



FASZINATION ELEKTRONIK



SEITE 2 | MÄRZ 2017 | 16. JAHRGANG | WWW.INDUSTR.COM/EUE | FACEBOOK.DE/EUE24.NET

MOBILE POWER

Energie für die Mobilität der
Zukunft

SD-KARTEN

Passende Speicher fürs
IIoT finden **S. 40**

CFD-SIMULATION

Die Sonnen
einberechnen **S. 50**

LI-IONEN-AKKUS

Abhängigkeit von
Lithium vermeiden **S. 8**

ANZEIGE

Jetzt mehr als
5 Millionen
Produkte Online
DIGIKEY.DE

KOSTENLOSER VERSAND
BEI BESTELLUNGEN
AB 50 € ODER
60 \$ (USD)



**Die weltweit größte Auswahl
an elektronischen Komponenten
für die sofortige Lieferung!**

**Jetzt mehr als 5 Millionen Produkte
von über 650 Herstellern**

DIGIKEY.DE

*Für alle Bestellungen unter 50,00 € wird eine Versandgebühr von 18,00 € in Rechnung gestellt. Bei Bestellungen unter 60,00 \$ (USD) wird eine Versandgebühr von 22,00 \$ (USD) berechnet. Alle Bestellungen werden per UPS, Federal Express oder DHL für die Lieferung innerhalb von 1 bis 3 Tagen (abhängig vom endgültigen Bestimmungsort) versendet. Keine Bearbeitungsgebühren. Alle Preise werden in Euro oder US-Dollar angegeben. Digi-Key ist ein autorisierter Distributor für alle Lieferpartner. Neue Produkte werden täglich hinzugefügt. © 2017 Digi-Key Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, USA



Mobilität und Fake News

Batterien und Akkus sind die Grundlage für die meisten Entwicklungen, die wir zurzeit in der Mobilität erleben. Kein Elektroauto kommt zum Beispiel ohne sie aus. Fahrzeuge sind das Erste, das einem bei Fortschritten in diesem Bereich in den Sinn kommt. Viel stärker wird aber ein anderer Teil der Mobilität unser Leben verändern: die mobilen Geräte. Auch Smartphones und Tablets machen uns schließlich agiler. Der Wandel, den sie anstoßen, ist kein technischer, sondern ein gesellschaftlicher. Er wird vor allem unseren Umgang mit Wissen deutlich verändern.

Smartphones und Tablets stellen Informationen jederzeit und an jedem Ort zur Verfügung. Der Zugriff auf Wissen ist somit nicht mehr an bestimmte, ortsgebundene Quellen gekoppelt, sei es der stationäre Computer zu Hause, das Buch in der Bibliothek oder der erfahrene Experte. Einerseits steht uns dadurch ständig eine Unmenge an Informationen zur Verfügung, andererseits verliert damit das persönliche Wissen an Wert. Sind Informationen stets abrufbar, ist schließlich niemand mehr gezwungen, sie im Kopf zu behalten. Wichtiger wird stattdessen die Fähigkeit, Daten schnell aufzunehmen, zu verarbeiten und aus der Masse der Quellen, die für einen wichtigen herauszufiltern.

Erste Auswirkungen dieses veränderten Umgangs mit Wissen zeigen sich aktuell an der Debatte um Fake News. Neu ist nämlich nicht, dass falsche Informationen verbreitet werden und es andere Überzeugungen gibt. Gezielte Desinformationen und divergierende Vorstellungen hat es schon immer gegeben. Neu ist das Ausmaß, in dem sie verfügbar sind und jeder damit in Kontakt kommt. Um so wichtiger ist deshalb der vorsichtige Umgang mit den uns zugänglichen Informationen.

Eine spannende und hoffentlich erhellende Lektüre wünscht

Florian Streifinger

Florian Streifinger, Managing Editor E&E

Strangkühlkörper

- Umfangreiches Standardprogramm
- Zeitoptimierte, automatische Lagerhaltung für kürzere Lieferzeiten
- Kundenspezifische Fräsbearbeitungen
- Losgrößenoptimierte Fertigung
- Diverse Oberflächenausführungen
- Sonderprofile nach Ihren Vorgaben



Mehr erfahren Sie hier:
www.fischerelektronik.de

Fischer Elektronik GmbH & Co. KG

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

Wir stellen aus:
PCIM in Nürnberg
16. - 18. 5. 2017
Halle 6, Stand 344

Auftakt



- 6 FOTOREPORTAGE
Im Rampenlicht
 Was gegen Kapazitätsverluste bei Akkus unternommen werden kann

Rubriken

- 3 Editorial
 15 Ackermanns Seitenblicke
KI – Fluch oder Segen
 28 Firmenverzeichnis
 28 Impressum
 58 Aufgeschraubt

Anzeige



Mobile Power



- 8 **DIE NÄCHSTE AKKU-GENERATION**
Die Welt nach Lithium
 Auf der Suche nach der Lithium-Alternative
- 12 **MESSUNG VON BATTERIEZELLEN**
Füllstände genau bestimmen
 Wie sich einzelne Batteriezellen messen lassen
- 16 **BATTERIELAUFZEITEN**
Volle Pulle für die Smartwatch
 Mit welcher Technik sich die Batterielaufzeit von Wearables verlängern lässt

Messtechnik & EMV



- 20 **DIFFERENZDRUCKSENSOREN**
Frei atmen
 Flusssensoren messen den Gasfluss in Inhalatoren
- 24 **DATENLOGGER FÜR FAHRZEUGE**
Stets aufmerksam
 Mit dem IPElog2 kommunikativ und flexibel Daten sammeln

Embedded-Systeme & Baugruppen



- 27 **SICHERHEITSRISIKO WEARABLES**
Der gläserne Mensch
 Den Datenschutz bei Wearables sicherstellen
- 31 **CODEMETER 2.0**
Schutz vor Unbefugten
 Embedded-Software absichern und lizenzieren

Passive Bauelemente



34

- 34 KONDENSATOREN
Konstante Spannung in Zügen
Warum Kondensatoren wichtig für Bordnetzumrichter sind

- 37 CHIPFERRITE
Stromspitzen aushalten
Hochfrequente Störungen mit Chipferriten dämpfen

Aktive Bauelemente & Mikrocontroller



40

- 40 SPEICHER FÜR DAS IOT
Hilfe gegen das Vergessen
Worauf man bei SD-Karten für IoT-Geräte achten sollte

- 44 MULTIKERNPROZESSOR
Kerne für ein starkes System
Mit der Multicore-CPU SC2A11 neue Anwendungen erschließen

Heft im Heft Elektronik kühlen ab Seite 47



- 48 ENTWÄRMUNG VON LEITERPLATTEN
Abkühlung fürs Kleinformat
Wie sich trotz Miniaturisierung Platinen entwärmen lassen

- 50 CFD-SIMULATION
Sonnenstrahlen auf der Spur
Bei CFD-Simulationen sogar Sonnenstrahlung einberechnen

- 53 FIRMENPROFIL
Aavid Kunze

- 54 FIRMENPROFIL
Alpha-Numerics

- 55 FIRMENPROFIL
Austerlitz Electronic

- 56 FIRMENPROFIL
CTX Thermal Solutions

- 57 FIRMENPROFIL
Fischer Elektronik

Die Basis für
Ihr Endprodukt



EMBEDDED PLATFORM
Schnell, kostengünstig und kundenspezifisch zur Serienreife



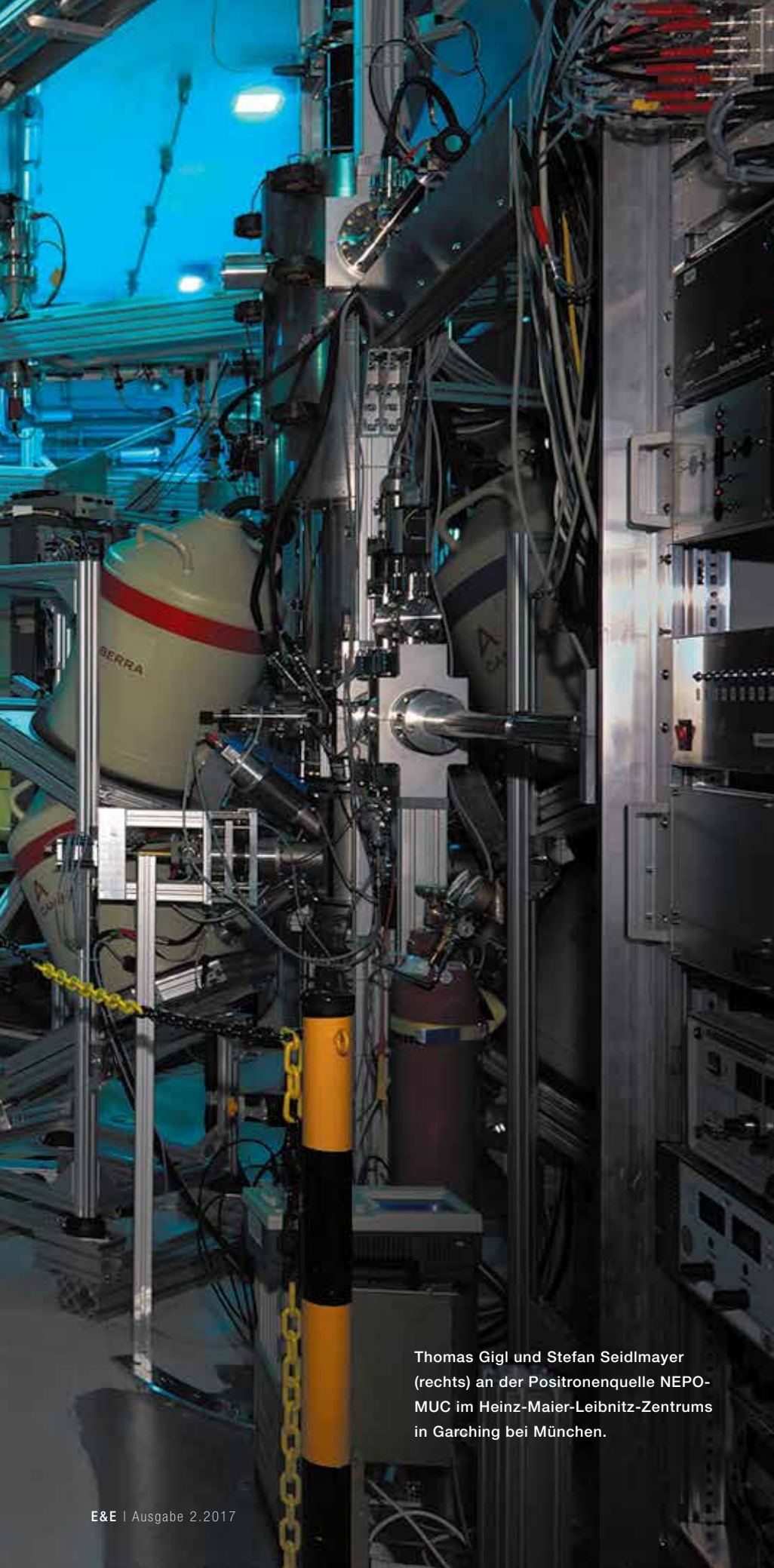
Sprechen Sie uns an!
Wir setzen Ihre Idee um.

IM RAMPENLICHT

NMC-Akkus sind die derzeit leistungsfähigsten Akkus, die am Markt erhältlich sind. Es gibt allerdings ein Manko: Schon beim ersten Zyklus verlieren sie bis zu zehn Prozent ihrer Kapazität. Woran das liegt und was man gegen den schleichenden Kapazitätsverlust unternehmen kann, haben Wissenschaftler der Technischen Universität München herausgefunden.

TEXT: Kathrin Veigel, E&E BILD: Wenzel Schürmann, TU München





Thomas Gigl und Stefan Seidlmayer (rechts) an der Positronenquelle NEPOMUC im Heinz-Maier-Leibnitz-Zentrums in Garching bei München.

Löcher in der Elektrode finden

NMC-Akkus, deren Kathoden aus einer Mischung aus Nickel, Mangan, Kobalt und Lithium bestehen, haben die herkömmlichen Lithium-Kobaltoxid-Akkus weitgehend vom Markt verdrängt. Sie sind billiger und sicherer. Doch auch bei ihnen tragen nur wenig mehr als 50 Prozent der Lithium-Atome zur tatsächlichen Kapazität bei. Woran das liegt, haben Forscher von der Technischen Universität München (TUM) jetzt genauer untersucht.

Der Grund für die geringere Kapazität besteht darin, dass beim Laden offenbar nicht alle Lithium-Atome wieder in die passenden Lücken im Kristallgitter zurückfinden. Bei der ersten Entladung der untersuchten Elektroden konnten die Wissenschaftler noch 62 Prozent der Lithium-Atome aus dem Kristallgitter herauslösen, beim Wiederaufladen kehrten allerdings nur noch 54 Prozent zurück. Während der darauffolgenden Zyklen sank die Kapazität schleichend immer weiter ab. Man konnte bislang allerdings nicht die dafür verantwortlichen atomaren Prozesse aufzeigen. Das gelang nun mit dem Instrument NEPOMUC des Heinz-Maier-Leibnitz-Zentrums in Garching bei München. Es erzeugt Positronen, mit denen sich gezielt nach Löchern in Kristallgittern fahnden lässt. Die aktuelle Studie zeigt, dass beim Wiederaufladen verbleibende Löcher im Gitter des Kathodenmaterials mit dem irreversiblen Kapazitätsverlust einhergehen und diese Blockade auf die mangelhafte Befüllung der Löcher im Kathodenmaterial zurückzuführen ist. Mit gezielten chemischen Modifikation des Kathodenmaterials ließe sich also die Kapazität der Akkus erhöhen.



DIE NÄCHSTE AKKU-GENERATION

Gibt es eine Welt nach Lithium?

Lithium-Ionen-Akkus sind das Rückgrat der Elektromobilität. Auch die meisten tragbaren Geräte, wie Smartphones und Wearables, versorgen sie mit Strom. Lithium ist allerdings eine sehr knappe Ressource. Auf die Ölabhängigkeit könnte eine Lithiumabhängigkeit folgen. Nach Alternativen für Lithium-Akkus wird deshalb bereits gesucht.

TEXT: Selina Doulah, E&E **BILDER:** iStock, FatCamera

In dem Salzsee Salar de Uyuni in Bolivien lagern geschätzt 5,4 Millionen Tonnen Lithium. Damit wäre er die größte Lagerstätte dieser wichtigen Ressource.

Lithium ist die Basis vieler heutiger Akkus. Experten, wie etwa Sam Jaffe von der US-Beratung Navigant Research, befürchten allerdings die Lithium-Vorkommen könnten bereits ab 2020 knapp werden. Jaffe fordert deshalb: „Neue Lösungen müssen für den Energiebedarf der Zukunft her.“ Die Reserven in den bereits vorhandenen Minen werden auf 14 Millionen Tonnen geschätzt. „Das entspricht der Menge für etwa eine Millionen Elektroautos mit jeweils rund 500 Kilometern Reichweite. Das wiederum ist etwa der aktuelle weltweite Bestand,“ erläutert Tilmann Leisegang, Wissenschaftler der TU Bergakademie Freiberg. Er erforscht mit seinem Team daher alternative Materialien für Akkus, wie Aluminium.

Die Post-Lithium-Generationen

Lithium ist ein Leichtmetall, das hochreaktiv ist, also mit anderen Stoffen stark reagiert. Seine Vorteile in Akkumulatoren sind die hohe Energiedichte und die Fähigkeit hohe Spannungen erzeugen zu können. Beim Auf- und Entladen wandern Lithium-Ionen zwischen den Polen der Batterie hin und her. Diese Ionen bewegen sich durch eine Flüssigkeit, dem Elektrolyt. Der Elektrolyt besteht aus organischen Lösungsmitteln, die jedoch leicht brennbar sind. Wenn sich eine Batterie durch ungünstige Bedingungen überhitzt, kann sie sich entflammen, wie etwa bei dem Galaxy Note 7. Mehrere dieser Smartphones überhitzten sich und gerieten in Brand. Der Hersteller Samsung rief deshalb im September letzten Jahres, nur wenige Wochen nach der Markteinführung, alle Handys zurück und nahm das Gerät im Oktober ganz vom Markt. Vermeiden ließe sich so etwas mit einer Feststoff-Batterie, jedoch ebenfalls auf Lithium-Basis. Als fester Elektrolyt wäre Keramik denkbar, das das eingeschlossene Lithium nicht entzünden lässt.

Ein Verzicht auf Lithium als Basis für Akkumulatoren ist noch nicht möglich. Forscher erproben zurzeit allerdings verschiedene andere Stoffe für zukünftige Batterien.

Natrium und Schwefel

Beim Entladen einer Zelle wandern die Lithium-Ionen zu der Kathode. Diese besteht aus Oxiden, die Metalle wie Cobalt oder Nickel enthalten. Die Metalloxide sind teuer und teils auch giftig. Forscher des Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltech-



Das funktioniert

- mit einer riesigen Auswahl
- mit bester Qualität
- mit einzigartigem Service

buerklin.com

Bürklin
DIE GANZE ELEKTRONIK



Batterieentwicklung ist sehr viel Chemie: Eine Handschuhbox schützt die Forscher beim Zusammenfügen der empfindlichen Chemikalien.

nik (IWS) wollen sie durch Schwefel ersetzen, da dieser in großen Mengen verfügbar ist. Er entsteht als Abfallprodukt bei der Ölraffinerie und kann eine hohe Speicherkapazität entwickeln. Zusätzlich soll geschmolzenes Natrium eingesetzt werden, das sich aus Kochsalz gewinnen lässt und so praktisch unbegrenzt zur Verfügung steht. Allerdings brauchen Batterien auf dieser Basis noch Betriebstemperaturen von bis zu 300 °C und das Beheizen der Batterie bedeutet einen Effizienz-Verlust. Das IWS versucht die chemische Reaktion des Lithium-Schwefel-Akkus bei Raumtemperatur auf den Natrium-Schwefel-Akku anzuwenden, um damit zu beweisen, dass die Verbindung von Natrium und Schwefel ebenfalls bei Raumtemperatur funktionieren kann.

Silizium

In Australien wird in der Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) an einer Batterie auf Silizium-Basis geforscht. Das ebenfalls australische Energiespeicher-Unternehmen 1414 Degrees hat basierend auf dieser Forschung einen ersten Prototyp einer Batterie getestet, die Energie in Form von geschmolzenem Silizium speichern kann. Das Halbmetall Silizium ist in der Erdhülle, auf das Gewicht bezogen, das zweithäufigste Element nach Sauerstoff und steht daher reichlich zur Verfügung. Die Erdkruste besteht zu etwa 28 Prozent aus Silizium. Bei dem Prototyp der Forscher wird zunächst Energie genutzt, um das Halbmetall zu schmelzen. Sein Schmelzpunkt liegt bei 1.414 °C. Während das Silizium wieder abkühlt, wird eine Turbine angetrieben und dadurch Elektrizität erzeugt. Weil Silizium Wärme über eine lange Zeit halten kann, ist sie für solche Batterien geeignet. Jedoch geht zu viel Abwärme dabei verloren, sodass die Energieeffizienz gering ausfällt. Bei den ersten Probeläufen konnte zwar 80 Prozent der eingesetzten Energie gespeichert, allerdings nur 31 Prozent davon wieder in elektrischen Strom umgewandelt werden.

Zink-Mangan

Vielversprechend scheinen Batterien auf Zink-Mangan-Basis zu sein, weil die Rohstoffe sehr günstig sind. Daran forschen Wissenschaftler des Pacific Northwest National Laboratory. Zwar sollen solche Batterien eine wesentlich höhere Energiedichte als herkömmliche Batterien haben, sie halten dafür aber nur wenige Ladezyklen durch. Besonders schwer für die Forscher war es, das richtige chemische Verhältnis zwischen Zink und Mangan zu finden. In der Forschung ging man zunächst davon aus, dass sich Zink-Ionen durch den Elektrolyt genauso bewegen würden, wie Lithium-Ionen. Die Akkus büßten bei den ersten Tests jedoch schnell ihre Ladekapazität ein, da das Mangan seine Reaktionsfähigkeit verlor. Die Forscher erhöhten deshalb die Mangankonzentration. Dadurch blieb die Kapazität der Batterie auch nach 5000 Ladezyklen bei 92 Prozent.

Aluminium

Wissenschaftler der TU Bergakademie Freiberg forschen an einer Hochvalent-Ionen-Festkörperbatterie auf Aluminium-Basis. Die Anode besteht aus reinem Aluminium. Aluminium hat eine vier mal höhere theoretische Ladungsdichte als Lithium. Bei gleichem Volumen besitzt ein Auto mit einem Aluminium-Ionen-Akku die zwei- bis sechsfache Reichweite eines Fahrzeugs mit Lithium-Ionen-Akku. Die Forscher nutzten zunächst einen Algorithmus zur Materialbewertung für elektrochemische Energiespeicher. Die wichtigsten Kennwerte sind dabei die Dichte, der Oxidationszustand, die jeweiligen Standardpotentiale und die gravimetrischen und volumetrischen Kapazitäten und damit die spezifische Energiedichte. Zusätzliche Parameter wie Umweltverträglichkeit, die Elementhäufigkeit in der Erdkruste und der Preis wurden ebenso herangezogen. Weitere Parameter betrafen die sogenannte Kritikalität und die Recyclingquoten. „Dabei konn-



Präparation einer Batterie im Knopfzellenformat: Forscher der TU Bergakademie Freiberg arbeiten an einer Batterie auf Aluminium-Basis.

te Aluminium, gemäß unseres Bewertungssystems, die höchste Zahl an Punkten erreichen," erläutert Tilmann Leisegang, Verbundmanager des Forschungsprojekts. Also stellte sich Aluminium als geeignetes Material heraus. Das Leichtmetall ist außerdem das am häufigsten vorkommende Metall in der Erdhülle und nach Sauerstoff und Silizium das dritthäufigste Element. Neben dem Vorteil des ausreichenden Vorkommens und der bereits etablierten Aluminium-Industrie und damit auch dem Recycling ist der Sicherheits-Aspekt von Bedeutung: Es ist im Gegensatz zu Lithium nicht an der Luft entzündlich. „Zudem sind Aluminium-Ionen-Batterien kostengünstiger und können mehr Energie speichern“, sagt Leisegang. Warum Aluminium bisher nicht eingesetzt wurde, begründet er damit, dass bisher dafür keine passenden Materialien verfügbar waren. „Also Aluminium-Ionenleiter und Elektroden, die den Aufbau einer Batterie ermöglicht

hätten“, ergänzt der Wissenschaftler. „Seit ein paar Jahren gibt es allerdings sehr viel Bewegung in diesem Bereich. Eine israelische Firma arbeitet an einer Aluminium-Luft-Batterie, ein größeres Konsortium innerhalb eines EU-geförderten Projekts an einer Aluminiumbatterie mit flüssigem Ionenleiter und eine Gruppe der Stanford Universität in Californien an einem ähnlichen Prinzip.“

The Day After Lithium

Es gibt einige Ansätze auf dem Weg zu einer neuen Akku-Generation. Bis dahin wird es darum gehen, die jetzige Lithium-Ionen-Technologie zu verbessern. Akkumulatoren müssen kleiner und gleichzeitig effizienter werden. Bestenfalls werden sie auch noch günstiger und wiederverwertbar. □



TBLC Serie, 6 – 90 Watt.
Sehr kompakte und energieeffiziente Hutschienennetzteile für Gebäudeautomation und Industrieanwendungen mit Formfaktor für Einbau in DIN 43880 Verteilgehäuse.

