PCs und kompakte Workstations, die mit Windows ausgestattet und sofort einsatzbereit sind. Holen Sie sich die neueste Leistung mit Intel® Core™ Prozessoren der 12. Generation, Dual-Channel-Speicher und großer Speicherkapazität.



Intel® NUC 12 Pro Kits

Die Kits umfassen eine Reihe von Intel® Core™ Prozessoren der 12. Generation, ein Gehäuse und ein Board. Sie lassen sich leicht mit dem richtigen Betriebssystem, Arbeitsspeicher und Speicherplatz an die unterschiedlichen Kundenbedürfnisse anpassen.



Intel® NUC 12 Pro Boards

Wählen Sie aus Intel® NUC Board-, Compute- und Gehäuseelementen, um individuelle integrierte oder eingebettete Compute-Lösungen zu erstellen.

Hohe Leistung. Perfekte Passform.

Intel® NUC12 Pro Mini-PCs, Kits und Boards setzen neue Maßstäbe für Leistung und Konnektivität in einem 4x4-Gerät für Produktivität, Zusammenarbeit und Edge-Computing. Intel® Core™ Prozessoren der 12. Generation sowie bis zu 64 GB Zweikanalspeicher und eine riesige SSD-Kapazität bieten Leistung der Enterprise-Klasse im Miniformat. Dank der blitzschnellen kabelgebundenen und kabellosen Konnektivitätsoptionen ist die Zusammenarbeit schneller und einfacher denn je. Bestimmte Modelle sind mit der Intel vPro® Technologie ausgestattet und bieten daher Fernverwaltbarkeit, hardwaregestützte Sicherheitsfunktionen und Plattformstabilität, damit Unternehmen ihre IT-Kosten senken und die Betriebszeit erhöhen können.

Die Systeme wurden konzipiert, um mit ihrer geringen Größe, den zahlreichen Ports auf der Vorder- und Rückseite, dem Dual-LAN-Erweiterungsmodul

(bestimmte SKUs) und folgenden zusätzlichen Funktionen ein großartiges Edge-Erlebnis zu bieten:

- Intel Watchdog Utility: Überwacht Anwendungen und kann diese automatisch neu starten.
- Display-Emulation: Ermöglicht die Emulation von Displays für einen oder beide HDMI-Ports, wenn kein Display angeschlossen oder die Verbindung vorübergehend unterbrochen ist.
- Client-Managementschnittstelle: HDMI-CEC kann über die WMI-Schnittstelle abgefragt und konfiguriert werden.

Jeder Intel® NUC 12 Pro Mini-PC, jedes Kit und jedes Mainboard ist für den Dauerbetrieb qualifiziert und mit einer dreijährigen Garantie von Intel für eine lange Lebensdauer konzipiert. Diese 4x4-Geräte bieten unschlagbare Leistung, Konnektivität und Zuverlässigkeit bei gleichzeitig geringem Platzbedarf.

Funktionsmerkmale

Intel® Core™ i7/i5/i3 Prozessoren der 12. Generation
Intel vPro® Enterprise mit Intel® Core™ i7/i5 Prozessoren der 12. Generation

Bis zu 64 GB Zweikanal-DDR4-3200-Speicher
Intel® Iris® Xe Grafik oder Intel® UHD-Grafik

M.2-Steckplätze für PCIe x4 Gen 4 NVMe SSD und eine zweite SSD (bestimmte SKUs unterstützen eine dritte SSD)

2 x Thunderbolt™ 4-Ports (bestimmte SKUs),
3 x USB-3.2-Ports, 1 USB-2.0-Port,
2 x HDMI 2.1 TMDS kompatibel

Intel® i225-V Ethernet für Geschwindigkeiten von bis zu 2,5 Gbit/s und Intel® Wi-Fi 6E AX211 (Gig+)

Hohes Modell erhältlich mit zweitem Ethernet-Port (Intel® i225-V) und zwei zusätzlichen USB-2.0-Ports

Toleriert 0 - 40 °C externe Umgebungstemperatur

Alle USB-Anschlüsse mit einzelner USB-Energiesteuerung

Dreijährige Intel-Garantie

Dreijährige Produktverfügbarkeit

Produktivität

Einschließlich Business-Computing und Homeoffice

Zusammenarbeit

Einschließlich Videokonferenzen und Besprechungsräume

Edge-Computing

Einschließlich Digital Signage, digitalen Kioskterminals, intelligenten Verkaufsautomaten und Edge-Appliances

Verbinden Sie bis zu
**ein 8K-Display oder
vier 4K-Displays**

Qualifiziert für
den Dauerbetrieb

Intel® NUC 12 Pro: **Kleiner Formfaktor, große Leistung**



ModusToolbox™

ModusToolbox™ ist eine moderne erweiterbare Entwicklungsumgebung, die eine breite Palette an Mikrocontroller von Infineon unterstützt. Sie wird als Set aus Entwicklungstools, Bibliotheken und eingebetteten Runtime-Assets bereitgestellt, das ein flexibles und umfassendes Entwicklungserlebnis ermöglicht.

Entwicklungs-workflow

ModusToolbox™ bietet eine anpassbare Arbeitsumgebung mit Optionen für verschiedene IDEs, Befehlszeilentools mit GUI-Optionen und ein make-basiertes Build-System.

Middleware-Management

Die Middleware-Bibliotheken im ModusToolbox™ Library Manager können Sie direkt in Ihre Projektstruktur importieren und nahtlos in die Build-Umgebung integrieren.

Funktionale API-Ebenen

ModusToolbox™ umfasst funktionale APIs inklusive einer HAL für maximale Portabilität sowie eine Peripherie-Treiber-Bibliothek für höchste Code-Effizienz und Gerätefunktionalität.

Anwendungs-portabilität

Die Anwendungsportabilität wird dabei durch HAL-APIs, Codegeneratoren und Board Support Packages ermöglicht.

Eine Entwicklung ganz nach Ihren Wünschen mit individuellen Workflows.



www.infineon.com/modustoolbox