STROMMESSUNG EINZELNER BATTERIEZELLEN

Den Füllstand genau bestimmen

In der Elektromobilität werden Batteriezellen zur Erhöhung der Gesamtkapazität parallel verschaltet. Bedingt durch Parameter wie die Impedanz und die Kapazität teilt sich der Gesamtstrom ungleichmäßig auf die parallelen Zellen auf. Die resultierende Stromverteilung unter dynamischer Belastung ist kaum untersucht. Ein speziell dafür entwickelter Messstand ermöglicht erstmals eine exemplarische Vermessung der Verteilung unter Sinusschwingung.

TEXT: M. Steinhardt, M. Brand, M. Hofmann, S. Schuster, A. Jossen, alle TU München BILDER: TU München; iStock, Dei-sin

In der Elektromobilität und bei stationären Energiespeichern werden Batteriesysteme mit einer Vielzahl an einzelnen Batteriezellen eingesetzt. Diese Zellen können parallel oder seriell geschaltet werden, um die Kapazität und die Spannung des Systems zu erhöhen. Beispielsweise besteht das Batteriesystem eines stationären Energiespeichers in Fairbanks in Alaska aus 3.440 seriell und vier parallel geschalteten Nickel-Kadmium-Zellen. In Batteriesystemen werden Batteriezellen desselben Herstellers und Typs eingesetzt. Dennoch unterliegen die Kapazität und die Innenwiderstände der Zellen fertigungstechnischen Toleranzen. Nachweisen konnte das etwa Simon Schuster von der Technischen Universität München (TUM) in einem Beitrag für das Journal of Power Sources. Für diesen untersuchte er 484 neue Lithium-Ionen-Zellen vom Typ IHR-18650A des Herstellers E-One Moli Energy. Bei einem mittleren Innenwiderstand von 71,15 m Ω fand er einen Variationskoeffizienten von 1,94 Prozent. Diese Variation führt in Parallelschaltungen zu einer ungleichen Stromverteilung, was die Alterung des Batteriesystems beschleunigen kann.

Während ihres Betriebs sind Batteriezellen Strömen höherer Frequenz ausgesetzt. Diese Ströme entstehen beispielsweise als Restschwingung von Gleichspannungswandlern. Die Stromverteilung bei hohen Frequenzen ist jedoch schwer zu messen und entsprechend wenig untersucht. Bisherige Arbeiten zu dieser Thematik beschränken sich auf konstante Gesamtströme. Mit steigender Frequenz wächst auch der Einfluss, den die Impedanzen des Messstands auf die Stromverteilung ausüben. Außerdem steigen die Messfehler durch das Tiefpassverhalten der Stromsensoren. Das erschwert die Messung der Stromverteilung bei hohen Frequenzen zusätzlich. Um dennoch präzise Ergebnisse zu erhalten, entwickelten Forscher an der TUM einen speziellen Messstand. Mit ihm lässt sich die Stromverteilung unter Sinusschwingungen bis zu einer Frequenz von 25 kHz präzise und möglichst unbeeinflusst messen.

Aufbau des Messstands

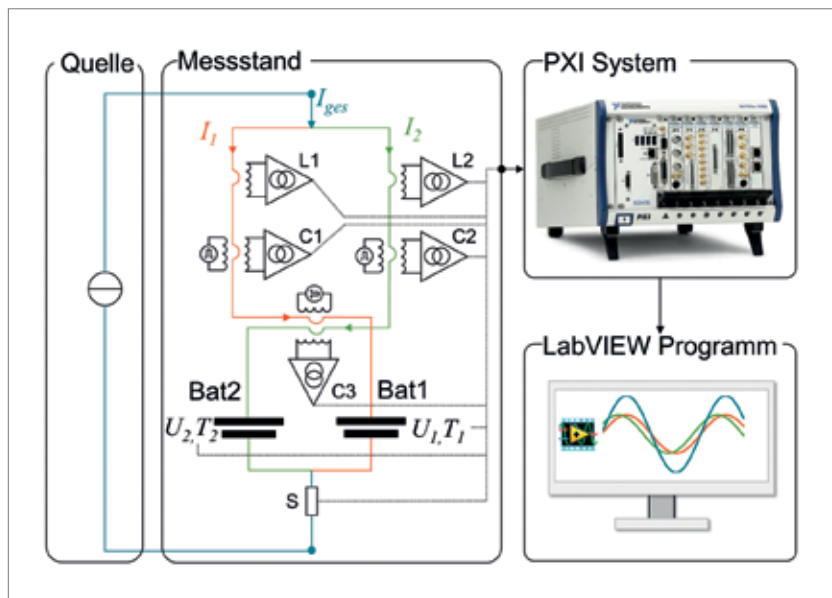
Der Messaufbau besteht aus zwei LTSR-6-NP-Hallsensoren und drei CTSR-0.6-P-Fluxsensoren von LEM und

einem 25-m Ω -CSM-Messwiderstand von Vishay, die alle über ein PXI-System ausgelesen werden. Mit diesem Aufbau ist die Stromverteilung zwischen zwei 18650-Batteriezellen bis zu einem Gesamtstrom von 8 A messbar. Jeweils ein Hall- und ein Fluxsensor bestimmen die Strangströme I_1 und I_2 in unterschiedlichen Messbereichen. Der Messwiderstand bestimmt den Gesamtstrom I_{ges} , der dritte Fluxsensor die Differenz von I_1 und I_2 . Fluxsensoren kennzeichnen sich durch zwei Sekundärwicklungen. Neben den Strömen werden die Batteriespannungen und die Temperatur aufgezeichnet.

Zur Messung der Stromverteilung unter dynamischer Belastung wurde die bestmögliche Abtastrate der Messkarte PXIe-6259 ausgenutzt. Mit







Alle im Messstand verwendeten Sensoren werden über ein PXI-System ausgelesen und mittels Labview ausgewertet.

acht Messkanäle für Strom und Spannung ist eine Abtastrate von maximal 125 kHz möglich. Sie wird durch Einschwingzeitfehler des Analog-Digital-Wandlers begrenzt, die unter anderem von der externen Beschaltung abhängen. Nach Optimierung der Kanaleinleseihenfolge und Hinzufügen von zwei Dummy-Kanälen beträgt die Abtastrate 50 kHz pro Messkanal.

Um die Menge der Messdaten unter Sinusschwingungen zu reduzieren, bietet das Programm Labview von National Instruments einen Datenreduktionsmodus mittels Fouriertransformation. In diesem Modus wird das Frequenzspektrum einer Messsekunde berechnet. Anschließend werden die zehn höchsten Amplituden plus Phase abgespeichert. Die Speicherung mehrerer Amplituden pro Messsekunde ermöglicht den Einsatz von Methoden, die spektrale Leck-Effekte reduzieren und Nichtlinearitäten ausschließen.

Impedanzen des Messstands in den Batteriesträngen beeinflussen die Stromverteilung, die sich rein durch die Batteriezellen ergibt. Aus diesem Grund wurden alle zusätzlichen Impedanzen auf ein Minimum reduziert. Durch eine Optimierung der Leiterquerschnitte sowie sorgsames Verlegen der Leiter konnte ein Gleichstromwiderstand von lediglich 0,9 mΩ in einem Batteriestrang erreicht werden.

Bei der Erfassung der Stromverteilung wurden die gemessenen Sensorkennlinien in der Software Measurement & Automation Explorer (MAX) von National Instruments hinterlegt, um Verstärkungsfehler zu reduzieren. Außerdem wurden die

Frequenzgänge der Sensoren für sinusförmige Stromsignale vermessen, um deren Tiefpassverhalten zu kompensieren.

Kalibrierung und Messergebnisse

Der Messfehler vor und nach der Kalibrierung ist als Abweichung des wahren Spitzenwertes vom Sensormesswert bei der Bestimmung der Stromamplitude von 700 mA definiert. Hier zeigt sich ein maximaler Fehler von 3 Prozent für beide Strangströme I_1 und I_2 .

Um die Stromverteilung zwischen Lithium-Ionen-Batterien unter Sinusschwingungen im Zeitbereich auszuwerten, wurden zwei der oben erwähnten Batteriezellen vom Typ IHR-18650A parallel geschaltet. Bei einer Frequenz von 19 Hz wies die Zelle im ersten Strang einen reellen Widerstand von 86 mΩ und die Zelle im zweiten Strang einen reellen Widerstand von 81 mΩ auf. Dann wurde exemplarisch die Stromverteilung bei einer Gesamtstromschwingung von 19 Hz gemessen. Bei dieser Messung lag der Spitzenwert des Gesamtstroms I_{ges} bei 411 mA. Der Strangstrom I_1 betrug 199 mA, der Strangstrom I_2 lag bei 211 mA. Da diese Werte mittels Fouriertransformation berechnet wurden, sind sie von Offset-Fehlern der Sensorik beziehungsweise der Stromquelle bereinigt. Die Vermutung liegt nahe, dass die Stromverteilung den Gesetzen des ohmschen Stromteilers folgt. In diesem Fall würde die Batteriezelle mit dem geringeren Widerstand mit dem größeren Gesamtstromanteil belastet. Diese Vermutung bestätigt sich in den Messdaten. □

ACKERMANN'S SEITENBLICKE

IT-INTELLIGENZ – FLUCH ODER SEGEN?

So schnell kann's gehen – und so lange kann's dauern: Nach jahrzehntelangem Wirken in elitären Nischenbereichen ist künstliche Intelligenz urplötzlich in den Mainstream gerutscht. Für die Medien ist sie ein Synonym für zukunftsweisenden Fortschritt geworden, gleichzeitig aber auch eins für Bedrohung.

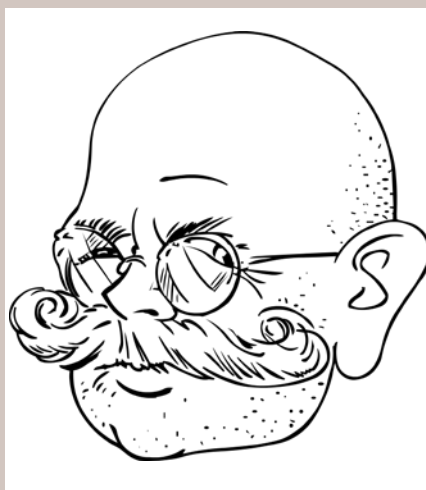
Künstliche Intelligenz (KI) war der große Trend auf der CES in Las Vegas; genauso wird sie die CeBIT und die Embedded World beherrschen. Dem Begriff „künstlich“ haftet in anderem Zusammenhang oft etwas Abwertendes an, etwa bei „künstlichem Geschmack“ oder „künstlichem Lachen“. In der IT verleiht das Adjektiv der Intelligenz jedoch einen strahlenden Glanz. Die Erfolge und Aussichten der KI sind beeindruckend, und den Laien überzeugt sie durch ihre Siege gegen die Großmeister von Schach und Go sowie gegen Quiz-Giganten in Jeopardy. Der eigentliche Nutzen dieses Bereichs der Informatik, der sich auf die Schaffung intelligenter Maschinen konzentriert, liegt aber natürlich viel tiefer.

Künstliche Fertigkeiten

Als Aufgabengebiete von Computern mit KI-Technologie sehen Fachleuten die Spracherkennung, Lernprozesse, Planung und Problemlösung an. Einer Befragung des IT-Unternehmens Infosys zufolge arbeiten die meisten KI-Anwendungen zurzeit in der Automatisierung von Big-Data-Prozessen sowie in den Bereichen Predictive und Prescriptive Analytics. Predictive Analytics beschäftigt sich vor allem mit der Frage, was passieren wird, während Prescriptive Analytics untersucht, wie sich bestimmte Ereignisse erzeugen oder verhindern lassen. In Zukunft werden aber sicher noch weitere Aufgaben für die KI hinzukommen.

Google schockte vor Kurzem etwa mit der Meldung, ihnen sei es gelungen, KI selbst KI-Software schreiben zu lassen. Wird der Mensch über kurz oder lang überflüssig? Wird KI zur Gefahr für die Menschheit, zum Beispiel indem sie – unge-

fragt und unbrembar – tödliche Waffen entwickelt und gegen uns richtet? Mit selbstlernenden Maschinen und neuen Deep-Learning-Techniken vermindert sich darüber hinaus der Hard- und Softwareaufwand, der bislang manchen Optimierungsprozessen noch Grenzen setzte.



Solange es die Elektronikindustrie gibt, begleitet Roland Ackermann sie. Unter anderem als Chefredakteur, Verlagsleiter und Macher des „Technischen Reports“ im Bayerischen Rundfunk prägt er die Branche seit den späten 1950er-Jahren mit.

Kein Platz für beide?

Und schon sind wir beim Thema Arbeitsplatzsicherheit. Es ist schon ironisch, dass die raren hochkarätigen KI-Software-Entwickler sehr viel Geld dafür bekommen, sich selbst möglichst schnell zu ersetzen. Angeblich sollen in 80 Prozent der Fälle die betroffenen Mitarbeiter in anderen Bereichen eingesetzt oder umgeschult werden. Es ist jedoch unstrittig, dass die Automatisierung Arbeitsplätze vernichtet. Das erwähnte selbst Amerikas Ex-Präsident Obama in seiner Abschiedsrede. Wird Trump deshalb das Momentum des Fortschritts, das leider vorwiegend aus den USA kommt, bremsen oder zurückdrehen wollen oder können?

„Wir müssen wohl akzeptieren, dass uns künstliche Intelligenz durch die mittlerweile ausreichende Rechen- und

Speicherleistung in der kognitiven Intelligenz manchmal überlegen ist – nicht jedoch in der emotionalen und sozialen!“ Mit dieser Aussage habe ich meine engere Umwelt, die sich über die bröckelnde Dominanz der Menschen Sorgen macht, bislang meist beruhigen können. Doch mein Nimbus als Kenner der Materie ist angekratzt, seit ein KI-Großcomputer vier anerkannten Top-Zockern beim Pokern 800.000 Dollar abnahm und dabei sowohl selbst bluffte, als auch die Bluffs und Finten seiner Gegenspieler durchschaute. Wie soll ich das erklären? □



BATTERIELAUFZEITEN FÜR WEARABLES

VOLLE PULLE FÜR DIE SMARTWATCH

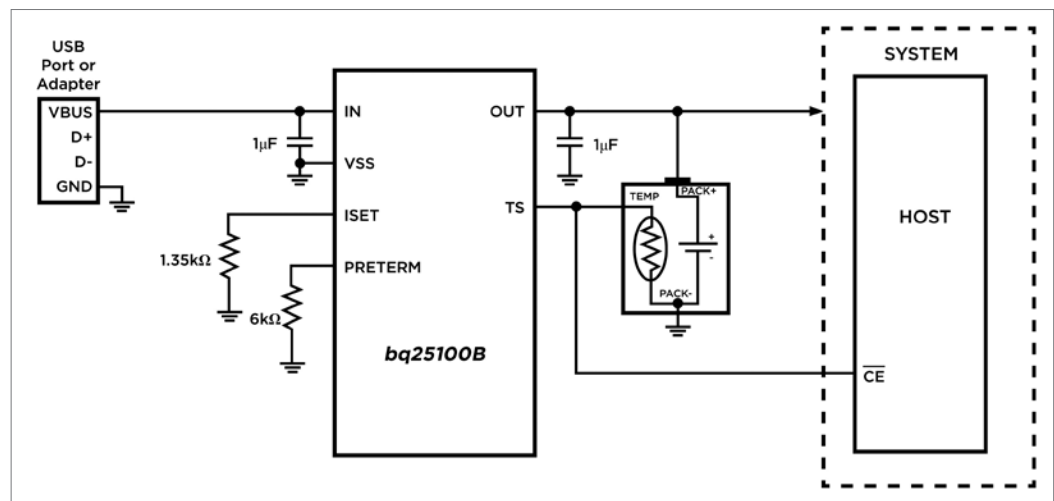
Die Batterielaufzeit ist bei vielen Wearables weiterhin zu kurz. Um sie zu verlängern, gibt es verschiedene Möglichkeiten: Ein Überblick über die gängigsten Techniken.

TEXT: Mark Patrick, Mouser Electronics BILDER: Mouser Electronics

Beim Design von Wearables müssen eine Reihe von Voraussetzungen beachtet werden. Vor allem sollen die Geräte klein und leicht sein. Diese Vorgabe hat erhebliche Auswirkungen auf die Größe der Batterie, deren Kapazität und damit auch auf die Laufzeit des Gerätes. Vor wenigen Jahren konnten sensorische Fitnessbänder noch über einfache Lithium-Ionen-Knopf-

zellen ausdauernd mit Strom versorgt werden. Das hat sich bei aktuellen Wearables stark verändert. Smartwatches, viele davon mit OLED-Farbdisplays, sind zum Beispiel wahre Stromfresser und verfügen nur über eine Batterielaufzeit von wenigen Tagen. Dass viele Wearables regelmäßig aufgeladen werden müssen, empfinden die meisten Verbraucher als lästig. Lange

Batterielaufzeiten sind zu einem wichtigen Entscheidungskriterium für Konsumenten geworden. Deshalb müssen sich die Hersteller neue Lösungen einfallen lassen, um die Akkulaufzeiten zu verlängern. Verschiedene Verfahren wie Powermanagement, kabelloses Laden, Energy Harvesting oder Batteriemangement wurden dafür entwickelt.



Eine typische Anwendung des kleinen Batterielade-IC BQ25100 von TI

Unter Energy Harvesting versteht man die Gewinnung kleiner Energiemengen aus der Umgebung, zum Beispiel dem Licht. Zwar können aus einer Lichtquelle ein paar Milliwatt Leistung gezogen werden, aber das reicht etwa für eine Smartwatch beileibe nicht aus. Mit verschiedenen Bauteilen lässt sich allerdings die Leistung verbessern. Das Harvester-Strommanagement-IC BQ25570 von Texas Instruments verwendet beispielsweise einen kombinierten Auf- und Abwärts-wandler, um gewonnene Spannungen ab 120 mV in bis zu 5 V umzuwandeln. Diese Spannung genügt, um eine Batterie aufzuladen. Zwar lässt sich keine Smartwatch komplett damit betreiben, aber immerhin verlängert sich deren Batterielaufzeit. Das BQ25570 enthält auch einen Nano-Power-Abwärts-wandler, der als zweite Energiequelle dienen kann.

Aufladen per USB oder Netzteil

Auch bei der Nutzung konventioneller Auflademethoden, beispielsweise über USB-Ports oder Netzteile, gibt es Verbesserungen. Der relativ neue Batterielade-IC BQ25100 von Texas Instruments ist zum Beispiel mit 1,6 mal 0,9 mm nur halb so groß, wie bisherige

Bauteile. Außerdem können damit auch günstige, unregelmäßige Steckdosenadapter genutzt werden. Mit einer Eingangsspannung von 28 V_{DC} und einem Überspannungsschutz ab 6,5 V_{DC} eignet sich diese hochintegrierte, lineare Ladeschaltung sowohl für Lithium-Ionen- als auch für Lithium-Polymer-Akkus.

Ein weiteres Beispiel für modernes Batterie-Lademanagement ist der XC6803A4 von Torex. Er wurde für Wearables wie Fitnessstracker, GPS-Uhren und Smartwatches entwickelt und kann für Konstantspannungs- und Konstantstromladungen konfiguriert werden.

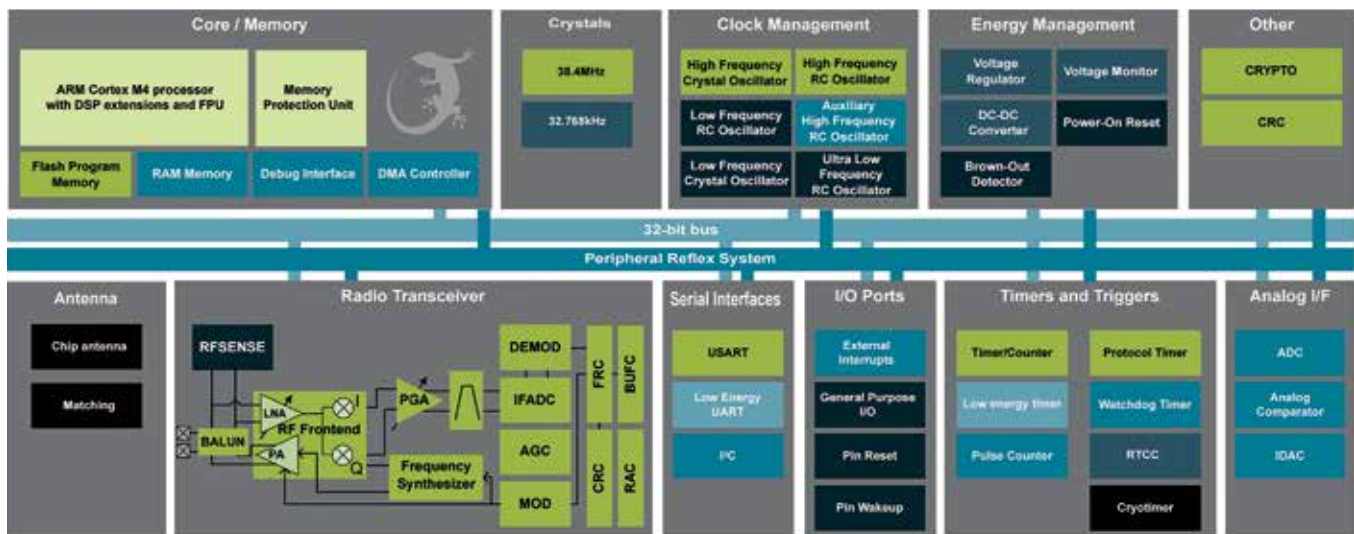
Qi-konformes drahtloses Laden

Seit einigen Jahren erfreut sich kabelloses Laden bei Nutzern von Wearables großer Beliebtheit. Immer mehr Schreibtischlampen und andere Hausbeziehungsweise Bürogeräte wurden deshalb mit einer kabellosen Ladefunktion ausgestattet. Einige Kaffeehausketten bieten sogar kabellose Ladestationen in ihren Tischen an. Für den Verbraucher bieten diese Ladegeräte mit Kabeln, die viel Platz beanspruchen.

Viele der großen Halbleiterhersteller bieten Controller für kabelloses Laden an. Für einige von ihnen gibt es komplette Referenzdesigns. Texas Instruments hat zum Beispiel zur Unterstützung des Designprozesses die vollständigen Testergebnisse und Designdateien eines Referenzdesigns namens TIDA-00318 veröffentlicht. Es beruht auf dem linearen Einzelzellen-Ladechip BQ25100 sowie dem Qi-konformen Drahtlosempfänger BQ51003. Bei Qi handelt es sich um den internationalen Standard für die Interoperabilität drahtloser Geräte. Jeder Qi-zertifizierte Empfänger drahtloser Energie ist mit einer Qi-zertifizierten Ladestation kompatibel. TIDA-00318 ist für Applikationen mit einem Ladestrom von 135 mA ausgelegt. Die mitgelieferten Gerberdateien stellen einen sehr kleinen Footprint von 5 mm mal 15 mm zur Verfügung.

Energiemanagement

Für die Batterielaufzeit von Wearables spielt die Wandlung sehr kleiner Leistungen eine wichtige Rolle. Es gibt verschiedene Methoden, das zu erreichen. Verwendet werden können dafür zum Beispiel Low-Dropout-Regler (LDO), etwa der Baureihe TPS727xx von Texas



Das Bluetooth-Modul BGM113 eignet sich für Nahbereich-Applikationen mit geringem Stromverbrauch.

Instruments. Sie verfügen über einen sehr niedrigen Ruhestrom von 7,9 μA , geringe Abfallspannungen von 65 mV bei 100 mA, 130 mV bei 200 mA und 163 mV bei 250 mA und ein sehr gutes Leitungs- und Lastschwingerverhalten. Für den störungsarmen Betrieb in HF-Applikationen sorgt ihre hohe Störspannungsunterdrückung von 70 dB bei 1 kHz. Außerdem bleiben sie auch mit kleinen, günstigen 1,0- μF -Keramik Kondensatoren stabil.

Alternativ kann ein Abwärtsrichter eingesetzt werden, beispielsweise der TPS82740A von Texas Instruments. Dieser Abwärtsrichter mit 200 mA bietet einen Wandlungswirkungsgrad von 95 Prozent und verbraucht im Betrieb nur einen Ruhestrom von 360 nA, beziehungsweise 70 nA im Standby. Das sehr kleine Modul ist in einem vollintegrierten 9-Bump-MicroSiP untergebracht, das einen Sperrwandler, eine Induktivität sowie Ein- und Ausgangskondensatoren enthält. Seine Größe beträgt 6,7 mm²

Die Methode mit einem Aufwärtsrichter ist tendenziell ineffizienter als die

Abwärtsrichter. In vielen Situationen wird das Design jedoch von der Batteriespannung eingeschränkt. Um der Spannungsanforderung eines Geräts nachkommen zu können – Displays benötigen normalerweise etwa eine hohe Spannung – ist meistens der Einsatz eines Aufwärtsrichters erforderlich. Ein Beispiel für solch ein Bauteil ist der MAX8627 von Maxim. Mit seinem Stromausgang von 1 A erzeugt er mit einem Wirkungsgrad von 95 Prozent aus einer einzelligen Lithium-Ionen-Batterie eine erhöhte Ausgangsspannung zwischen 3 und 5 V. Dabei verbraucht er lediglich 20 μA Ruhestrom.

Auf der anderen Seite der drahtlosen Energieübertragung, dem Sender beziehungsweise der Ladestation, bietet Texas Instruments das Referenzdesign TIDA-00334 an. Es ist nur als Bundle aus Testergebnissen und PCB-Designdateien erhältlich. Das Referenzdesign beruht auf dem IC BQ500212A und setzt diesen in einem ausreichend kleinen Formfaktor ein, damit er sich für Wearables eignet. Mit dem BQ500212AEVM-550 ist auch ein auf dieses Bauteil aufbauendes Evaluationsmodul mit einer Betriebsspannung von

5 V erhältlich. Es wird über Micro-USB an die Stromquelle angeschlossen. Dieses Low-Power-Design liefert einen Ausgangsstrom von bis zu 2,5 W beim Empfänger. Das Referenzdesign TIDA-00334 für den Drahtlossender besitzt nur einen Durchmesser von 30 mm, was in etwa der Größe einer Zwei-Euro-Münze entspricht.

Bluetooth und Mikrocontroller

Ein weiterer wichtiger Faktor für das Leistungsmanagement in Wearables ist die Wahl des Mikrocontrollers (MCU). Effiziente MCUs können Daten schnell verarbeiten und schalten anschließend in einen stromsparenden Ruhemodus. Seitdem 32-Bit-MCUs preislich gesehen mit den 16-Bit-MCUs mithalten können, haben die Designer von Wearables eine riesige Auswahl an leistungsstarken Low-Power-MCUs. Für Wearables eignen sich besonders die 32-Bit-Prozessorkerne Cortex-M von ARM. Vom extrem energieeffizienten Cortex-M0, bis hin zum leistungsstarken Cortex-M7, beinhaltet die Baureihe ein umfangreiches Angebot, das verschiedensten Anforderungen bei Wearables gerecht

wird. Mikrocontroller, die auf Cortex-M aufbauen, sind von vielen verschiedenen Herstellern erhältlich, unter anderem Texas Instruments, STMicroelectronics, NXP Semiconductors, Microchip Technology, Infineon, Silicon Labs und Cypress Semiconductor.

Auch der Stromverbrauch der Sensoren wird häufig vernachlässigt. Neben der Signalkonditionierung benötigen viele Sensoren ein gewisses Maß an peripheren Treiberschaltungen. Designer müssen genau darauf achten, wie viel Strom diese Schaltungen verbrauchen. Selbst ein simpler Widerstandsleiter verbraucht schließ-

lich Strom. Für die Signalkonditionierung kommen oft Operationsverstärker zum Einsatz. Mit einem Verbrauch von nur 580 nA pro Kanal ist das Modell OA4NP von STMicroelectronics eine hervorragende Wahl.

Ganzheitlichkeit ist Trumpf

Im Idealfall sollte jedes Bauteil eines Wearables seinen Beitrag zur Reduktion des Gesamtverbrauchs leisten. Entwickler müssen das Leistungsprofil jedes einzelnen Bauelements genau verstehen. Ein ganzheitlicher Ansatz trägt zu längeren Batterielaufzeiten bei,

indem er jedes verfügbare Mikroampere einspart.

Beliebt ist es zum Beispiel, stromfressende Funktionen, wie rechenintensive Anwendungen, auf einem mit dem Wearable per Bluetooth verbundenen Gerät auszuführen, zum Beispiel einem Smartphone oder einem PC. Für Entwickler von Embedded-Systemen mag der Vorstoß in die analoge, oft unberechenbare Welt des Funks abschreckend sein. Der Einbau von Bluetooth in Wearables wird jedoch durch verschiedene, für Funkvorschriften zertifizierte, Drahtlosmodule und Mikrocontroller wesentlich vereinfacht. □

The Business Place2B
Der neue Conrad Marketplace

COMING SOON

Der neue Conrad Marketplace

... zunächst in der Beta-Version.

conrad.biz/marketplace

CONRAD
Marketplace

DIFFERENZDRUCKSENSOREN

Frei Atmen

Die Inhalation von Medikamenten lässt Asthma-Patienten wieder durchatmen. Für die Messung des Gasflusses im Inhalator kommen mikrothermische Flusssensoren zum Einsatz. Eine Herausforderung für das Produktdesign, um bestmögliche Resultate bei einfacher Herstellung zu erzielen.

TEXT: Andries Bosma, Sensirion

BILDER: Sensirion; iStock, Srdjan Pav



Bei Applikationen mit hohen Präzisions- und Kostenanforderungen ist die Messung des Gasflusses ein schwieriges Unterfangen. Das ist zum Beispiel bei Medizingeräten wie Inhalatoren der Fall. Mikrothermische Flusssensoren sind dabei anderen Technologien klar überlegen. Sie lassen sich günstig und zuverlässig herstellen und weisen eine hohe Langzeitstabilität sowie Genau-

igkeit bei kleinsten Flussraten auf. Kein Wunder, dass viele Unternehmen in der Automobilindustrie, der Medizintechnik und der Gebäudetechnologie auf mikrothermische Gasfluss-Sensorik für ihre Produkte setzen. Dabei tauchen regelmäßig Fragen auf, wo im Gasfluss ein Sensor am besten platziert wird und wie die Gasführung im Produktdesign optimal angelegt werden kann.



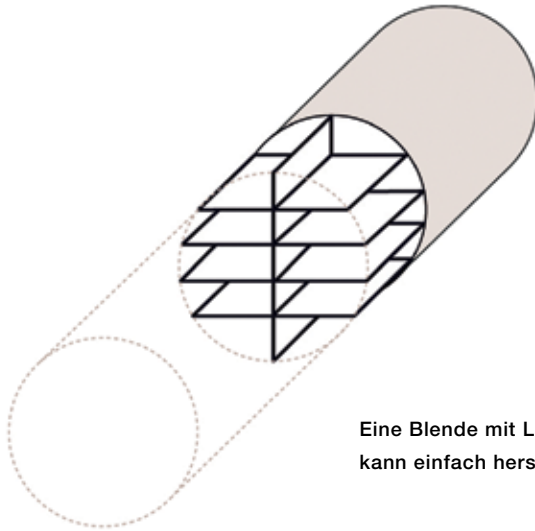
Der Gaskdurchflusses kann mit Hilfe von mechanischen Volumenzählern, Schwebekörper- und Differenzdruckmessung und Ultraschall-, Coriolis-, magnetisch-induktiven sowie thermischen Durchflussmessern bestimmt werden. Messmethoden ohne Kontakt zwischen Gas und Sensor sind relativ teuer und kommen deshalb für viele Anwendungen nicht in Frage.

Bei der klassischen Differenzdruckmessung, die den Druckabfall über die Verbiegung der Sensormembran misst, führen hingegen Hysterese-Effekte und die Ermüdung der Membran zu einer mangelnden Nullpunktgenauigkeit. Messtechniken, die auf thermischen Prinzipien basieren, umgehen beide Schwierigkeiten. Im einfachsten Fall, dem Hitzdraht-Anemometer, wird die Abkühlung eines elektrisch beheizten Drahts mit temperaturabhängigem Widerstand gemessen. Technisch anspruchsvollere Verfahren basieren auf einem Heizer und mindestens zwei Temperatursensoren, die den Wärmetransport durch das Gas messen. Sind die Sensorelemente auf nur wenige Quadratmillimeter großen Mikrochips integriert, spricht man von mikrothermischen Flusssensoren.

Neben ihrer kleinen Baugröße haben mikrothermische Sensoren noch weitere Vorteile. Die Verwendung standardisierter Herstellungsverfahren aus der Halbleiterindustrie ermöglicht eine konstant hohe Herstellungsqualität bei gleichzeitig moderaten Stückkosten. Außerdem messen moderne Sensorelemente deutlich präziser als klassische Hitzdraht-Anemometer. Eine Glasbeschichtung über dem Sensorelement schützt vor Korrosion.

Direkter Gaskontakt sorgt für Probleme

Der direkte Kontakt mit dem Gas bringt jedoch auch Schwierigkeiten mit sich. Da die Flussgeschwindigkeit nur punktuell bestimmt wird, hängt die Extrapolation auf den Gesamtfluss von der Geschwindigkeitsverteilung im Rohr ab. Diese wird wiederum von den Einlaufbedingungen beeinflusst. Zum Beispiel können eine Rohrbiegung kurz vor dem Sensor, eine unterschiedliche Beschaffenheit der Rohrinnenfläche oder Ecken und Kanten im Strömungskanal das Messresultat verändern. Auch stark verschmutzte Luft beeinträchtigt eventuell die Messzelle.



Eine Blende mit Lamellenanordnung kann einfach hergestellt werden.

Eine bewährte Lösung, diesen Problemen zu begegnen, besteht darin, den Sensorchip in einem Bypass zu platzieren. Eine Blende, eine Venturi-Düse oder Lamellen erzeugen eine Druckdifferenz, aufgrund derer ein kleiner Teil des Gasflusses durch einen Seitenkanal geleitet wird. Der mikrothermische Flusssensor sorgt dabei für hohe Genauigkeit, Reproduzierbarkeit und Stabilität, vor allem bei sehr kleinen Flussraten. Ein gutes Druckabfallelement im Bypass gewährleistet, dass der Aufbau der Druckdifferenz weniger sensibel auf sich verändernde Einlaufbedingungen reagiert. Die Massenträgheit, ein intelligentes Design der Abgriffe sowie der geringe Fluss im Bypass führen dazu, dass nur sehr sauberes Gas den Sensor erreicht.

Bypass erleichtert die Gasführung

Mit der Bypass-Lösung lässt sich die Produktherstellung erheblich vereinfachen. Die Gasführung kann unabhängig vom Sensor gebaut und der Sensor am Ende des Herstellungsprozesses eingesetzt werden. Bei richtigem Design und exakter Herstellung der Blende ist meist sogar ein Verzicht auf die Endkalibrierung des Gesamtsystems möglich. Um die gewünschten Resultate auch tatsächlich zu erreichen, sind beim Design des Bypass-Messverfahrens jedoch einige Details zu beachten.

Die Blende hat die Aufgabe, den Widerstand des Gasflusses geringfügig zu erhöhen und so eine Druckdifferenz über der Blende zu erzeugen. Für diesen Effekt kann man sich zwei physikalische Phänomene zunutze machen:

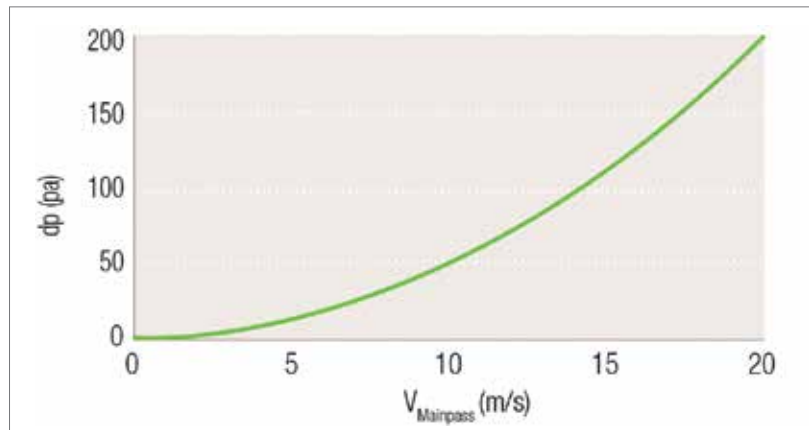
- Die Reibung zwischen dem Gas und den Wandflächen der Blende, parallel zum Fluss, führt zu einem Druckabfall, der linear mit dem Fluss zunimmt.

- Die Stirnflächen und deren Kanten führen zu Turbulenzen und damit zu einem Druckabfall, der sich quadratisch mit dem Fluss erhöht.

In der Praxis sind Blenden immer eine Mischung aus beidem. Folglich ist ihre Druck- und Fluss-Charakteristik eine Kombination aus linearen und quadratischen Anteilen. Welche der beiden Charakteristiken überwiegt, wird durch das Design der Blende bestimmt. In der Regel ist eine lineare Charakteristik die sinnvollere Variante. Dadurch wird bei kleinen Flüssen die Sensitivität erhöht, beziehungsweise der Nullpunkt stabilisiert und bei hohen Flussraten der Druckabfall kleiner gehalten.

Als Faustregel gilt, dass eine Blende aus möglichst viel Wand- und möglichst wenig Stirnfläche bestehen sollte. Klassische Ringblenden sind ungeeignet. Ideal, aber teuer sind dünne Honigwaben-Strukturen. Als guter Kompromiss hat sich eine Lamellenanordnung herausgestellt, die einfach im Spritzguss hergestellt werden kann und eine ziemlich lineare Differenzdruck- und Fluss-Charakteristik aufweist.

Dank der Massenträgheit gibt es im Bypass weniger Staubpartikel als im Hauptkanal. Ein optimiertes Design der Abgrifflöcher verringert die Staubkonzentration im Bypass nochmals erheblich. Der Abgriffkanal sollte rückwärts gerichtet sein, damit das Gas um mehr als 90 Grad drehen muss, um zum Sensor zu gelangen. Führungslamellen vor dem Abgriff halten den Fluss laminar und verringern damit das Rauschen des Messsignals. Das Abgriffloch sollte möglichst klein sein, idealerweise mit einem Durchmesser von 0,6 mm.



Die Differenzdruck/Fluss-Charakteristik einer Blende ist meist eine Kombination aus linearen und quadratischen Anteilen.

Auch wenn die Flussmessung im Bypass-Verfahren weniger sensibel auf Veränderungen der Einlaufbedingungen reagiert, ist es sinnvoll, diese Bedingungen beim Produktdesign zu berücksichtigen. Idealerweise tauchen unmittelbar vor der Messstelle keine scharfen Kurven oder Kanten im Rohr und keine abrupten Änderungen des Rohrquerschnitts auf. Außerdem kann ein über dem Gesamtdurchmesser gleichmäßig verteilter Flusswiderstand vor dem Sensor, zum Beispiel ein Sieb, helfen, Turbulenzen und andere unerwünschte Einflüsse zu minimieren.

Die Wahl des Sensors

Mit dem richtigen Sensor ist die Flussmessung im Bypass das verlässlichste und zudem kostengünstige Messverfahren. Differenzdrucksensoren sind aus folgenden Gründen ideal auf das entsprechende Anforderungsprofil abgestimmt:

- Die kleine Baugröße hilft, den Bypass und damit den Platzbedarf für die Flussmessung zu minimieren.
- Durchflussbasierte thermische Differenzdrucksensoren haben eine exzellente Empfindlichkeit und eine hohe Stabilität um den Nullpunkt herum. So kann ein großer Messbereich abgedeckt werden, zum Beispiel sowohl ein hoher Dynamikumfang, als auch eine hohe Turndown-Ratio.
- Die Sensoren sind trotz des thermischen Durchflussmessverfahrens so kalibriert, dass sie den angelegten Differenzdruck messen. Sie sind damit problemlos auswechselbar.
- Manche Hersteller bieten eine Temperaturkompensation an, die für die spezifischen Gegebenheiten der Bypass-Gasflussmessung optimiert ist.

Wird der Sensor kalibriert und temperaturkompensiert geliefert, genügt in vielen Fällen eine Stichprobenkontrolle der Blenden, da die Bauteilenschwankung moderner Spritzgussverfahren sehr gering ist.

Die sogenannte Massenfluss-Temperaturkompensation von Differenzdrucksensoren vereinfacht das Messen des Gasdurchflusses im Bypass-Prinzip. Die im Sensor integrierte Kalibrierung ist so ausgelegt, dass Flüsse über den gesamten Temperaturbereich korrekt gemessen werden können. Es bedarf also keiner zusätzlichen Temperaturkompensation bei der Umrechnung des Differenzdruck-Ausgangssignals in Massen- oder Volumenfluss. Das erspart dem Anwender eine aufwendige Charakterisierung des Bypass-Systems über verschiedene Fluss- und Temperaturmesspunkte.

Bypass-Konstruktion meistens überlegen

Zahlreiche Praxiserfahrungen und Härtetests für Produktzertifizierungen haben gezeigt, dass in den meisten Fällen eine Bypass-Konstruktion überlegen ist, wenn der Gasdurchfluss mit hoher Genauigkeit und Konstanz bei gleichzeitig geringen Kosten gemessen werden soll. Verglichen mit Messverfahren im Direktfluss lassen sich dadurch die Auswirkungen der Einlaufbedingungen verringern. Außerdem führt es zu einer deutlich höheren Sauberkeit des Gases über dem Sensor. Wird ein thermischer Differenzdrucksensor eingesetzt, kann dank dessen hoher Genauigkeit bei kleinsten Flussraten auch um den Nullpunkt äußerst präzise gemessen werden. Die Kalibrierung des Sensors auf Differenzdruck und eine geeignete Temperaturkompensation erübrigen in vielen Fällen eine zusätzliche Kalibrierung. □

DATENLOGGER FÜR DIE FAHRZEUGABSICHERUNG

Aufmerksam unter extremen Bedingungen

Ob in eisiger Kälte oder glühender Hitze – Aufschluss darüber, wie Fahrzeuge sich in Extremsituationen verhalten, liefern Erfahrungswerte, die Datenlogger sammeln. Diese müssen immer mehr Daten sammeln und deshalb kommunikativ und flexibel sein.

TEXT: Jens Powala, Ipetronik BILDER: iStock, IvanMikhaylov; Ipetronik



Leistungsfähige Datenlogger passen sich heute flexibel an wechselnde Anforderungen in der Dauerlauferprobung und bei Flottentests für Highway- und Off-Highway-Anwendungen an. Der Zugriff auf verschiedene Bus-Netzwerke, Steuergeräte-Protokolle und Bus-Traffic-Messungen in Kombination mit Video- und Audio-Daten sind gängige Anforderungen bei der Gesamtfahrzeugabsicherung.

Drahtlose Kommunikation über WLAN- und 4G-Modem-Breitbandnetzwerke stellt dabei eine essentielle Funktionseigenschaft dar, um die Logger im Flottenbetrieb bei sich ändernden

Messaufgaben effizient zu verwalten. Der skalierbare Datenlogger IPElog2 deckt verschiedene Messaufgaben bei der Gesamtfahrzeugabsicherung ab. Er verfügt über eine große Zahl an Messeingängen für CAN, LIN, Ethernet und FlexRay, die sich flexibel freischalten lassen. Deshalb kann der Logger an verschiedene Fahrzeug-Bus-Netzwerke angebunden werden.

Datenlogger für extreme Situationen

Der IPElog2 ist für den Flottenbetrieb geeignet, in dem zahlreiche Versuchsträger Testfahrten mit unterschiedlichen

Fahrprofilen absolvieren. Dazu gehören umfangreiche Heißland- wie Kaltland-Erprobungsfahrten, die das Gesamtfahrzeug unter extremen Temperaturbedingungen prüfen. Bei der thermischen Absicherung wird der Logger oft mit vielen externen, analogen Messmodulen kombiniert, die unter anderem die Temperatur messen. Dabei werden im Innenraum ganze Messgitter mit Thermoelement-Temperaturfühlern verbaut, um beispielsweise die Leistung der Klimaanlage und des Kältekreislaufs beurteilen zu können. Die thermische Absicherung umfasst auch die Temperaturverteilung von Motorraum, Getriebe, Antriebsstrang und Abgassystem.



Klassischer Messtechnik-Aufbau im Kofferraum

Bei der Erprobung von Hybrid- und Elektrofahrzeugen erfasst der IPElog2 am Hoch-Volt-Batteriesystem mit den zugehörigen HV-Messmodulen Spannung, Ströme und Temperaturen. Neben den Hardware-Schnittstellen und Datenlogger-Funktionen kommt dem Logger-Betriebssystem Testdrive eine besondere Bedeutung zu. Dieses leistet die gesamte Messablauf- und Ereignissteuerung, um eine erfolgreiche Kommunikation mit den Steuergeräten und Bus-Netzwerken aufzubauen, unter anderem über die Beschreibungsdatei-Funktion EPK-Check.

Weitere wichtige Funktionen bei der Fahrzeugabsicherung sind die ereignisgesteuerte Full-CAN-Bus-Traffic-Messung sowie die NoMessageLost-Funktion (NML), die sicherstellt, dass jede CAN-Bus-Aktivität erfasst wird. Zur individuellen Ansteuerung des Messprozesses kann der Anwender den Logger über eine SMS-Botschaft aufwecken und so die Messung beginnen. Alternativ kann der Datenlogger die Messung auch über eine Timer-Funktion zu einer definierten Uhrzeit starten.

Darüber hinaus ist das Betriebssystem in der Lage, Messdaten im Logger online

zu verrechnen und so zum Beispiel Statistikberechnungen für eine Bauteil-Lebenserwartung über die Rainflow-Klassierung zu bestimmen. Testdrive unterstützt auch einen automatischen E-Mail-Versand, der Mess- und Systemdateien im Anhang mitführt. Mit diesen Informationen kann dann der Zustand des gesamten Messsystems überwacht werden, beispielsweise über das IPEcloud-Webportal.

Die IPEcloud dient der zentralen Überwachung und Verwaltung von Datenlogger-Flotten. Das Tool, dessen Hochleistungs-Server in Deutschland gehostet werden, ermöglicht den weltweiten Zugang zu den Messdaten. Der verschlüsselte und sichere Datentransfer wird über SFTP- und HTTPS-Protokolle abgewickelt. Der Dienst bereitet unterschiedliche Messdaten mittels automatisiertem Daten-Post-Processing und automatischer Datenkonvertierung in kurzer Zeit auf, sodass diese sofort ausgewertet werden können.

Außen Alu, innen High-Tech

Der Datenlogger baut auf dem Grund- und Gehäusekonzept des IPElog auf, wurde aber in vielen Details weiterentwickelt.



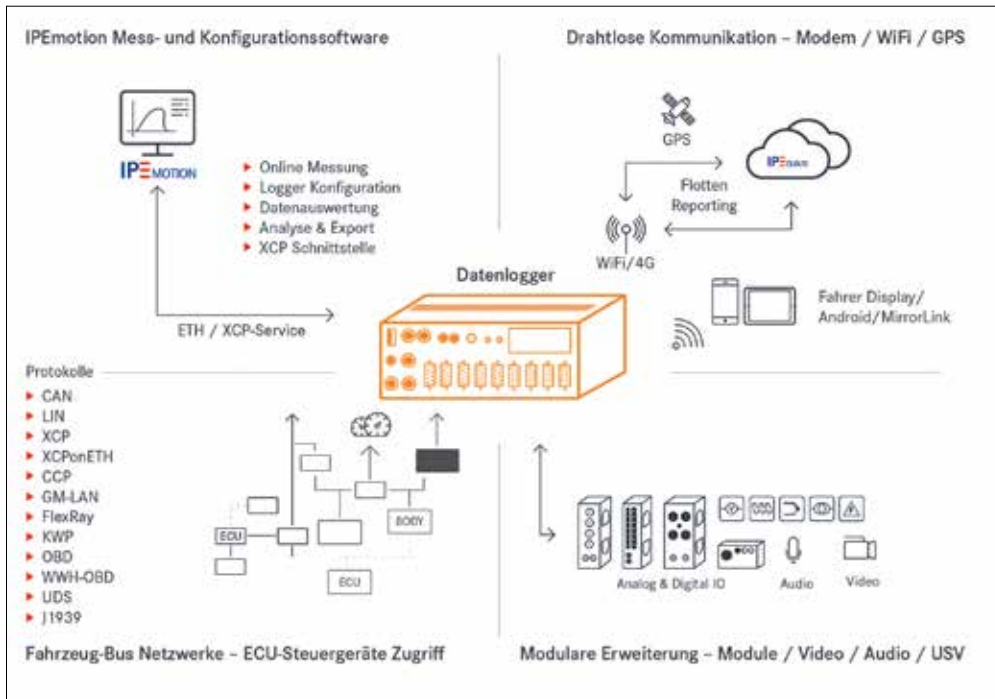
SEILZUGSENSOREN FÜR WEG, LÄNGE & POSITION

- Einfach, präzise und genau
- Verschiedene Modelle mit Messbereichen von 50 mm bis 50 m
- Auch kundenspezifische OEM-Serien
- Für schwierige industrielle Umgebung
- Verschiedene Ausgänge:
Encoder, Potentiometer, Strom, Spannung
- Einfache Montage und Bedienung



Tel. +49 8542 1680

www.micro-epsilon.de/wire



Gesamtsystem des Datenloggers und Applikationen im Überblick

Dazu gehört zum Beispiel der Audio-Eingang, mit dem der Testfahrer ereignisgesteuert Sprachkommentare sowie Geräusche zur späteren Messdatenanalyse aufzeichnen kann. Außerdem verfügt er über 18 anstatt 14 Bus- und Messeingänge und eine USB 3.0 Schnittstelle für schnellere Konfigurationsupdates und Datendownloads.

Das Gerät ist für Erprobungen unter Extrembedingungen ausgelegt. Es besitzt ein Aluminiumgehäuse gemäß Schutzart IP54 und wiegt 1.750 g. Der IPElog2 arbeitet bei Temperaturen von -40 bis 85 °C und bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 5 bis 95 Prozent. Zur Versorgung ist eine Spannung von 9 bis 36 V_{DC} erforderlich. Die typische Leistungsaufnahme liegt bei 10 W.

Das Gehäuse hat keine Lüfter, Festplatten oder sonstige mechanische Verschleißteile. Die Messeingänge für CAN, LIN, ETH und 4 DIG I/O sind untereinander vollständig galvanisch getrennt. Aufgrund seiner Vielzahl an Schnittstellen

und Messeingängen bewältigt der IPElog2 große Messaufgaben mit vielen CAN- und LIN-Bussen.

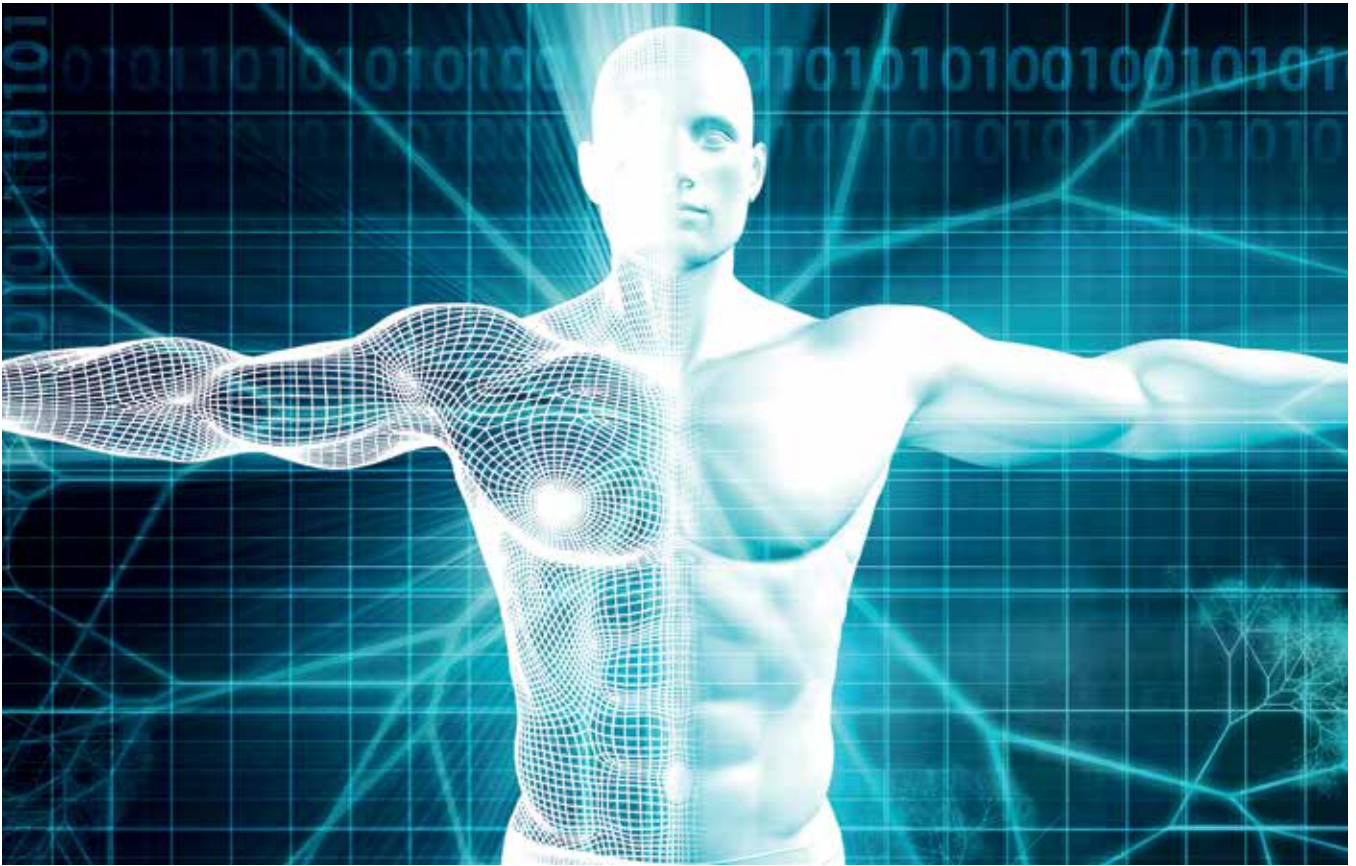
Der Datenlogger basiert auf dem 1,33 GHz schnellen Dual-Core-Prozessor Atom E3805, verfügt über 2 GByte RAM und nutzt das Echtzeitbetriebssystem RTOS-32 mit der Betriebssoftware Testdrive. Die Speicherung der Messdaten erfolgt per CFast-Technologie mit bis zu 64 GByte Datenvolumen. Um den steigenden Anforderungen an Ethernet-basierte Protokolle und Busse gerecht zu werden, unterstützt der Datenlogger zwei Gigabit-Ethernet-Messeingänge. Über diese Eingänge lassen sich XCPonEthernet-Protokolle und Automotive-Ethernet-Netzwerke einbinden. Das Messen von FlexRay-Signalen wird über den FlexRay-Extender realisiert.

Videoaufzeichnung und Fernübertragung

Die autarke Aufzeichnung von Bilddaten und Videos spielt in vielen Bereichen der Entwicklung eine immer wichtigere

Rolle. Sie ermöglicht etwa die Erkennung von Straßenhindernissen und der Beschilderung, die Überprüfung des Zustands und Typs von Anbaugeräten von Landmaschinen, die Umgebungsermittlung, inklusive Brücken, Tunnel und Straßenführungen, die Erfassung des Verhaltens und der Arbeitsverrichtung beispielsweise von Baumaschinenführern, oder die Füllstands-Überwachung, zum Beispiel des Kühlflüssigkeits-Behälters im Motorraum.

Der IPElog2 unterstützt die drahtlose Übertragung von Messdaten sowohl über eine integrierte Wi-Fi-Schnittstelle gemäß Standard IEEE 802.11 b/g, als auch über ein UMTS-Modem (3G). Das WLAN-Modul kann selbst einen Access Point zur Verbindung von Endgeräten wie Tablets aufbauen. Das Modem ist modular bestückbar und an den Einsatzort anpassbar. Um die Positionsdaten des Fahrzeugs mit den Messdaten synchron ermitteln zu können, ist ein GPS-Empfänger inklusive Gyro verbaut. Dieser erfasst die Drehbewegungen des Fahrzeugs entlang aller drei Achsen. □



SICHERHEITSRISIKO WEARABLES

DER GLÄSERNE MENSCH

Blutdruck, Herzfrequenz, Alkoholpegel: Es gibt kaum persönlichere Daten als jene, die Medizin-Wearables über ihren Träger sammeln. Der Schutz dieser Daten ist deshalb sehr wichtig. Wie man Wearables sinnvoll absichert, erfahren Sie hier.

TEXT: Andrew Caples, Mentor Graphics **BILDER:** Mentor Graphics; iStock, Kentoh

Tragbare medizinische Geräte versetzen Mediziner in die Lage, die Vitaldaten eines Patienten rund um die Uhr aus der Ferne zu überwachen. Das reicht von der Hirnaktivität am Morgen, über die Herzaktivität beim Fahren im Nachmittagsverkehr, bis hin zum Blutzuckerwert während eines leichten Abendessens. Geräte können sogar in den menschlichen Körper implantiert werden. Das ermöglicht die Überwachung und Speicherung praktisch aller physiologischer Metriken. Die Daten liefern nicht nur ein klares Bild des täglichen Verhaltens, sie bieten auch eine historische Momentaufnahme vom Gesundheitszustand des Benutzers.

Leider können diese Daten auch missbraucht werden, wenn sie Cyberkriminellen in die Hände fallen. Aber auch Versicherungsgesellschaften möchten sie nutzen, um zum Beispiel ihre Beiträge anzupassen. Im Zusammenhang mit der Sammlung persönlicher Daten fordern staatliche Stellen und Verbraucher zunehmend höhere Sicherheitsstandards für diese Geräte. Die Bürde liegt beim Geräteentwickler, der nun Schutz gegen gängige Angriffe implementieren muss.

Die Entwicklung eines tragbaren Geräts erfordert die Auswahl des richtigen Halbleiter-Bausteins. Prozessoren mit bereits

IMPRESSUM

Herausgeber Kilian Müller

Redaktion Florian Streifinger (Managing Editor/verantwortlich/-68), Roland R. Ackermann (freier Mitarbeiter), Selina Doulah (-37), Anna Gampenrieder (-20), Tabea Lothar (-29), Florian Mayr (-81), Sabrina Quente (-69)

Newsdesk Regina Levenshtein (News Manager/-80)

Redaktionskontakt newsdesk@publish-industry.net

Anzeigen Saskia Albert (Director Sales/verantwortlich/-50), Caroline Häfner (-53), Doreen Haug (-27), Damian Kutzmutz (-67), Christian Schlager (-31), Jessica-Laura Wygas (-44);
Anzeigenpreisliste: vom 01.01.2017

Sales Services Ilka Gärtner (-42), Marina Schiller (-32), Anna Wastl (-33); dispo@publish-industry.net

Marketing & Vertrieb Anja Müller

Herstellung Veronika Blank

Verlag publish-industry Verlag GmbH, Nymphenburger Straße 86, 80636 München, Germany
Tel. +49.(0)89.50 03 83-0, Fax +49.(0)89.50 03 83-10, info@publish-industry.net, www.publish-industry.net

Geschäftsführung Kilian Müller, Frank Wiegand

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

Abonnement Das Abonnement enthält die regelmäßige Lieferung der E&E (derzeit 9 Ausgaben pro Jahr inkl. redaktioneller Sonderhefte und Messe-Taschenbücher) sowie als Gratiszugabe das jährliche, als Sondernummer erscheinende E&E-Kompodium.

Jährlicher Abonnementpreis

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

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

Druck Firmengruppe APPL, sellier druck GmbH, Angerstraße 54, 85354 Freising, Germany

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

ISSN-Nummer 1869-2117

Postvertriebskennzeichen 30771

Gerichtsstand München

Der Druck der E&E erfolgt auf FSC®-zertifiziertem Papier, der Versand erfolgt CO₂-neutral.

Mitglied der Informations-gemeinschaft zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern e.V. (IVW), Berlin



integrierten Sicherheits-IP-Blöcken stellen die Grundlage für eine hohe Geräte- und Datensicherheit dar. Beim Prozessor muss auf Sicherheitsmerkmale, wie sicheres Booten, Boot-Sicherungen (Fuses), Krypto-Engines sowie Gerätepartitionierung, geachtet werden.

Security beginnt bei den Bauelementen

Die heutigen System-on-Chip-Prozessoren (SoC) für tragbare Geräte beinhalten die Hardwarefunktionen zur

- Authentifizierung der Software vor der Ausführung,
- Verschlüsselung der gespeicherten Daten,
- Signierung von Daten, um deren Integrität zu erhalten,
- Partitionierung des Geräts, um das Eindringen von Malware in das System zu verhindern.

Ein wichtiger Aspekt für ein sicheres Gerät ist das Speichern von Sicherheitsschlüsseln für die Verschlüsselung und Entschlüsselung und Hash-Funktionen auf dem Halbleiter. Um sicherzustellen, dass die Software nicht manipuliert wurde, müssen Softwaremodule vor der Ausführung authentifiziert werden. Das beginnt mit der Authentifizierung des Boot-Codes und geht über das Betriebssystem, Middleware und Applikation hinaus, um eine hierarchische Vertrauenskette zu bilden.

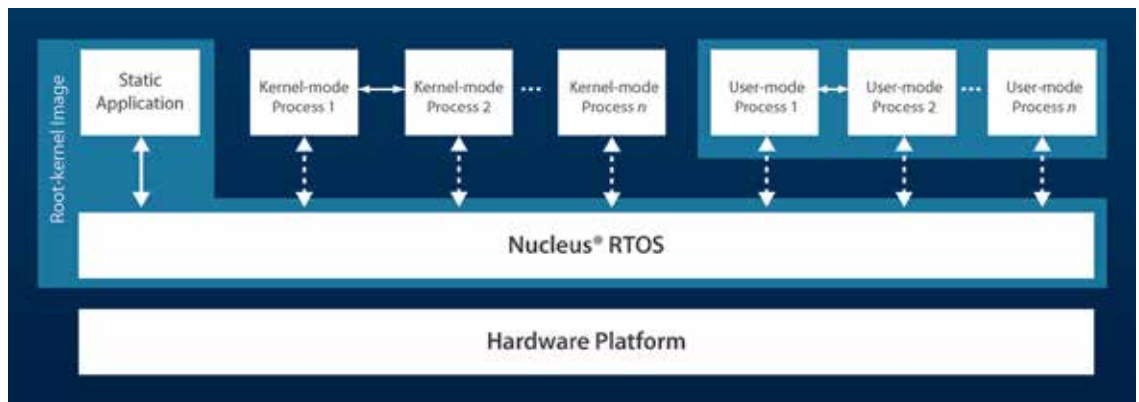
Was ist eine Vertrauenskette?

Bei einer Vertrauenskette werden verschiedene Software-schichten zur Validierung der Integrität authentifiziert, bevor die Kontrolle an die Ausführung übergeben wird. In einigen Fällen müssen Daten zusätzlich zur Integritätsprüfung entschlüsselt werden. Die Authentifizierung und Entschlüsselung von sicheren Daten erfolgt auf der Basis von sicheren Schlüsseln, die in das Speichermedium eines Geräts einprogrammiert sind. Moderne SoCs für tragbare Geräte bieten zu diesem Zweck Funktionen zum Speichern von Sicherheitsschlüsseln.

Um Manipulationen durch die Verwendung von Boot-Sicherungen zu verhindern, können während der Fertigung Sicherheitsschlüssel fest in spezielle sichere Speicher programmiert und isoliert werden. Bei den verwendeten Geräten können Boot-Modi so gesteuert werden, dass das System immer im sicheren Modus bootet und die Authentifizierung und Validierung aller geladenen/gebooteten Softwaremodule gewährleistet.

FIRMEN UND ORGANISATIONEN IN DIESER AUSGABE

Firma	Seite	Firma	Seite
Aavid Kunze	53	Mooser.....	U3
Alpha-Numerics.....	50, 54	Mouser Electronics	16
ATP	40	National Instruments.....	12
Austerlitz Electronic.....	55	NXP.....	16
Beta Layout	33	Schukat	51
Bürklin	9	Sensirion.....	20
Conrad Electronic	19	Silicon Labs.....	16
CTX Thermal Solutions	56	Socionext Europe	44, 45
Cypress.....	16	STMicro	16
Digi-Key	Titel, U2, 4	Texas Instruments	16
Elektrosil	29	TQ-Systems	32
Fischer Elektronik.....	3, 47, 48, 57	Traco Electronic	11
FTCAP	34, 39	TU Bergakademie Freiberg.....	8
Garz & Fricke.....	30	TU München.....	6, 12
Infineon.....	16	Turck Duotec.....	5
Ipetronik	24	Wibu Systems.....	31
Mentor Graphics	27	Würth Elektronik eiSos.....	35, 37
Microchip	16, 43		
Micro-Epsilon.....	25		



Das Nucleus-Prozess-Modell ist ein Ansatz für die Partitionierung, der geschützte Speicherbereiche erzeugt.

Den höchsten Schutz bietet das Verschlüsseln der Daten während des Ruhezustands und der Übertragung. Für effiziente Kryptographie sollten SoCs mit Krypto-Engines in Betracht gezogen werden. Die Krypto-Engine ist ein eigenständiges Modul, das dem Prozessor die Verschlüsselungs- und Entschlüsselungsarbeit abnimmt. Als eigenständiger IP-Block erschwert es die Krypto-Engine Hackern, Möglichkeiten für den Zugriff auf den Verschlüsselungsprozess auszuforschen. Der Einsatz einer Krypto-Engine hat großen Einfluss auf die Fähigkeit einer Anwendung, Daten schnell und effizient zu sichern.

Die ARM Trustzone, oder sicherer Speicher, kann zur Partitionierung der Systemressourcen verwendet werden. Auf diese Weise lassen sich Sicherheitsschlüssel speichern, die den Zugriff durch unerwünschte Anwendungen oder Malware verhindern. Die Isolierung der Hardware kann über den Systemspeicher hinaus ausgedehnt werden, um E/A-Bereiche von Geräten mit einzubeziehen, die im Speicher abgebildet sind. Systemressourcen können als sicher maskiert werden, so dass nur auf diejeni-

gen Anwendungen zugegriffen werden kann, die in der sicheren Domäne ausgeführt werden.

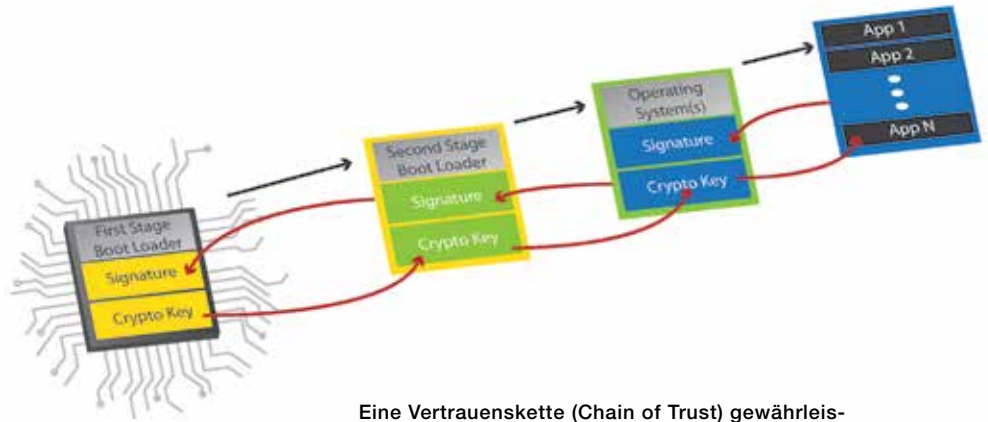
Security steht und fällt mit der Software

Ohne die richtige Software erfordern die verwendeten Hardware-Sicherheitsfunktionen unter Umständen die Entwicklung zusätzlichen Codes, was die Entwicklungskosten und -zeit und die Komplexität in die Höhe treibt. Im schlimmsten Fall kann die falsche Software dazu führen, dass Sicherheitsmerkmale ganz weggelassen werden. Entscheidend ist es, ein Betriebssystem mit einem Framework zu verwenden, das Sicherheits-IP-Blöcke, einschließlich Krypto-Engines, sicheres Booten im Halbleiter und gemeinsame Algorithmen und Chiffren unterstützt.

Das richtige Betriebssystem enthält ein Framework, mit dem sich eine Vertrauenskette für die Software-Authentifizierung vor der Code-Ausführung aufbauen lässt. Diese wird benötigt, um nicht modifizierte Software zu verifizieren. Zusätzlichen Schutz

Volle Engineering-Bandbreite für smarte Steuerungen

- Systemlösungen
- Embedded Boards und Module, IPC
- Touch & Displays Solutions
- LED & OLED



Eine Vertrauenskette (Chain of Trust) gewährleistet, dass jede heruntergeladene Datei signiert und authentifiziert ist - vom Boot-Loader bis zur Anwendungsebene.

PERFECT MATCH

by Garz & Fricke

Reliable Quality
Made in Germany



Single Board Computer and Human Machine Interface

- Complete system with CPU board, display, touch, front glass and housing
- NXP ARM®i.Mx6 architecture
- Scalable CPU performance
- Ready-to-run systems
- Industrial solutions
- Board support packages with drivers for all interfaces
- Operating systems: Windows Embedded Compact®, Linux and Android™

bietet die Datenverschlüsselung. Sie gewährleistet, dass Daten nur von autorisierten Personen gelesen und modifiziert werden können, was für die Sicherheit von Geräten sehr wichtig ist. Da tragbare Geräte üblicherweise eingeschränkte Ressourcen haben, besteht die Notwendigkeit an Krypto-Bibliotheken mit kleinem Speicherbedarf, die eine zu OpenSSL gleichwertige Funktionalität bieten.

Aufgrund der begrenzten Speicherkapazität muss die Betriebssystemumgebung sowohl für die Laufzeit, als auch für das Dateisystem, Executing-in-Place und dynamisches Laden unterstützen. Um die Daten vor Beeinträchtigungen zu schützen, sollten innerhalb des Dateisystems Verschlüsselungs- und Hash-Funktionen vorhanden sein.

Eine wichtige Voraussetzung für sichere tragbare Medizingeräte ist die Möglichkeit, die Geräte mit den neuesten Sicherheits-Patches zu aktualisieren. Aufgrund des Drucks bei der Time-to-Market bestücken SoC-Anbieter ihre Chips regelmäßig mit freien Echtzeit- oder Linux-Betriebssystemen. Die Hersteller von tragbaren Geräten wählen die Halbleiter anhand der Preise und Funktionsmerkmale aus, die die begleitende Software bietet. Riskant dabei ist, dass bei Sicherheitsproblemen keine Einheit das Know-how oder die Fähigkeit dazu besitzt, die Software

nach ihrer Auslieferung zu patchen. Der Chiphersteller ist mit der Lieferung der nächsten Chip-Version beschäftigt und hat vielleicht nicht die Möglichkeit, ältere Softwareversionen zu aktualisieren und zu patchen. Und die Betriebsumgebung bietet nicht das Framework, um bei Bedarf ein Softwaremodul oder die gesamte Betriebsumgebung dynamisch zu aktualisieren. Ein kommerzielles Betriebssystem mit Funktionen, die zum Zeitpunkt ihrer Entstehung Software-Upgrades und -Updates zum Patchen von Sicherheitsfragen unterstützen, ist daher entscheidend für die Sicherheit von medizinischen Wearables.

Skalierbare Security

Da Hardwareanbieter mehr Sicherheitsfunktionen in neue SoCs integrieren, müssen Softwareentwickler ein hoch skalierbares Betriebssystem mit umfassenden Fähigkeiten auswählen. Nur dadurch kann es die Anforderungen erfüllen, die Geräte mit eingeschränkten Ressourcen an es stellen. Das gleiche Betriebssystem muss auch über ein Sicherheits-Framework verfügen, das es Entwicklern erlaubt, die Gerätesicherheit zu verbessern. Mit Mentor Graphics Echtzeitbetriebssystem (RTOS) Nucleus mit Prozessmodell-Framework lassen sich diese Anforderungen erfüllen. Es unterstützt deshalb Entwickler dabei, die Sicherheit von tragbaren Medizingeräten zu verbessern. □

SOLUTIONS THAT COMPLETE!

GARZ & FRICKE

Garz & Fricke GmbH | Hamburg | Germany
info@garz-fricke.com | www.garz-fricke.com



CODEMETER 2.0

Lizenzen vor Unbefugten schützen

Über Software verschaffen sich Cyberkriminelle immer öfter Zugang zu Embedded-Systemen. Sie muss deshalb besonders abgesichert werden. Gleichzeitig bietet Software Herstellern die Möglichkeit, zusätzliche Umsätze zu generieren, etwa über Lizenzmodelle. Verbinden lässt sich beides, Absicherung und Lizenzierung, mit der neuen Version der Codemeter-Technik.

TEXT: Marco Blume, Wibu Systems **BILDER:** Wibu-Systems; iStock, Daniel Schweinert

ROBUSTHEIT



Mehr als Embedded Module
Für alle Anforderungen



TQMT1042
nur 74 x 54 mm
360 Pins

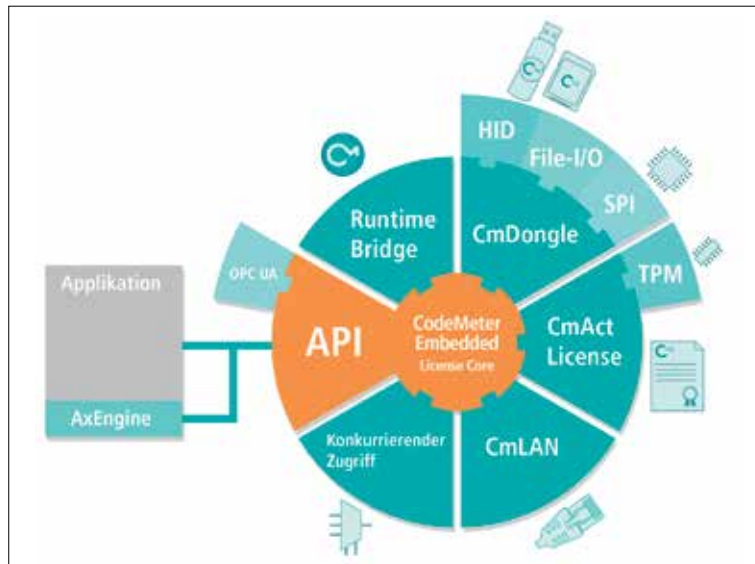
- Power Architecture Modul mit QorIQ™ T1042/T1040 Prozessoren von NXP
- Langzeitverfügbarkeit 10 - 15 Jahre
- Einsatz in rauer Umgebung
- Industrieller Temperaturbereich
- Funktionssicherheit



14.-16. März 2017
Besuchen Sie uns: Stand 1.578

TQ-Group | Tel. 08153 9308-0
Mühlstraße 2 | 82229 Seefeld
info@tq-group.com
www.tq-group.com/Robustheit


Technologie in Qualität



CodeMeter Embedded 2.0 ist modular aufgebaut, sodass jeder Hersteller die für seine Anwendung passende Konfiguration verwenden kann.

Das Maschinen, Anlagen und intelligente Geräte richtig funktionieren, hängt immer stärker von der dazugehörigen Embedded-Software ab. Über sie können sich Angreifer, wie Wirtschaftsspionen und Saboteuren, allerdings auch Zugriff auf die Geräte und Anlagen verschaffen. Hersteller müssen ihre Software deshalb vor unerlaubten Zugriffen schützen. Gleichzeitig suchen sie nach Wegen, um mit ihren Embedded-Lösungen neue Umsätze zu generieren. Eine Möglichkeit dafür ist das Aufsetzen von Lizenzmodellen.

Damit die Lizenzierung funktioniert, muss die Embedded-Software vor unbefugtem Zugriff geschützt werden. Am effektivsten erreicht man das mit einer Verschlüsselung. Eine Lizenz kann neben der Erlaubnis zur Softwarenutzung – und somit der Entschlüsselung – weitere Merkmale haben. Unter anderem kann eine Nutzungsdauer oder ein Zähler vorgegeben werden. Mit ihr lassen sich aber auch gesicherte Daten, wie Betriebsparameter, übermitteln. Über zusätzliche Lizenzen können weitere Funktionen

freigeschaltet werden, beispielsweise die Anzahl nutzbarer Messkanäle oder zu steuernder Achsen. Und natürlich ist die Lizenz an das Zielsystem gebunden und somit nicht kopierbar.

Das kann die neue Version

Mit der Codemeter-Technik von Wibu-Systems können Hersteller beides umsetzen: Den Schutz ihrer Produkte und die Monetarisierung mit Hilfe von Lizenzierung. Speziell für Embedded-Systeme hat Wibu-Systems CodeMeter für modulare und ressourcensparende Einsätze angepasst. CodeMeter Embedded ist eine modulare Laufzeitumgebung für Embedded-Systeme, wie Linux Embedded, VxWorks, QNX oder Android, und besteht aus einem Teil der Funktionen von CodeMeter Runtime für PC-Systeme. Gegenüber der PC-Version wurden die höheren Anforderungen an die Echtzeitfähigkeit und der geringere Arbeitsspeicher- und Rechenleistungsbedarf berücksichtigt. Hersteller können die CodeMeter Protection Suite für PC-Software, aber auch für Embed-

Einzigartig: Gratis 3D-MID-Software

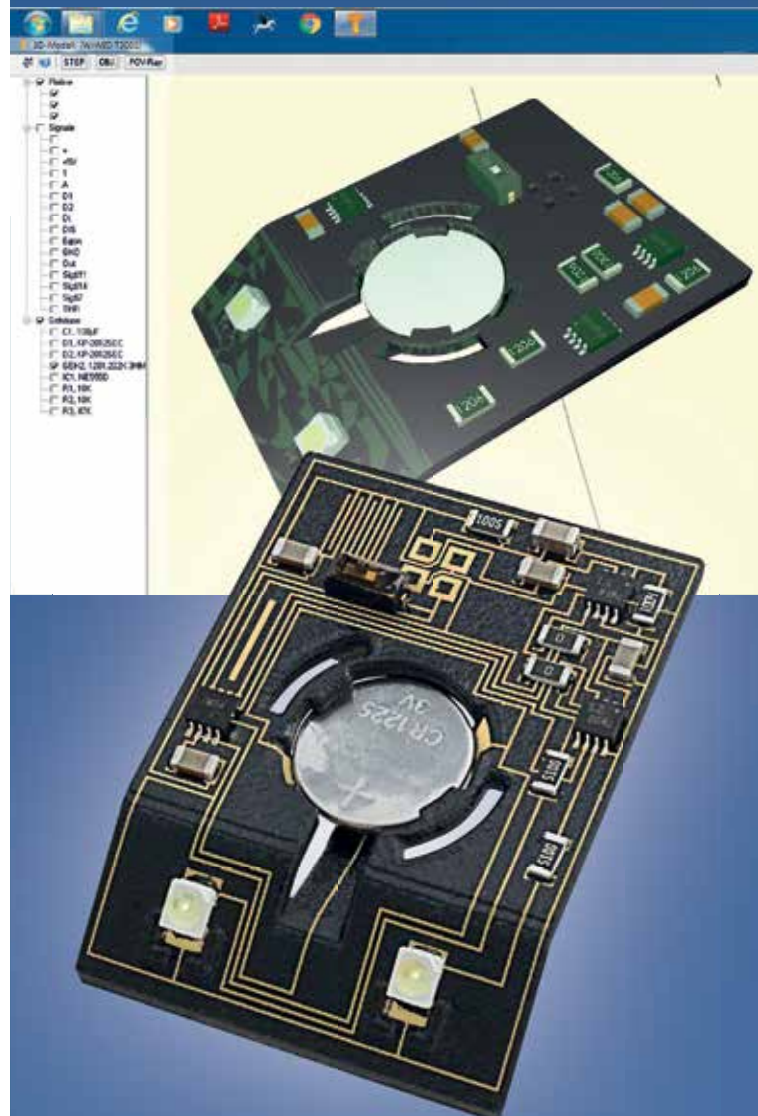
ded-Systeme einsetzen. Dafür gibt es die speziellen Verschlüsselungstools AxProtector Codemeter Embedded und ExProtector. Für kleine Mikrocontroller gibt es außerdem die Variante Codemeter µEmbedded.

Die neue Version 2.0 von Codemeter Embedded kann mit mehreren Prozessen auf einen Schlüsselspeicher zugreifen. Das heißt die notwendigen Schlüssel werden in der Schutzhardware CmDongle oder der Aktivierungsdatei CmActLicense chiffriert abgelegt. Bisher war das in der Embedded-Variante absichtlich nicht enthalten, um den Code möglichst klein zu halten. Inzwischen sind Embedded-Systeme allerdings deutlich leistungsfähiger geworden. Die Codemeter-Funktionen unterstützen daher, dass sich mehrere geschützte Programme oder Prozesse den Zugriff auf einen CmContainer teilen können. Durch das veränderten Design, genannt License Core, wird die Lizenzierung flexibler und performanter.

Anstelle eines USB Dongles kann in der Version 2.0 auch über die SPI-Schnittstelle ein Schlüsselspeicher in Form eines ASICs angesprochen werden. Dies spart den Umweg über den USB-Stack, braucht weniger Strom und bindet den Smart-Card-Chip direkt an. Außerdem können weitere Softwarekomponenten eingebunden werden. Basierend auf dem License Core ist auch die Nutzung eines OPC-UA-Stack möglich, der Codemeter als Schlüsselspeicher nutzt. Auch die Codemeter-Lizenz lässt sich über das OPC-UA-Protokoll updaten.

Das passende Paket schnüren

Codemeter Embedded ist wie ein Baukasten aufgebaut, der viele Funktionen modular zur Verfügung stellt. Sie ist somit kein monolithischer Block, sondern lässt sich individuell den Kundenanforderungen nach anpassen. Der Hersteller wählt einfach die von ihm benötigten Bereiche aus. Dadurch belegt sie nicht unnötig Systemressourcen. □





Kondensatoren für Bordnetzumrichter

Konstante Spannung in der Bahn

In Zügen müssen zahlreiche Verbraucher, von der Anzeigetafel bis zur Klimaanlage, mit elektrischer Energie versorgt werden. Diese Aufgabe übernehmen Bordnetzumrichter. Eine besondere Rolle kommt dabei ihren Kondensatoren zu, wie das Beispiel neuer S-Bahnen in Hamburg zeigt.

TEXT: Dirk Herrmann, FTCAP **BILDER:** FTCAP; iStock, Scanrail

Der Hamburger S-Bahn-Betreiber hatte für 60 neue Nahverkehrszüge, die seit Anfang 2017 im Probetrieb fahren, Bordnetzumrichter bestellt. Ihre Aufgabe ist es, das AC-Netz der S-Bahn-Fahrzeuge mit Energie zu versorgen. Sie werden vom Hersteller Knorr-Bremse Powertech als komplettes Bauteil für den Einbau in einen Unterflur-Container geliefert. Ihre Eingangsspannung erhalten sie entweder aus einem

Traktions-Zwischenkreis mit $1.800 V_{DC}$ oder aus einer dritten Schiene mit $1.200 V_{DC}$. Die Umrichter sind kompakt gebaut, haben eine hohe Ausgangsleistung von 160 kVA und sind dank ihrer Flüssigkeitskühlung sehr platzsparend. Ihre Maße betragen lediglich 120 mal 55 mal 50 Zentimeter, bei einem Gewicht von 340 kg. Da die Umrichter im Zug gut zugänglich sind, lassen sich die Leistungsmodule unkompliziert warten.

Die Bordnetzrichter ET 490 sind für S-Bahnen gedacht. Die Kondensatoreinheiten, im Bild rechts und links vorne, wurden speziell für sie entwickelt.



Eine zentrale Rolle in ihnen kommt den Kondensatoren zu. Im Gesamtsystem des Umrichters fungieren sie als Zwischenkreiskondensatoren, sorgen also für eine konstante Spannung und liefern bei Bedarf Strom. Die Liste der Anforderungen, die Knorr-Bremse stellt, ist lang:

- gute thermische Anbindung an den Kühlkörper
- einfache, aber robuste Bauweise
- rüttelfest, kompakt und leicht zu montieren
- serielle Anordnung in einem Gehäuse mit integrierten Busbars

Zudem müssen die Kondensatoren selbstverständlich den elektrotechnischen Anforderungen genügen. Folgende Größen sind dafür relevant:

- Ripplestrom-Belastbarkeit
- Spannungsbeanspruchung
- Verlustleistung
- Kapazität

Als Lieferanten für die Kondensatoren entschied sich Knorr-Bremse für das Husumer Unternehmen FTCAP. Die Firma kümmert sich vor allem um Sonderlösungen für Spezialaufträge und ist schon seit Jahren in der Bahntechnik aktiv. „In dieser Branche werden oft besondere Anforderungen an die Bauteile gestellt. Zum Beispiel ist meist wenig Platz vorhanden oder wir müssen unsere Kondensatoren besonders rüttelfest machen“, erzählt Thomas Ebel, Geschäftsführer von FTCAP.

4power!



#redCUBE

*WE speed up
the future*



REDCUBE Terminals bieten einen höchst zuverlässigen Hochstromanschluss auf der Leiterplatte. Geringe Übergangswiderstände garantieren eine minimale Eigen Erwärmung. Vier Bauformen decken alle führenden Bestückstechnologien ab und ermöglichen eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten.

www.we-online.com/redcube

- Höchste Flexibilität durch vielfältige Anschlussstechnologien
- Extreme Stromtragfähigkeit von bis zu 500 A
- Vielfältige Wire-to-Board und Board-to-Board Lösungen
- Minimaler Übergangswiderstand
- Außergewöhnlich hohe mechanische Stabilität



REDCUBE PRESS-FIT



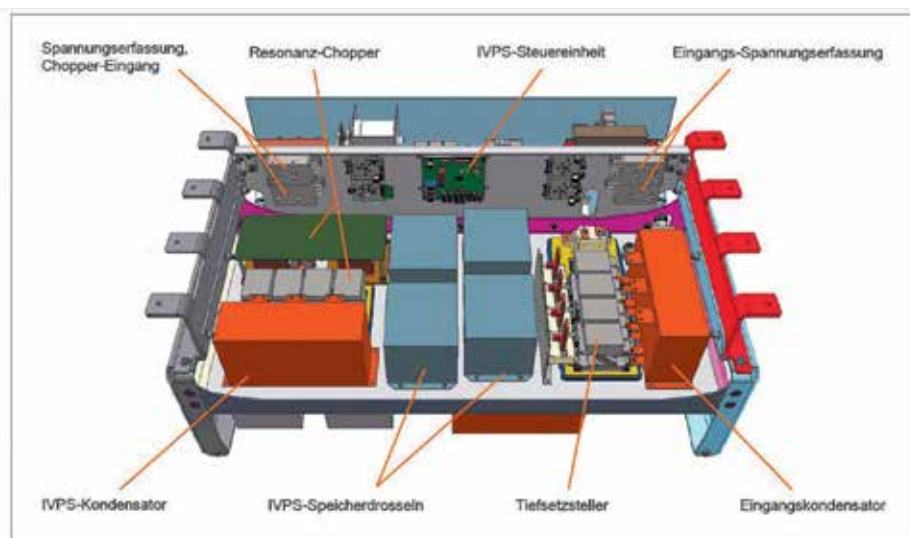
REDCUBE PLUG



REDCUBE SMD



REDCUBE THR



Im Bordnetzumrichter werden insgesamt drei Kondensatoreinheiten von FTCAP eingesetzt (orange markiert).

In den Umrichtern der S-Bahnen kommen Kondensatoreinheiten zum Einsatz, die aus mehreren intern verschalteten Filmkondensatoren bestehen. Die Module lassen sich per Plug-and-play mühelos einsetzen und im Wartungsfall auch wieder ausbauen. Anders als herkömmliche Kondensatoren können sie an denselben Kühlkörper wie der IGBT angeschlossen werden. Dadurch steigt die Leistungsfähigkeit der Kondensatoren deutlich.

Ohne Kondensator geht nichts

In jedem Bordnetzumrichter stecken drei Kondensatoreinheiten. Da die Kondensatoren, die Busbars und das Befestigungsmaterial nicht mehr einzeln gekauft werden müssen, reduziert sich der Beschaffungsaufwand für den Umrichter-Hersteller sehr stark. Auch die Verschaltung der Kondensatoren untereinander, die bisher als potentielle Fehlerquelle berücksichtigt werden musste, entfällt. „Der Kunde erhält eine Art Black Box mit Anschlüssen. Er muss sich um nichts weiter kümmern. Die Einheiten sind komplett von uns getestet und lassen sich mit wenigen Handgriffen einbauen“, sagt Ebel.

Spezielle Konstruktion um Wärme zu widerstehen

Die größte Herausforderung bei der Entwicklung der Kondensatoren stellten die hohen Ströme in Kombination mit den Umgebungstemperaturen von mehr als 70 °C dar. Die Kondensatoreinheiten wurden deshalb sehr niederinduktiv aufgebaut, um auch höhere Schaltfrequenzen abdecken zu können. Eine

spezielle Konstruktion, die unter anderem aus besondere Materialien und Wickelaufbauten besteht, sorgt für eine sehr gute Wärmeabgabe an den Kühlkörper.

Die Kondensatoren wurden außerdem von FTCAP so konstruiert und verstärkt, dass sie den hohen Ansprüchen an die Vibrationsfestigkeit gerecht werden. Ihr Innenaufbau zeichnet sich durch eine solide Verlotung und speziell angeordnete Einzelwickel aus. Als Basis der vibrationsfesten Sonderlösung dienen Kondensatorgehäuse aus Edelstahl, Aluminium oder auch Kunststoff. Sie trotzten extremen Bedingungen, lassen sich aber dennoch flexibel gestalten und anpassen. Auf Kundenwunsch sind zudem spezielle Wickelaufbauten, Kontaktierungen und Befestigungen möglich. Beispielsweise kann die Befestigung je nach Einbaubedingung durch das Gehäuse selbst oder direkt am Gehäuse gelöst werden. Dank dieser Maßnahmen sind die Filmkondensatoren von FTCAP auch für hohe g-Kräfte geeignet.

Regelbetrieb ab 2018

Noch sind die Bordnetzumrichter für die neuen S-Bahnen nicht serienreif. Derzeit testet Knorr-Bremse, wie sich die Kondensatoreinheiten im Zusammenspiel mit dem Gesamtsystem verhalten. Wichtige Tests bezüglich S&V, elektromagnetischer Verträglichkeit und Temperatur wurden aber schon erfolgreich abgeschlossen. Wenn alles nach Plan läuft, werden die neuen S-Bahn-Züge bereits ab 2018 im Regelbetrieb eingesetzt. □



Netzteile sind häufig für den stationären Betrieb ausgelegt. In der Praxis sind Ein- und Ausschaltvorgänge oder Lastwechselübergänge für die Bauteile des Netzteils jedoch viel belastender. Zum Dämpfen hochfrequenter Störungen bietet sich der Einsatz von Chipferriten an.

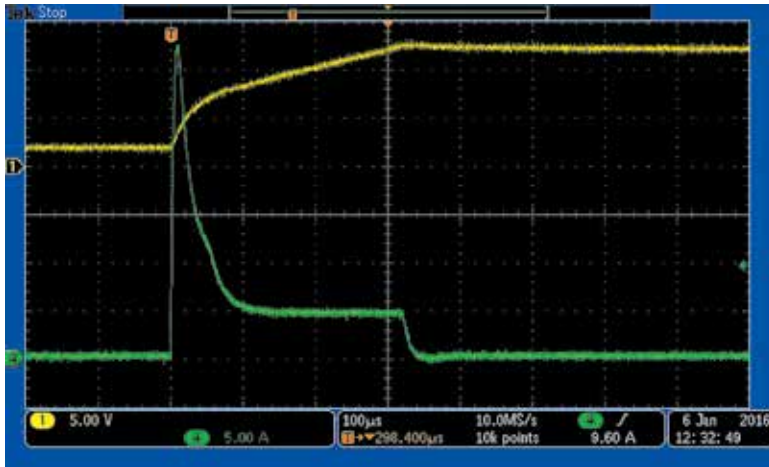
TEXT: Ranjith Bramanpalli, Würth Elektronik eiSos

BILDER: Würth Elektronik eiSos; iStock, Ronniechua

Bei der Entwicklung von Netzteilen wird dem stationären Betrieb deutlich mehr Aufmerksamkeit geschenkt als vorübergehenden Zuständen. Sie beanspruchen die Bauteile allerdings wesentlich stärker als der stationäre Betrieb. Beim Einschalten eines Netzteils werden alle mit dem Eingangsbus verbundenen Kondensatoren aufgeladen. Nur in seltenen Fällen sorgt eine spezielle Startfunktion für ein sanftes Ansteigen der Eingangsspannung. Meistens fährt sie abrupt hoch.

Ist beispielsweise die 12-V_{DC} -Spannungsführung beim Einschalten bereits aktiviert, begrenzt den Spannungsanstieg nur der Quellenwiderstand und die parasitäre Induktivität der Leitungen, der Leiterplattenflächen und des Schalters.

Die Abbildung auf der nachfolgenden Seite zeigt ein Beispiel, bei dem der Widerstand und die Induktivität eines 30 cm langen, mit zwei Bananensteckern versehenen Kabels gemessen wird. Die Werte



Bei einem 12 V_{DC}-Bus mit einer Kapazität von 20 µF für Keramik und 180µF für Aluminium-Polymer führt das Anschalten der Elektronik zu einem Eingangstrom von bis zu 33 A.

für die beiden betragen 8 mΩ beziehungsweise 0,3 µH. In der Praxis sind alle Spannungsquellen strombegrenzt. Wenn aber der 12-V_{DC}-Bus, wie im vorliegenden Fall, eine hohe Ausgangskapazität aufweist, kann der Ladestrom beim Schließen des mechanischen Schalters schnell auf 30 A und mehr ansteigen. Die obige Abbildung zeigt einen Impuls mit einem Spitzenwert von etwa 33 A, der nach etwa 100 µs auf den Stromgrenzwert 5 A des als Eingangsquelle verwendeten Netzteils abfällt. Danach dauert es weitere 200 µs, um die Eingangskondensatoren auf den Zielwert von 12 V aufzuladen. Im Vergleich dazu gilt für den stabilen Strom der Eingangsquelle, bei einer gemessenen Leistungseffizienz η von 95 Prozent, folgendes:

$$I_{\text{source, max}} = \frac{V_{\text{out}} \cdot I_{\text{out, max}}}{\eta \cdot V_{\text{in, min}}} = \frac{5 \text{ V} \cdot 8 \text{ A}}{0,95 \cdot 11,4 \text{ V}} = 3,7 \text{ A}$$

Schaltungsdesigner müssen dafür sorgen, dass alle für den Eingangsfilter verwendeten Bauteile in der Lage sind, die beim Einschalten des Wandlers auftretenden Starkstromimpulse zu bewältigen. Allerdings ist der Einsatz von Ferriten, die für solche Spitzenströme ausgelegt sind, für den stationären Betrieb vollkommen überdimensioniert.

In einem weiteren Beispiel wird ein Ferrit am Ausgang platziert. Der Wandler verfügt über zwei Aluminium-Polymer-Ausgangskondensatoren mit je 330 µF mit einem äquivalenten Serienwiderstand (ESR) von jeweils 20 mΩ und zwei Multilayer-Keramikkondensatoren mit je 100 µF mit einem ESR von jeweils etwa 3 mΩ. Diese Kondensatorbatterie kann innerhalb kürzester Zeit Starkstromimpulse liefern. Mithilfe des 30 cm langen Kabels wird der 5-V-Ausgang mit einer Last verbunden, die einen Ausgangsstrom von maximal 8 A entnimmt. Wird die 8-A-Last mit kurzer Anstiegszeit angeschlossen, erreicht der Spitzenstrom einen Wert von beinahe 25 A.

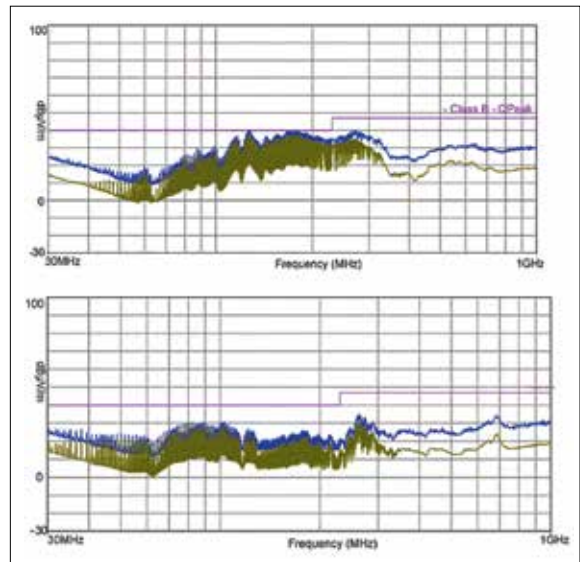
Die SMD-Ferritserie WE-MPSB (Multilayer Power Suppression Bead) von Würth Elektronik eiSos wurde mit dem Ziel entwickelt, einen ähnlichen Impedanzbereich zu bieten wie die Chipferriten der Standardproduktreihe WE-CBF. Die WE-CBF-Familie spezifiziert zwar Effektivnennströme, aber weder Spitzen- noch Impulsnennströme. Im vorliegenden Beispiel würden zur Bewältigung eines Impulses mit 33 A mehrere Bauteile der WE-CBF-Baureihe mit Nennstromspezifikation benötigt, da der höchste

Effektivnennstrom der Produktreihe 6 A beträgt.

Zwar ließe sich der Nennstrom mit nur einem Mitglied der WE-CBF-Familie bewältigen, zum Beispiel dem für einen Strom von 4 A ausgelegten Bauteil 742 792 150 in der Baugröße 1206. Allerdings könnte das wiederholte Auftreten von Einschaltssprüngen erhebliche Schäden anrichten. Für die Plus- und die Minuszuleitung würden jeweils sechs derartige Bauteile benötigt, was aus mehreren Gründen unpraktisch ist.

Die Chipferrite müssten für Dauerströme parallel geschaltet werden. Ihr positiver Temperaturkoeffizient sorgt dann dafür, dass der Strom gleichmäßig verteilt wird. Allerdings ist eine solche Stromverteilung weder getestet noch für kurzzeitige Stromimpulse garantiert. Die parallele Anordnung mehrerer Bauteile mit einer, vor allem durch Widerstand und Induktivität bestimmten Impedanz, sorgt dafür, dass Induktivität, Widerstand und Impedanz abfallen. Das beeinträchtigt die gewünschte Ausfilterung von Störungen. Sechs Bauteile führen zu höheren Kosten und größerem Platzbedarf auf der Leiterplatte.

Die Laborergebnisse des EMV-Tests (oben ohne Chipferrit, unten mit Chipferrit) zeigen, dass die verwendeten Bauteile die EMV-Abstrahlung im Bereich zwischen 100 und 250 MHz erheblich verbessern.



Wenn Stromspitzen den Durchschnittsstrom überschreiten, bietet sich der WE-MPSB an. Beim ersten Durchgang der Chipferritauswahl werden alle Bauteile geprüft, die den Effektivstrom von 3,7 A bewältigen. Die Beispielanwendung ist für etwa 10.000 Schaltvorgänge während der gesamten Lebensdauer ausgelegt. Mit anderen Worten: 10.000 Impulse der Stärke 33 A müssen am WE-MPSB des Eingangsfilters bewältigt werden.

10.000 Impulse bewältigen

Dafür sollte ein Bauteil mit einem möglichst hohen Wirkwiderstand, nicht etwa einer hohen Gesamtimpedanz, im Störfrequenzbereich ausgewählt werden. Im Allgemeinen weisen Chipferrite ihren höchsten Widerstand an der Frequenz ihrer höchsten Gesamtimpedanz auf. Für andere Frequenzen ist jedoch keine allgemeine Näherung möglich.

Unter Berücksichtigung der oben genannten Parameter ist das Bauteil WE-MPSB 742 792 245 51 die zweckmäßigste Komponente. Es hat den höchstmöglichen Widerstand bei 170 MHz. Der Nennstrom beläuft sich auf 4,0 A und das Bauteil kann 18.700 Impulse von 33 A mit

einer Dauer von je 8 ms bewältigen. Angesichts der Länge des Erstimpulses von 500 μ s und der kurzen Stromspitze von 100 μ s besteht eine ausreichend große Sicherheitsreserve.

Für den abschließenden EMV-Test wird das Bauteil WE-MPSB 742 792 245 51 am Eingang und das Bauteil WE-MPSB 742 792 251 01 am Ausgang ergänzt. In obiger Abbildung ist leicht erkennbar, dass die Ausgangsspannung, in der Abbildung in grün dargestellt, bereits jetzt extrem gedämpft ist. Messungen der EMV-Abstrahlung zeigen, dass die Chipferrite die PARD-Störung erfolgreich dämpfen. Insbesondere beim PARD-Ringing im 170-MHz-Bereich wurde die EMV erheblich verbessert.

Chipferrite reduzieren hochfrequente Störungen am besten

Von allen Bauteilen sind Chipferrite am besten zur Reduzierung hochfrequenter Störungen im Bereich von über 10 MHz geeignet. Sie müssen innerhalb des Netzteils möglichst nah an der Störquelle, also an den Eingangs- und Ausgangsanschlüssen, angeordnet sein. Dadurch wird zugeleitete EMV an den

E/A-Kabelbäumen ausgefiltert. Das verhindert, dass aus leitungsgebundenen EMV-Störungen EMV-Abstrahlungen werden. □


FTCAP
FREYER & TISSOT
 CAPACITORS

Umdenken bei Umrütern!



Elektrolyt-Kondensatoren-Bank
 Ideale C/U Kombination für die direkte Anbindung an den IGBT

- hohe Leistungsdichte
- optimale Kühlung von Kondensatoren und IGBT auf demselben Kühlkörper
- elektrische, thermische und mechanische Robustheit
- leichte Montage

pcim
 EUROPE
 Nürnberg, 16. – 18.05.2017
 Halle 9 Stand 513



www.ftcap.de

Kondensatoren
 Made in Germany



SPEICHER FÜR DAS IIoT


Hilfe gegen das Vergessen

Das Internet vergisst nichts. Auch das Internet der Dinge braucht ein gutes und immer größeres Gedächtnis. Deshalb müssen sich seine Nutzer verstärkt mit zuverlässigen Speichern auseinandersetzen. Als Lösung bietet sich mit etwas Nachhilfe eine alte Bekannte an.

TEXT: Danny Lin und Saurabh Pande, ATP **BILD:** iStock, Gerenme

Wie wichtig das Internet der Dinge (IoT) mittlerweile ist, zeigt eine aktuelle Analyse des McKinsey Global Institutes: Demnach könnte der Einfluss des IoT auf die Weltwirtschaft bis 2025 auf knapp sechs Billionen Euro wachsen. Im Jahr 2020 rechnet der Report mit einem Marktumfang für vernetzte Geräte von 20 bis 30 Milliarden Stück.

Bereits in den vergangenen Jahren ist der Einsatz von IoT-Geräten exponentiell gewachsen; heute sind sie ein fester Bestandteil des täglichen Lebens. Man unterscheidet bei den Geräten drei Hauptkategorien: Consumer, Machine-to-Machine und Industrial Machine-to-Machine (M2M). Letzteres umfasst Bereiche wie Medizin, Sicherheit, Überwachung,



Bewährt und gut: Viele Menschen setzen nach wie vor gerne auf Post-its als Gedankenstütze – warum also nicht auch bewährte SD-Karten als IoT-Speicher einsetzen?

Transport und Infrastruktur sowie Umweltüberwachung, Katastrophenmanagement und Einzelhandel.

Mehr Kommunikation erfordert mehr Sicherheit

Da eine industrielle IoT-Applikation Einfluss auf viele andere Bereiche hat, kann ihr Ausfall schwerwiegende Folgen haben. Gleichzeitig sind die zu erwartenden Umweltbedingungen ungleich schwerer, als bei gewöhnlichen Consumer- oder M2M-IoT-Anwendungen. Denn die Kommunikation läuft nicht ausschließlich zwischen Client und Server ab, sondern diese agieren als gleichwertige Parallel-Systeme, die eigenständig Entscheidungen treffen und mit anderen Systemen kommunizieren.

Ein Zusammenbruch dieser Kommunikation muss deshalb ausgeschlossen werden. Da die Systeme ihre Aufgaben oft

schneller bearbeiten als der Mensch, müssen sie in der Lage sein, diese zuverlässig und unabhängig vom Menschen durchzuführen. Daten, die während einer kurzzeitigen Störung verlorengehen, können kritisch gewesen sein und die Folgekosten eines Ausfalls nahezu unkalkulierbar machen. Das häufig kompakte Systemdesign kommt erschwerend hinzu, wodurch in Summe sichere, kleine und dabei schnelle Datenspeicher benötigt werden.

SD-Karten: Kompakt und bewährt

SD- und uSD-Karten besitzen eine Reihe von Eigenschaften, die in industriellen IoT-Geräten (IIoT) benötigt werden. Ihr kleiner Formfaktor erlaubt beispielsweise den Einsatz in Anwendungen mit geringem Platzangebot. Sie sind zuverlässig, schnell, verbrauchen wenig Strom und sind deshalb besonders für den Außeneinsatz interessant. Dafür spricht auch

die Tatsache, dass sie in den Temperatur-Versionen Extended (-25 bis 85 °C) und Industrial (-40 bis 85 °C) verfügbar sind. Zudem hat sich der SD-Standard durch jahrelange Verwendung in unterschiedlichen Bereichen etabliert und kontinuierlich weiterentwickelt

Dennoch unterliegen SD-Karten technischen Herausforderungen, die ihre Funktion beeinflussen können. IoT-Geräte laufen oft ohne Unterbrechung und ihre Sensoren müssen alle erfassten Daten aufzeichnen. Dabei kann selbst eine kurze Verzögerung beim Speichern der Daten auf die Karte zu Datenkorruption führen. In diesem Fall würden dem betroffenen Gerät wichtige Informationen für eine reibungslose Funktion fehlen, was wiederum zu schwerwiegenden Fehlfunktionen führen kann.

Die einfachste Lösung, um diese Gefahr zu reduzieren, ist ein Datenbackup. Die Geräte sollten generell über eine Notfallbatterie verfügen, für SD-Karten gibt es allerdings eine noch effizientere Lösung: Die Hersteller können die SD-Karten so einrichten, dass sie im Falle einer Datenkorruption den letzten funktionierenden Status wiederherstellen können. Ähnliche Ansätze gibt es auch bei PCs nach einem Systemabsturz.

Wachsende Anforderungen an Speicher

Neben der Unterbrechung der Datenübertragung stellen Read-Disturb-Effekte eine weitere Herausforderung dar. Sie haben ihren Ursprung in der Architektur von NAND-Flash-basierten Speichermedien, wie es auch SD-Karten sind. Ein solcher Effekt kann auftreten, wenn die Ladung einer Zelle auf eine benachbarte Zelle überspringt, und er bewirkt, dass die übertragene Ladung den Zustand der Nachbarzelle und die darin gespeicherten Daten verändert. Dieses Problem lässt sich grundsätzlich design-technisch nicht ausschließen.

Einige Lösungsansätze beugen dem Read-Disturb-Effekt aber vor. Zum Beispiel können entsprechende Algorithmen die gespeicherten Daten regelmäßig auf mögliche aufkommende Probleme prüfen. Außerdem kann ein Auto-Refresh-Mechanismus Maßnahmen ergreifen, um die Datenintegrität wiederherzustellen. Beide Mechanismen werden bereits während der Herstellung in die Karten integriert. Deshalb ist es für Nutzer wichtig, damit ausgestattete Karten zu kaufen.

Die Wahl der passenden Speicherkarte für eine IIoT-Anwendung ist im Wesentlichen von der Applikation selbst sowie von ihrer Einsatzumgebung abhängig.

Herausfordernd für SD-Karten die im IIoT-Umfeld eingesetzt werden, ist auch die Tatsache, dass es heute immer mehr Fälle gibt, in denen sie unter extremen Bedingungen arbeiten müssen. Dazu

gehören Temperatur, Feuchtigkeit, Druck, Vibrationen oder Schock. Vernetzte Fahrzeuge beispielsweise werden weltweit immer beliebter, sowohl in den kalten Regionen Russlands als auch in heißen Wüstenregionen im mittleren Osten.

Die dort vorherrschenden Extremtemperaturen stellen eine große Herausforderung für das Speichermedium dar. Gleichzeitig drohen bei Datenverlust oder gar einem Komplettausfall des Speichermediums eine Reihe von Konsequenzen für das betroffene Fahrzeug. Kritisch hierbei ist Data Retention, also die Zeit, über die Daten auf einem NAND-Flash-Speichermedium gespeichert bleiben können, ohne vom Nutzer oder der Karte selbst aufgefrischt zu werden.

Extreme Temperaturen beeinflussen die Fähigkeit der NAND-Zelle, die elektrische Entladung zu speichern enorm – eine hieraus resultierende Ladung einer oder mehrerer Zellen würde zu Beschädigung oder Verlust der Daten führen. Daraus können applikationsspezifische Konsequenzen resultieren, etwa wenn Kartendaten für das Navigationsgerät auf dem Medium gespeichert sind. In solchen Fällen kann es vorkommen, dass etwa die Navigation im Urlaub aufgrund verloren gegangener Kartendaten nicht korrekt funktioniert.

Derartige Probleme können Hersteller industrieller Speichermedien auf unterschiedliche Weise angehen. Zum einen sollten Produkte für solche Anwendungsbereiche vorab umfassend auf ihre Funktion unter schwierigen Bedingungen getestet werden. Dadurch stellen Hersteller sicher, nur entsprechend robuste Produkte auszuliefern.

Auf Funktionen und Algorithmen achten

Auch speziell auf Data-Retention-Probleme ausgelegte interne Algorithmen können die Datenqualität gewährleisten. Dabei läuft ein interner Prozess im Hintergrund ab, der auf mehreren Triggern und Parametern basiert und damit die

gespeicherten Daten regelmäßig prüft und gegebenenfalls korrigiert. Ähnlich wie beim Auto-Refresh-Mechanismus für den Bereich Read Disturb wird auch der Dynamic-Data-Refresh-Algorithmus bereits produktionsseitig in das Medium implementiert.

Die Wahl der passenden Speicherkarte für eine IIoT-Anwendung ist im Wesentlichen von der Applikation selbst sowie von ihrer Einsatzumgebung abhängig. Vereinfacht lässt sich allerdings sagen, dass es ratsam ist, Produkte von Herstellern zu verwenden, die sich auf Design und Herstellung von Speichermedien für industrielle Anwendungen spezialisiert haben. □

PIC18F „K40“ MCUs integrieren einen intelligenten ADC mit Filter und Signalanalysefunktionen

8-Bit PIC® MCUs für Touch- und Signalaufbereitung



Die Core-unabhängige Peripherie (CIPs: Core Independent Peripherals) in Microchips PIC18F „K40“ 8-Bit PIC® MCUs übernimmt die Signalaufbereitung für fortschrittliche Anwendungen mit Touch-Funktionalität.

Zu den intelligenten analogen CIPs zählt ein A/D-Wandler mit integrierter Recheneinheit (ADC2) für die Mittelwertbildung, Filterung, Oversampling und einen automatischen Schwellenwertvergleich. Die MCUs enthalten auch sicherheitskritische CIPs und Hardware-PWMs mit mehreren Kommunikationsschnittstellen, umfangreichen Flash und EEPROM Speicher. Diese Funktionalität ermöglicht zusammen mit einem 5V-Betrieb mehr Flexibilität in der Entwicklung und senkt die Systemkosten.





MULTIKERNPROZESSOR

Viele kleine Kerne für ein leistungsfähiges System

Hohe Leistung, geringer Energieverbrauch und umfassende Sicherheitsfunktionen: Die skalierbare Multicore-CPU SC2A11 von Socionext versucht all diese Eigenschaften abzudecken. Zugleich will der Chiphersteller mit dem ARM-basierten Prozessor in neue Anwendungsgebiete vorstoßen.

TEXT: Stephan Ahles, Socionext BILDER: Socionext; iStock

ARM-Prozessoren gelten als energiesparende Alternative zu anderen CPU-Architekturen. Bislang haben sie sich jedoch nur auf den Märkten für Smartphones

und Embedded-Anwendungen durchgesetzt. Der Chiphersteller Socionext hat nun die Markteinführung einer neuen Multicore-CPU auf Basis des 64-Bit-Pro-

zessorkerns ARM-Cortex-A53 angekündigt, die den ARM-Low-Power-Prozessoren neue Anwendungsgebiete erschließen soll.



Der Energieverbrauch des SC2A11 liegt bei rund einem Drittel des Verbrauchs anderer Prozessoren. Das erhöht nicht nur die Umweltverträglichkeit, sondern vereinfacht auch die Systemkühlung.

Der Multikernprozessor SC2A11 verfügt über 24 Kerne, drei Cache-Level und diverse Schnittstellen. Untergebracht ist er in einem 30 x 30 mm kleinen BGA-Gehäuse. Das Design des SC2A11 beruht auf der Annahme, wonach viele kleine Kerne weniger großen Kernen überlegen sind. Dieser Überlegung liegt die Beobachtung zugrunde, dass Systeme

mit großen, leistungsstarken Kernen auf Virtualisierung zurückgreifen müssen, um einem Kern mehrere kleinere Prozesse zuteilen zu können. Da der SC2A11 hingegen über viele kleine Kerne verfügt, kann das Betriebssystem ihnen direkt Prozesse zuteilen, ohne auf Virtualisierung angewiesen zu sein. Das setzt Hardware- und Software-Ressourcen frei, während

zugleich der Energieverbrauch des Systems sinkt. Mit Socionext DDT (Direct Data Transaction) hat der Chiphersteller außerdem eine Inter-CPU-Kommunikationstechnologie entwickelt, bei der SC2A11-Prozessoren über PCIe-Schnittstellen miteinander kommunizieren. Implementiert ist die Technik mittels eines weiteren Chips, dem SC2A20. Dieser fun-

socionext™

for better quality of experience



Computing

Imaging

Networking

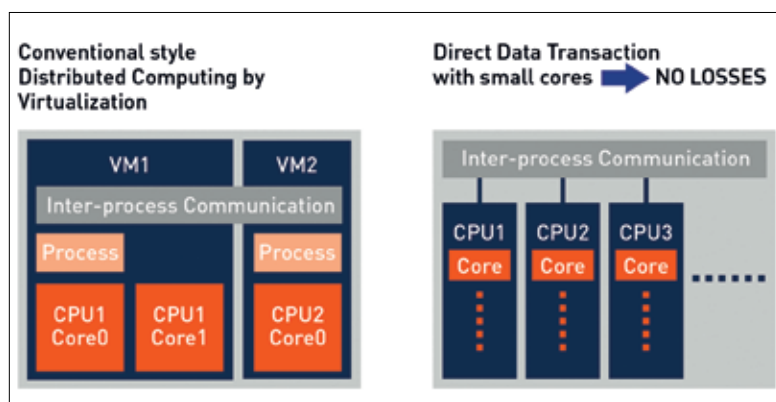
Socionext's solutions
for better quality of experience

We offer comprehensive solutions that solve customer issues surrounding new technologies, including IoT, cloud computing, big data, rich content, and sustainability.

■ Quality ■ Expertise ■ Unparalleled Service

Socionext Europe

info@eu.socionext.com
eu.socionext.com



Der SC2A11 ermöglicht eine direkte Prozesszuteilung ohne Virtualisierung und setzt damit Hardware- und Software-Ressourcen frei.

giert als PCIe-Hub, der bis zu acht CPUs miteinander verbinden kann. In herkömmlichen Multiprozessorsystemen sind CPUs dagegen über Ethernet oder proprietäre Bussysteme miteinander vernetzt, was meist mit hohem Stromverbrauch verbunden ist.

Bis zu 64 CPUs miteinander verknüpfbar

Neben dem geringeren Energieverbrauch erleichtert DDT auch das Skalieren von Systemen. Ein SC2A11 mit 24 Prozessorkernen mag zum Beispiel für ein Basissystem genügen. Wird allerdings mehr Leistung benötigt, lassen sich mit Hilfe eines zweiten Layer über SC2A20-PCIe-Hubs sogar bis zu 64 CPUs miteinander verbinden.

Socionext bietet um den SC2A11 ein Hardware- und Software-Ökosystem an: Die Processor Extension Card (PEC) enthält den SC2A11 Prozessor, externen Speicher, einen Taktgenerator und eMMC. Für Basissysteme mit 24 Kernen gibt es eine Adapterkarte mit Einschub für eine PEC. Die Karte enthält die Stromversorgung und dient als PEC-Interface-Terminator. Mit Hilfe von SBB-Karten (System Bridge Boards) können Anwender größere Mehrprozessorsysteme aufbauen. An einer SBB lassen sich bis zu 8 PECs anschließen; somit werden Systeme mit 192 Kernen

möglich. Die Konstruktion noch größerer Systeme ist über ein TOR-Board (Top of Rack) realisierbar. Acht SBB-Karten mit je acht PECs können zu einem sehr leistungsfähigen System mit 1536 Kernen verbunden werden. Für Anwendungen, die hohe Zuverlässigkeit erfordern, ist die SBB-Karte zusätzlich als Systemmanager einsetzbar. Über einen dedizierten, ausschließlich der Systemverwaltung dienenden Ethernet-Bus ist somit die Fehlererkennung und Zustandsüberwachung jedes einzelnen Kerns auf allen CPUs möglich.

Ein Leistungsvergleich zeigt, dass der Energiebedarf des SC2A11 – gemessen bei gleicher Rechenleistung (DMIPS) – bei rund einem Drittel des Verbrauchs anderer Prozessoren liegt. Entsprechend erbringt der SC2A11 – gemessen bei identischem Energieverbrauch – ungefähr die dreifache Rechenleistung. Der reduzierte Energiebedarf erhöht die Umweltverträglichkeit der Endprodukte und senkt die Systemkosten, weil zum Beispiel auch die Anforderungen an die Kühlung weniger komplex sind.

Integrierter Schutz dank Secure Ethernet Processor

Systemsicherheit ist im Zeitalter des Internet of Things ein ebenso wichtiges Thema. Mit der zunehmenden Vernetzung der Systeme gewinnen Risikofaktoren wie

unberechtigter Zugang und Hacking immer mehr an Gewicht. Aus diesem Grund verfügt der SC2A11 über eine Reihe integrierter Sicherheitsfunktionen. Er unterstützt die OPAL-Architektur, mit der Mechanismen wie Secure Boot und Encrypted Boot mit Trustzone-Technologie möglich sind. Darüber hinaus besitzt jeder SC2A11 einen Secure Ethernet Processor (SEP). Hierbei handelt es sich um einen dedizierter Prozessorkern, der für die sichere Kommunikation in Ethernet-basierten Netzwerken sorgt und zugleich die CPU entlastet.

Aufgrund seiner Eigenschaften bietet sich der SC2A11 auch für Einsatzgebiete an, in denen ARM-Prozessoren bislang nicht verwendet worden sind. Zum Beispiel ist der Multikernprozessor für das Media Processing geeignet. Socionext hat für den SC2A11 einen flexiblen, softwarebasierten Video-Decoder konzipiert. Zusammen mit dem Video-Encoder-Chip MB86M30 wurde ein x-to-HEVC Transcoder entwickelt, der alle gängigen Videoformate akzeptiert und in den aktuellen HEVC-Standard konvertiert. Das modular aufgebaute System ermöglicht die Parallelisierung, das heißt die gleichzeitige Bereitstellung vieler HEVC-Streams. Darüber hinaus eignet sich der SC2A11 für eine Vielzahl von Anwendungen - von der industriellen Automatisierung bis zur medizinischen Bildgebung. □



FASZINATION ELEKTRONIK

publish
industry
verlag

ELEKTRONIK KÜHLEN



BILD-SPONSOR: FISCHER ELEKTRONIK

PLATINEN ENTWÄRMEN

Abkühlung fürs Kleinformat .. S. 48

CFD-SIMULATION

Der Sonne auf der Spur S. 50

FIRMENPROFIL

Aavid Kunze S. 53

FIRMENPROFIL

Alpha-Numerics S. 54

FIRMENPROFIL

Austerlitz Electronic .. S. 55

FIRMENPROFIL

CTX Thermal Solutions .. S. 56

FIRMENPROFIL

Fischer Elektronik S. 57



ENTWÄRMUNG VON LEITERPLATTEN

Abkühlung fürs Kleinformat

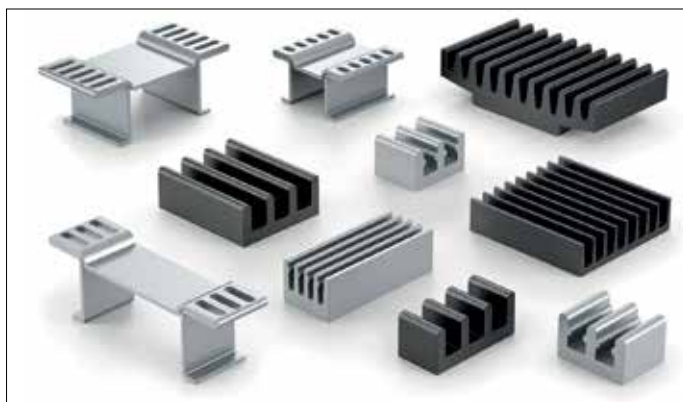
Bei der Entwärmung stellt die Miniaturisierung Entwickler durch die weiter ansteigende Komplexität von integrierten Schaltkreisen vor immer größere Herausforderungen. Verlustleistungen werden höher, der Platz für Maßnahmen zur Entwärmung immer geringer. Entscheidend für das Entwärmungskonzept ist deshalb das richtige Zusammenspiel von wärmeleitfähigem Material, Kühlkörpern und Flächennutzung.

TEXT: Jeannine Schmidt, Fischer Elektronik **BILDER:** Fischer Elektronik; iStock, Fouroaks

Die in allen elektronischen Bauteilen entstehenden Verlustleistungen müssen schnellstmöglich von der Entstehungsquelle abgeführt und an die Umgebung abgegeben werden. Eine Überschreitung der vom Bauteilhersteller angegebenen maximalen Junctiontemperatur von gerade mal 10 °C, verringert die Lebensdauer des Bauteils um etwa die Hälfte. Die Forderung nach hohen Lebenszyklen und geringen Ausfallraten bei elektronischen Gerä-

ten lässt sich so nicht erfüllen. Immer schwieriger wird das auch aufgrund des Miniaturisierungstrends. Wegen diesem steht immer weniger Platz zur Entwärmung zur Verfügung. Ziel ist es, für den Wärmewiderstand des Gesamtsystems einen möglichst geringen Wert zu erhalten. Je kleiner der Wert, desto besser wird das Bauteil entwärmt. Der Gesamtwärmewiderstand berechnet sich aus der Summe der Einzelwärmewiderstände. Hierzu zählt

Kühlkörper für Leiterplatten lassen sich sehr einfach auf Platinen aufbringen. Dazu müssen sie nur in den Bestückungsautomat eingesetzt werden.



unter anderem der innere Wärmewiderstand des Bauteils R_{thG} , des Wärmeleitmaterials R_{thM} , sowie des Kühlkörpers R_{thK} . Der Wärmewiderstand des Bauteils kann dem Datenblatt des Herstellers entnommen werden, der des Kühlkörpers wird von den Kühlkörperherstellern angegeben.

Die Richtung der Wärme

Top- und Bottomwärmewiderstand bei SMD-Bauteilen (Surface Mounted Device) geben an, in welche Richtung wie viel Wärme vom Bauteil geleitet wird. Der Bottomwiderstand bezeichnet die Wärmeabgabe des Bauteils in Richtung der Leiterplatte. Ein wichtiger Wert ist hier der Wärmewiderstand Junction – Soldering Point. Dieser bezieht sich auf den Bereich zwischen der Junction, an der die Wärme entsteht, und dem Punkt an dem das Bauteil angelötet wird. Der Topwärmewiderstand gibt die Wärme an, die nicht in Richtung der Leiterplatten abgegeben wird, sondern in die entgegengesetzte Richtung, also über das Case an die Umgebung.

Wärmeleitung und Kühlkörper

Die Leiterplatte sollte bei der Auslegung des Thermischen Managements mit einbezogen werden. Vereinfacht gesagt, sind Multilayer-Leiterplatten in verschiedenen Schichten aufgebaute Leiterplatten. Aus Glasgewebe und Kunstharzen verpresstes Material wird mit eingebetteten Kupferschichten aufgebaut. Die Kupferschichten dienen unter anderem der Wärmespreizung. Über Thermal Vias wird die äußerste Schicht mit der Kupferschicht verbunden und somit die Wärmeableitung verbessert. Die Wärme wird vom Bauteil weggeführt und zu Bereichen mit mehr Platz für Kühlelemente hingeführt. An diesen Stellen werden Kühlkörper, zur Vergrößerung der Oberfläche, direkt mit der Leiterplatte verlötet. Über Tape and Reel, also Blistergurte auf Rollen, lassen sich die verzinnten Kühlkörper direkt in Bestückungsautomaten einsetzen, die sie dann direkt mit den anderen Bauteilen auf der Leiterplatte platzieren. Danach werden sie in

einem der verschiedenen Lötverfahren verlötet. Dazu eignen sich unter anderem das Reflow- oder auch das Wellenlöten.

Aufsetzbare Kühlkörper werden hingegen nach dem Verlöten direkt auf dem Bauteil platziert. Dies kann über verschiedene Wärmeleitmaterialien geschehen. Wärmeleitmaterialien mit einer hohen Leitfähigkeit ermöglichen eine schnelle Weiterleitung der Wärme an den Kühlkörper und damit an die Umgebung. In Abhängigkeit von der Anwendung können Wärmeleitfolien (bis 16 W/mK), Wärmeleitpasten (bis 10 W/mK) aber auch wärmeleitende Kleber (bis 7,5 W/mK) verwendet werden.

Die eingesetzten Materialien sollten aber nicht nur nach der Wärmeleitfähigkeit, sondern auch nach der Schichtdicke ausgewählt werden. Zu beachten sind bei ihr die Unebenheiten und Toleranzen der Bauteile und des Kühlkörpers, da ein Einschluss von Luftschichten, auch ein ansonsten gut ausgelegtes Wärmemanagement zu Nichte machen kann. Bei der spezifischen Wärmeleitfähigkeit von Luft von nur 0,0263W/mK, steigt auch bei geringen Luft einschüssen der Wärmewiderstand auf einen sehr hohen Wert an. Beim Einsatz von größeren Kühlkörpern, die für mehrere unterschiedlich hohe Bauteile verwendet werden sollen, sind Schaum- oder Gel-Folien empfehlenswert, da diese kompressibel sind und so Höhentoleranzen ausgleichen können.

Kühlung schon im Gehäuse

In Geräten mit eingeschränktem Platzbedarf ist es sinnvoll, alle Flächen zu nutzen. Auch das Gehäuse des Gerätes, kann als Kühlelement verwendet werden. Der Trend geht in diesem Bereich hin zu direkt in die Gehäusekontur integrierten Kühlelementen. Die Verwendung des Gehäuses als Bestandteil des Entwärmungskonzepts ermöglicht in manchen Fällen eine Erhöhung der IP-Schutzklasse der Geräte. Aussparungen im Gehäuse können minimiert oder sogar weggelassen werden, da die Wärme direkt, mittels natürlicher Konvektion, über die integrierten Kühlrippen an die Umgebung abgegeben wird. □

CFD-SIMULATION

Den Sonnenstrahlen auf der Spur

Übermäßige Hitze wird für elektronische Geräte schnell zum Problem. Simulationen helfen den Entwicklern, ein realitätsnahes Worst-Case-Szenario schon früh in der Konzeptphase zu berücksichtigen. Aktuelle Software ist inzwischen sogar in der Lage, Umwelteinflüsse wie die Wärmelast durch Sonneneinstrahlung präzise einzukalkulieren.

TEXT: Tobias Best, Alpha-Numerics **BILDER:** Alpha-Numerics; iStock, Erikona

In den letzten 30 Jahre hat sich die CFD-Simulation für die frühzeitige Betrachtung der Wärmewege in elektronischen Geräten und Systemen etabliert. Am Anfang beschränkte sie sich noch auf die reine Wärmeleitungsbetrachtung mit überschlagenen Wärmeübergangskoeffizienten. Mittlerweile ist sogar die Simulation echter Luftbewegungen durch den Wärmeartrieb möglich. Auch die Wärmestrahlung ist inzwi-

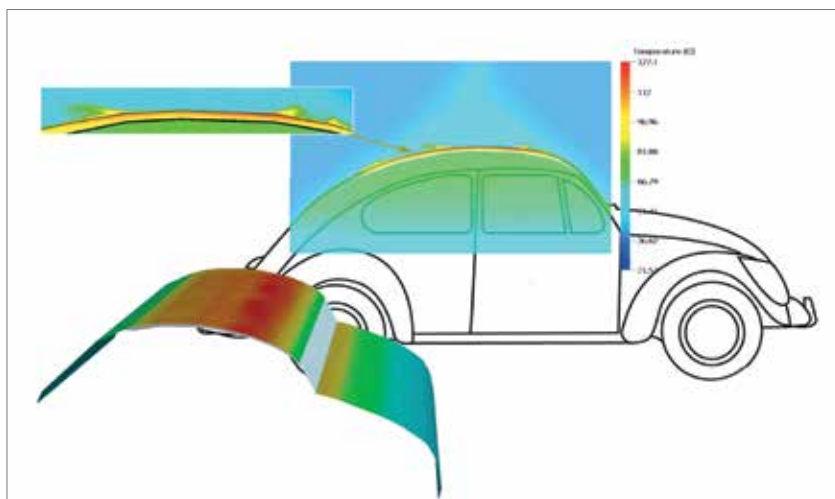
schon als drittes wichtiges Transportmedium, neben den Wärmetransporten via Wärmeleitung und Konvektion, in der thermischen Simulation integriert.

Steigende Anforderungen mit immer kleiner werdenden Sicherheitstoleranzen erschweren es seit einiger Zeit, die Realität in entwicklungsbegleitenden Simulationen möglichst genau wiederzugeben. Mittlerweile muss bei vielen Geräten et-

wa auch die Wärmelast durch Sonneneinstrahlung berücksichtigt werden.

Zum Beispiel bereitete die Wärmelast bei Antennenanlagen oder GPS- und Mobilfunksystemen immer schon Probleme, da sich gerade diese Geräte direkt durch Sonneneinstrahlung oder indirekt durch den sonnenbestrahlten Einbaurraum erhitzen. Die bisher berücksichtigte Wärmestrahlung kalkulierte als Wärmetransport-

Bei 40 °C Luftumgebung kann sich der Einbauraum für GPS und Mobilfunksysteme in Fahrzeugen auf über 100 °C erhitzen.



weg ausschließlich den Infrarotbereich mit ein. Jeder warme Körper strahlt im infraroten Spektrum. Warme und kalte Flächen tauschen Energie aus, wobei die Energiemenge von verschiedenen Faktoren abhängig ist.

Zum einen spielen die Luftgeschwindigkeit unmittelbar an der Oberfläche und die Oberflächenbeschaffenheit selbst eine Rolle. Zum anderen sind auch der Temperaturunterschied beider Flächen, der Strahlungswinkel und die Größe des sichtbaren Parts des Strahlungspartners relevant. Ist die Luftgeschwindigkeit an der Oberfläche sowie der Turbulenzgrad hoch, steigt der Energieaustausch (Wärmeübergangskoeffizient) mit der Luft und der Anteil der Wärmestrahlung sinkt. Sofern die warme Oberfläche den Strahlungspartner nur teilweise, beziehungsweise in einem flachen Winkel, sieht oder der Temperaturunterschied weniger als 20 Kelvin beträgt, ist davon auszugehen, dass nicht viel Wärme mittels infraroter Wärmestrahlung ausgetauscht wird.

Die Intensität mit welcher eine Oberfläche überhaupt am infraroten Strahlungsaustausch teilnimmt, beschreibt die Emmissivität, ein Wert zwischen 0 und 1. Es handelt sich um eine dimensionslose Zahl, welche die Oberflächenbeschaffen-

heit beschreibt. Eine blanke, leicht oxidierte Metalloberfläche weist beispielsweise eine Emmissivität von 0,15 – 0,2 auf. Ist diese Oberfläche lackiert, erhöht sich der Wert auf 0,65 – 0,8. Selbst eine eloxierte Oberfläche wirkt gegen eine Pulverbeschichtung effizienter in der Wärmeübertragung.

Sonneneinstrahlung und Wärmelast

Die Oberflächenfarbe fand bislang keine Erwähnung, da im infraroten Wellenlängenbereich alle Objekte grau sind. Relevant wird sie erst in Bezug auf die Sonneneinstrahlung. Darunter ist die von der Sonne emittierte Strahlung zu verstehen. Das elektromagnetische Spektrum der Sonne hat die größte Intensität im Bereich des sichtbaren Lichts. Selbst in der einschlägigen Literatur finden sich unterschiedliche Aussagen über die Wärmeleistung, die auf der Oberfläche der Erde ankommt. Zudem wird die Sonnenleistung für die Photovoltaik gerne mit der Wärmelast vermischt und verwechselt. Beide umfassen Sonnenstrahlung und beide werden in W/m^2 angegeben. Es ist davon auszugehen, dass die maximale Wärmelast auf der Erde bei klarem Himmel und mindestens 50 km Sicht unter $1000 W/m^2$ liegt.

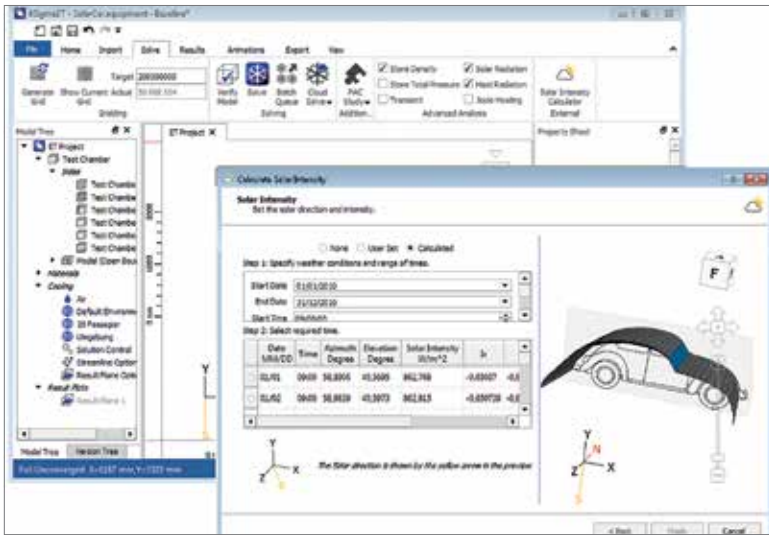
Die Wärmelast ist, ähnlich der infraroten Wärmestrahlung, von verschiedenen Einflussfaktoren abhängig. Die Sonne ist

Total^{IP68} dicht SUNON®



SCHUKAT

electronic



In der CFD-Simulationssoftware 6SigmaET ist ein Kalkulator für die solare Wärmelast integriert.

weit von der Erde entfernt und um ein Vielfaches größer, so dass weitestgehend parallele Sonnenstrahlen vorhanden sind. Durch die approximierte Form der Erde, nämlich einer Kugel, ist der Weg der Sonnenstrahlen zwischen Atmosphäre und Erdoberfläche an verschiedenen Positionen auf der Erde zur selben Uhrzeit unterschiedlich lang. Senkrecht einfallende Sonneneinstrahlung am Äquator um 12:00 Uhr mittags hat einen kurzen Weg und ist viel intensiver als Sonneneinstrahlung zum selben Zeitpunkt in Sibirien. Variiert man den Tag und die Uhrzeit, wird diese Beschreibung noch viel komplexer.

Ein entscheidender Faktor, welcher die Höhe der Wärmelast auf den Einbaurraum oder das Gerät selbst beeinflusst, ist zudem die Farbe der Oberfläche. Im

sichtbaren Spektrum beschreibt der Reflexionsgrad der Farbe den Anteil der reflektierten Wärmelast. Auch dieser Wert liegt, ähnlich der Emmissivität, zwischen 0 und 1. Der Absorptionsanteil, der sich direkt in einer Temperaturerhöhung der bestrahlten Oberfläche niederschlägt, errechnet sich, indem der Wert für den Reflexionsgrad von 1 subtrahiert wird.

Assistent für virtuellen Testaufbau

Eine branchenspezifische CFD-Simulationssoftware wie 6SigmaET bietet die Eingabemöglichkeiten und Automatismen, um all diese Faktoren zu berücksichtigen. Die implementierte Solvererweiterung für das Einbeziehen der Sonnenlast ermöglicht es, die Wärmelast und

den Einstrahlwinkel entweder per Hand zu definieren oder den integrierten Taschenrechner für die solare Strahlung zu nutzen. Zudem hilft ein Assistent, Schritt für Schritt die Umgebungsbedingungen des Testaufbaus nachzustellen: Der Nutzer gibt die Position auf der Erde mit Längen- und Breitengrad ein, ferner den Tag und die Uhrzeit im Jahr, den Bewölkungsgrad, die Fernsicht in Kilometer und die Luftfeuchtigkeit in kg/kg. Aus diesen Daten berechnet 6SigmaET automatisch die richtige Wärmelast und den Winkel, unter dem die Sonnenstrahlen das zu prüfende Objekt aufheizen. Die Definition der Zahl an einfallenden Strahlen – zu verstehen als Unterteilung/Rasterweite des Simulationsraums – bestimmt die Auflösung, unter welcher die Oberflächenabschattungen in der Simulation berücksichtigt werden soll.

WICHTIGE VERBESSERUNGEN IN CFD-SIMULATIONEN

- Übernahme komplexer Gerätegeometrie mittels 3D-CAD-Daten: Lösungsgitter übersetzen das Simulationsmodell in eine mathematische Beschreibung für den Solver.
- Mittlerweile lässt sich die Detailgenauigkeit der Leiterplatten und ihrer Komponenten für die thermische Simulation ganzer Geräte leichter handhaben. Das wird durch den Import von Platinengeometrie, Position der Komponenten und Übernahme von Gerberdaten in der CFD-Simulation ermöglicht.
- Einbeziehung detaillierter Optimierungen in der Platinenstruktur bei ganzheitlichen Simulationen: zum Beispiel das Hinzufügen von thermischen Vias, Kupferinlays oder die Eigenerwärmung durch die Joulesche Aufwärmung von Leiterbahnen durch hohe Ströme

Gerade für Automobilzulieferer sind diese Funktionen hilfreich, da sie ihre Elektroniksysteme unter dem heißen Blechmantel des Fahrzeugs verbauen müssen. Aber auch Telekommunikationsunternehmen sind auf Simulationen angewiesen. Gerade im Bereich der Antennensysteme, die direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind, ist eine frühe Kalkulation der Wärmelast wichtig. □



Anschrift

Aavid Kunze GmbH
Raiffeisenallee 12a
82041 Oberhaching, Germany
T +49/89/666682-0
F +49/89/666682-10
contact.de@aavid.com
www.aavid-kunze.com

Firmenbeschreibung

Die Aavid Kunze GmbH ist ein international führender Anbieter von maßgeschneiderten Lösungen im Bereich ‚Thermal Management‘ mit dem Schwerpunkt Leistungshalbleiter.

Seit 25 Jahren unterstützt Kunze weltweit namhafte Kunden mit integrierten Anwendungen zur optimalen Wärmeableitung aus Verlustleistung.

Wärmeleitfolien, Kühlkörper, Halbleiterklammern und Prototypen werden mit modernsten Methoden am Produktionsstandort Oberhaching gefertigt.

Zielmärkte

Leistungselektronik, Automobilindustrie, Luft- und Raumfahrt, IT- und Steuerungstechnik, Medizintechnik, Consumerelektronik, Zukunftsantriebe, Nachhaltige Energieerzeugung



Zertifizierungen

DIN EN ISO 9001
DIN ISO 14001

Produkte

Wärmeleitende elektrisch isolierende

Materialien:

Thermo- u. Softsilikonfolien, Wärmeleitwachs (CRAYOTHERM®) beschichtete Polyimidfolien, Thermosilikonschläuche und -kappen, Isolierbuchsen, wärmeleitende Keramiken, Kunststofffolien

Wärmeleitende elektrisch nicht isolierende

Materialien:

Wärmeleitwachsbeschichtete Aluminiumfolien, Wärmeleitwachs (CRAYOTHERM®), Grafitfolien, Abschirmfolien, Metallfolien, Wärmeleitpasten

Befestigungsmanagement:

Halbleiter-Befestigungsklammern (POWER-CLIP®, Steck- und Bügelklammern), Sonderklammern für Transistor-Spezialgehäuse

Ausführliche Informationen zu allen Produkten und Dienstleistungen erhalten Sie unter www.aavid-kunze.com.

Aavid Kunze ist Teil der Aavid-Gruppe, die das branchenweit breitgefächertste Produktangebot im Bereich des thermischen Managements bietet.



Aavid Thermalloy Srl

Aavid ist ein weltweit führender Anbieter von Lösungen für das Wärmemanagement und verfügt über ein globales Netzwerk an Produktions- und Entwicklungszentren.

Das technisch fortgeschrittene Produktspektrum umfasst u. a.

Kühlkörper, Flüssigkeitskühlplatten, Klammern und Befestigungsmaterial, Lüfter, Wärmetauscher und komplexe Kühlsysteme.

Informieren Sie sich über die Vielfalt der Produkte aus der Aavid-Familie unter www.aavid.eu. □

PRODUKTE

- Kühlkörper
- Flüssigkeitskühlplatten (LCP)
- Wärmetauscher
- PULSEJETS™
- Lüfter
- Heat Pipes
- Max Clip Systems
- HydroSink™
- Wärmeleitmaterialien etc.

Entwicklungs- und Designservices

ZERTIFIZIERUNGEN

Aavid Thermalloy Srl, Bologna
DIN EN ISO 9001



Anschrift

ALPHA-Numerics GmbH
 Römerstraße 32
 56355 Nastätten, Germany
 T +49/6772/9693-470
 F +49/6772/9693-471
 info@alpha-numerics.de
 www.alpha-numerics.de

Ansprechpartner

Tobias Best, Geschäftsführer
 T +49/6772/9693-470
 Tobias.Best@alpha-numerics.de

FIRMENPROFIL

Die ALPHA-Numerics GmbH ist ein Spezialist für das Fachgebiet „Elektronikkühlung“ und vertreibt Simulationssoftware (6Sigma-ET-Wärmesimulation) sowie Beratungsdienstleistung. Mit über 20 Jahren Erfahrung haben sich die Mitarbeiter bei vielen namhaften Elektronikunternehmen als Kompetenzpartner bewiesen und unterstreichen dies durch regelmäßige Vorträge an Fachkongressen und eigene Seminarangebote.

Simulations-Software

Die ALPHA-Numerics GmbH ist die deutsche Industrievertretung der FutureFacilities Ltd. aus London. Wir betreuen den deutschsprachigen Kundenkreis durch eine kundenspezifische Ausbildung an den Simulationswerkzeugen der 6Sigma SUITE. Hierzu zählt im Besonderen das Werkzeug 6SigmaET, ein branchenspezifisches Simulationstool für Elektronikkühlung. 6SigmaET ermöglicht es dem Entwickler schon in der Konzeptphase mit wenigen Angaben über den Einbauraum, den Gehäuseabmessungen, der Konzept-Leiterplatte und den Hauptverlustleistungsträgern eine thermische Analyse über die 3 Wärmewege (Wärmeleitung, Konvektion, Strahlung) zu simulieren. Je weiter sich der Entwicklungsweg vollzieht, desto detaillierter kann das Simulationsmodell mit Vias, Lüftern, CAD-Elementen oder sogar Detailaufbauten von Komponenten beschrieben werden. Die Automatismen der Software bewahren den Ingenieur davor, seine Zeit mit dem Aufbau von Lösungsgittern und Solverdetails zu blockieren und bieten in überschaubaren Zeitschritten fertige Analyseergebnisse über Temperaturen, Luftgeschwindigkeiten und Druckverteilungen. Ein Ergebnis-Export nach Excel ist problemlos möglich.

Ausbildung

ALPHA-Numerics bietet 2 Bereiche von Ausbildungstagen an. Zum einen ein Grundlagenseminar über das Fachgebiet Elektronikkühlung, welches von den physikalischen Grundlagen bis hin zu Überschlagsformeln und aktuellen Übersichten von Werkzeugen dem Ingenieur eine Basis für seine tägliche Arbeit liefert. Zum anderen die Ausbildung an der Simulationssoftware, welche auf Nachfrage auch gerne an ein aktuelles Projekt angebunden wird. Eine Testlizenz mit Unterlagen zum Selbststudium kann kostenlos angefragt werden.

Dienstleistung

Aufgrund steigender Nachfrage nach externen Dienstleistern bietet ALPHA-Numerics auch als festes Standbein die Simulationsdienstleistung an. Nach einem ersten Projektgespräch generiert ALPHA-Numerics ein Simulationsmodell, welches via Variantenanalyse tatkräftig Ihre Entwicklungsarbeit und die anstehenden Entscheidungen zum Kühlkonzept unterstützt. Typische Durchlaufzeit einer Simulation inklusive Variantenanalyse ist maximal 1 Woche. Die Kosten bewegen sich meist zwischen 500 EUR und 5.000 EUR. Angebot nach Aufwandsabschätzung. □

austerlitz electronic

Anschrift

austerlitz electronic gmbh
Ludwig-Feuerbach-Straße 38
90489 Nürnberg, Germany
T +49/911/59747-0
F +49/911/59747-19
info@austerlitz-electronic.de
www.austerlitz-electronic.de

austerlitz electronic liebt die Herausforderung!

Wo immer bei unseren internationalen Kunden große Leistung große Wärme erzeugt, entwickeln wir individuell passende und besonders leistungsstarke Halbleiter-Kühlkörper.

FIRMENPROFIL

GRÜNDUNGSJAHR

1968

MITARBEITER

80

PRODUKTLINIE

- Kühlprofile in Standard-Versionen sowie individuellen Ausführungen
- Flüssigkeitskühler in standard und kundenspezifischen Ausführungen
- Kühlsysteme mit Lüfter
- Kundenspezifische Bearbeitung
- Oberflächenveredelung: Kleben und Beschichten
- wärmeleitend isolieren
- Multilayer Busbars und Stromschienen

ZERTIFIZIERUNGEN

- ISO 9001:2008
- AEO-C

Wir machen Herausforderungen zur Serie

Unser Entwicklungsteam am Stammsitz in Nürnberg wirft seine außergewöhnliche Ingenieurskunst Tag für Tag in die Waagschale, um immer die passendste, effizienteste und nachhaltigste Kühltechnik zu kreieren. Unsere kreativen Köpfe investieren laufend viel Leidenschaft in bessere Ideen für bessere Technik, die schnellstens in Serie gehen kann. Egal, wie groß diese Serie ausfällt.

Was bekommen Sie bei austerlitz electronic?

- individuelle Kühlsysteme für Halbleiter
- einzigartige Flüssigkeitskühler
- leistungsstarke Lüfter-Kühlsysteme
- hochwertige An- und Weiterverarbeitung: CNC-Fräsen, Oberflächenveredelung, Kleben und Beschichten
- Standard-Kühlsysteme
- passendes Zubehör
- Multilayer Busbars und Stromschienen



SIND SIE
HEISS AUF
KÜHLSYSTEME?

Alles sorgfältig in Deutschland produziert!

Einzigartige Technologie mit echten Vorteilen

Gerade in Sachen Flüssigkeitskühlung ist austerlitz electronic absolut führend – mit ausgereifter Technik, deren wahre Wirkung im Detail steckt. Denn nur das Ergebnis zählt: Unsere Kunden profitieren erheblich von einer dauerhaft besseren Wärmeableitung der Kühlsysteme.

Im Einsatz auf der ganzen Welt

Kunden schätzen an austerlitz electronic vor allem die große Flexibilität und das hohe technische Know-how. Beides treibt unser hoch motiviertes Team täglich zu neuen Höchstleistungen an. Kunden wie das CERN, Vertreter des internationalen Bahnverkehrs bzw. Hersteller erneuerbarer Energien oder Medizintechnik setzen nur auf höchste Qualität und sind damit eine echte Auszeichnung für austerlitz electronic.

Was ist mit Ihnen?

Wann dürfen wir Ihnen unser traditionsreiches Unternehmen vorstellen? In einem persönlichen Gespräch erzählen wir Ihnen gerne, welche Herausforderungen wir schon gemeistert haben. Oder noch viel besser: Wir hören Ihnen zu. Und meistern anschließend Ihre Herausforderungen.

Wir sind schon ganz heiß... ☐



Anschrift

CTX Thermal Solutions GmbH
 Lötscher Weg 104
 41334 Nettetal, Germany
 T +49/2153/7374-0
 F +49/2153/7374-10
 info@ctx.eu
 www.ctx.eu

Leistungselektronik perfekt kühlen

Kühlkörper von CTX sichern die Funktionalität elektronischer Bauteile.

Moderne Leistungselektronik zeichnet sich durch eine hohe Leistungsdichte und damit eine hohe thermische Belastung aus. Zur Wahrung einer zuverlässigen Funktion und langen Lebensdauer ist eine effiziente Kühlung unabdingbar. Die CTX Thermal Solutions GmbH (CTX) verfügt als Spezialist für applikationsspezifische und Standard-Kühlösungen über eine umfassende



technische Kompetenz im Bereich Wärmebeherrschung und Kühlung von Leistungselektronik. Das Unternehmen mit Sitz im nordrhein-westfälischen Nettetal besitzt langjährige Erfahrung in Design und Vermarktung von Kühllösungen und liefert passgenaue Kühlkörper für Anwendungen in den unterschiedlichsten Branchen.

Außergewöhnlich breites Produktportfolio

Vom Wettbewerb differenziert sich CTX durch das außergewöhnlich breite Angebot an Kühlkörpern und Kühlkonzepten. Neben sofort lieferbaren Standardausführungen umfasst das CTX-Kühlkörper-Portfolio auch spezielle, maßangefertigte Kühllösungen. Dazu zählen Kühlelemente für die Hochleistungselektronik, die Automobil-, Haushalts- und Unterhaltungselektronik sowie für industrielle Netzteile, Computer und für den Bereich der regenerativen Energien, der Haustechnik und der LED-Kühlung. Die Kühlkörper reichen von nur wenigen Millimeter großen und einige Gramm leichten Kühlelementen für SMD-Bauteile bis hin zu zwei Meter langen und 200 Kilo schweren Kühlkörpern für Wechselrichter in der Eisenbahntechnik. Auch die Kühlungsarten sind so unterschiedlich wie die Anwendung selbst: von natürlicher Konvektion über Luftkühlung mit Gebläsen bis hin zu Wärmetransport durch Flüssigkeiten oder Heatpipes zur Kühlung von Halbleiterelementen.

Passiv, aktiv oder flüssigkeitsgekühlt

Die Art der Kühllösung ergibt sich aus den Platz- und Einbauverhältnissen in Abhän-

gigkeit zur Verlustleistung des zu kühlenden elektronischen Bauteils. Diese Parameter bestimmen, ob eine passive Kühlung mit natürlicher Konvektion ausreicht oder ob die Höhe der Verlustleistung eine aktive Kühlung mit Lüfterunterstützung erforderlich macht. Reicht auch eine forcierte Kühlung nicht aus, wird auf Flüssigkeitskühlung zurückgegriffen. „Wann immer Bauraum und Verlustleistung es erlauben, sollte aus Gründen der Langzeitverlängerbarkeit und Kosten die Wahl auf eine lautlose passive und damit wartungsfreie Kühllösung fallen“, rät Wilfried Schmitz, Geschäftsführer von CTX. Das Unternehmen bietet für diese Art der Kühlung verschiedenste Profilkühlkörper aus Aluminium-Strangguss in den unterschiedlichsten Ausführungen. Auch bei SMD- und Leiterplattenkühlkörpern lässt das Angebot an Standard- sowie projektspezifischen Kühllösungen nichts zu wünschen übrig. Speziell für Embedded-Systeme und Industriecomputer bietet CTX passgenaue, CNC-gefertigte Lösungen an, darunter Kühlkörper mit Kupfer-Inlay zur direkten Installation am Hotspot und Heatspreader-Lösungen mit integrierten Heatpipes sowie Lüftern.

Entscheidungshilfe

Bei der optimalen Dimensionierung der Kühllösung und der Klärung der Frage nach passiver oder aktiver Kühlung kann eine thermische Simulation helfen. Der Vorteil: Durch die Simulation entfällt der kostspielige Part der Prototypenfertigung oder wird mindestens drastisch reduziert. □

GRÜNDUNGSJAHR

1997

MITARBEITER

19

PRODUKTE

- Clip-Kühlkörper
- Clipse und Federn
- Profil-Kühlkörper, CNC-bearbeitet
- Hochleistungs-Kühlkörper in Modulbauweise
- Flüssigkeits-Kühlkörper
- Druckguss-Kühlkörper
- Embedded-Kühlkörper
- DC- und AC-Lüfter
- Industrielle Lüfter zur Kühlung von Computern, Bürotechnik, Medizintechnik etc.
- Gehäuse
- Drehknöpfe

ZERTIFIZIERUNGSSTAND

ISO 9001:2008, ISO 14001:2009



kühlen schützen verbinden

Anschrift

Fischer Elektronik GmbH & Co. KG
 Nottebohmstraße 28
 58511 Lüdenscheid, Germany
 T +49/2351/435-0
 F +49/2351/45754
 info@fischerelektronik.de
 www.fischerelektronik.de

Firmenbeschreibung

Fischer Elektronik ist seit über 45 Jahren ein vielseitiger und flexibler Hersteller von mechanischen Elektronikkomponenten am Standort Deutschland. Man beschäftigt am Hauptsitz in Lüdenscheid in Nordrhein-Westfalen und in den Verkaufsbüros mehr als 400 Mitarbeiter, denen hochmoderne Produktionsanlagen, Betriebsmittel und Verwaltungstools zur Verfügung stehen. Mit eigenen Verkaufsbüros in Österreich, der tschechischen Republik sowie der Slowakei sichert Fischer Elektronik den Zugang in neue Märkte im Osten Europas. Langjährige Vertriebspartner im In- und Ausland ermöglichen es, die Produkte weltweit in mehr als 90 Länder zu verkaufen. Namenhafte Branchen- und Marktführer haben Fischer Elektronik Produkte eindsignated. Mit mehr als 17.000 Kunden der Elektro- und Elektronikindustrie ist Fischer Elektronik eine echte Brand für mechanische Elektronikkomponenten, die

auch in den Katalogen der wichtigsten international tätigen Katalogdistributoren zu finden ist. Das Herstellungsprogramm umfasst Kühlkörper und Systeme für die Halbleiterentwärmung, Steckverbindungen rund um die Leiterplatte sowie ein komplettes 19" Aufbausystem und systemunabhängige Gehäuselösungen. Die Varianz der Standardartikel unter Berücksichtigung verschiedener Oberflächen, Polzahlen und Längen beträgt weit mehr als 75.000 Einzelartikel, die man in dem am Markt bekannten, dreiteiligen Produktkatalog wiederfindet. Durch frühe Beteiligungen an Forschungsprojekten und in Entwicklungsverbänden steht man in der ersten Reihe bei Kunden aus den Gebieten erneuerbare Energien, LED-Lighting und Brennstoffzellen. Die Stärke des Unternehmens liegt zum einen in der Vorhaltung eines Lagers für mehr als 650 verschiedene Aluminium-Kühlkörperprofile. Eigens hierfür hat man antizyklisch im Krisenjahr 2009 in ein rund 3.200 Tonnen fassendes Hochregal-Wabenlager investiert. Zum anderen besteht die Möglichkeit, aus den Standards, spezielle, kundenspezifisch bearbeitete Lösungen generieren zu können, die in puncto Stückzahl, Qualität und Preis den hohen Kundenanforderungen entsprechen. Ein hohes Maß an Qualitäts- und Umweltbewusstsein sowie die Fokussierung auf die Wünsche und Belange der Kunden, gehören zur Unternehmens-

philosophie. Der Zertifizierungsstand nach ISO 9001, ISO 14001, ISO 27001 und AEO-C zeugen hiervon. Um auch weiterhin im nationalen und internationalen Kontext erfolgreich agieren zu können, wurde das komplette Unternehmen 2014 auf SAP umgestellt.

Produkte

- Kühlkörper und Systeme zur Halbleiterentwärmung
- Boardlevel-Steckverbinder
- 19" Technik
- Gehäuse

Märkte Elektronikhersteller aller Branchen

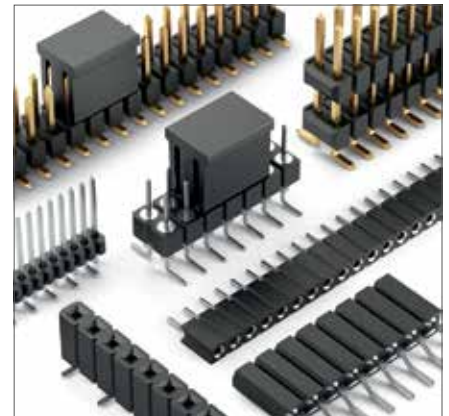
- OEM
- CEM
- Handel Deutschland, Europa und Übersee

Hauptdifferenzierung

- kundenspezifische Lösungen
- flexible Fertigung
- hohe Produktvarianz
- hohe Fertigungstiefe
- Beratungskompetenz

Zertifizierungsstand

- ISO 9001
- ISO 14001
- ISO 27001
- AEO-C



AUFGESCHRAUBT: SMARTWATCH

Smart ist das neue Sexy: Gadgets wie Smartphones oder Smart-TVs sind aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. Auch vor der guten, alten Armbanduhr macht diese Entwicklung nicht halt. Das Ziel: Schnellere und einfachere Kommunikation. Denn die sogenannten Smartwatches können weitaus mehr als ihre analogen Vorgänger. Kombiniert mit einem Smartphone oder eigenständig mittels einer SIM-Karte kann man damit telefonieren, SMS versenden, E-Mails lesen und noch vieles mehr. Im Grunde ist die Smartwatch das Mobiltelefon fürs Handgelenk. Eine Handyuhr. Oder ein Uhrenhandy. Wie man's nimmt.



In unserer Rubrik „Aufgeschraubt“ zeigen wir Ihnen Produkte aus dem Consumer-Bereich auf eine andere Art und Weise. Statt des Gehäuses schauen wir uns das Innenleben der Geräte an. Wenn Sie Ideen haben, was wir für Sie aufschrauben sollen, lassen Sie es uns einfach wissen (eue.redaktion@publish-industry.net).

EMV-Messtechnik auf dem neuesten Stand

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

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

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

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

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

Erfahren Sie im Internet mehr unter:

www.mooser-consulting.de

www.mooser-emctechnik.de



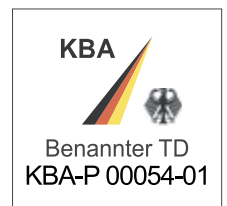
MOOSER

AKKREDITIERUNGEN
UND ANERKENNUNGEN

ACCREDITATIONS AND
RECOGNITIONS



DIN EN ISO/IEC 17025



TYPPRÜFUNGEN
FAHRZEUGE UND
KOMponentEN

TYPE APPROVAL TESTING
VEHICLES AND
AUTOMOTIVE
COMPONENTS

RECOGNITIONS
FORD
GM
JAGUAR LAND ROVER

Jakob Mooser GmbH

Amtmannstraße 5a

82544 Egling/Thanning
Deutschland

Telefon +49 8176 922-50

Telefax +49 8176 922-52

kontakt@mooser-consulting.de

Mooser EMC Technik GmbH

Osterholzallee 140.3

71636 Ludwigsburg
Deutschland

Telefon +49 7141 64826-0

Telefax +49 7141 64826-11

kontakt@mooser-emctechnik.de



Erscheinungstermin: 27.10.2017

E&E KOMPENDIUM 2018



- 80 Elektronik-Experten
- mehr als 100 Elektronik-Anbieter
- 300 Seiten geballtes Wissen
- als gedruckte Ausgabe, E-Paper und online verfügbar

Seit über 10 Jahren ist das E&E KOMPENDIUM das jährliche Referenzbuch für Elektronik-Entwicklung. Technische und organisatorische Themen mit aktuell hoher Relevanz liefern detaillierte Hintergrundinformationen zu Entwicklungen und Trends und zeigen Lösungswege für typische Design- & Entwicklungsaufgaben.

Kontakt:
Saskia Albert
s.albert@publish-industry.net
T.: +49/89/500383-50



Jetzt kostenfrei Leser werden.
www.publish-industry.net/abo