



Skalierbare Module für KI, Robotik, Vision und Inspektion

Software- und Pin-kompatible SMARC- und Qseven-Module von congatec auf Basis von NXP i.MX 8 ermöglichen Entwicklern ein Systemupgrade nur durch Aufstecken. Seite 16

Always ON DFS

Wir zeigen, wie Sie mit einer dynamischen Frequenzwahl störungsarme DFS-Kanäle nutzen können. Seite 22

AC/DC-Versorgung für IoT-Geräte

Bei der Auswahl der idealen Stromversorgung für IIoT-Anwendungen ist einiges zu beachten. Seite 38

Veränderungen in der Antriebstechnik

Die Scope-Erweiterung zur IEC/EN 61800-9 ist wichtig für Entwickler und Hersteller von Antrieben. Seite 44

Über
8,9 Millionen
Produkte online
DIGIKEY.DE





**ÜBER 800
BRANCHENFÜHRENDE
ANBIETER**

**ÜBER 1,8 MILLIONEN
PRODUKTE AUF LAGER**

**ÜBER
8,9 MILLIONEN
PRODUKTE
ONLINE**

**GRENZEN
ÜBERSCHREITEN**
**100%-IGER
VERTRAGSDISTRIBUTOR**



TELEFON: 0800 180 01 25

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. Digi-Key und Digi-Key Electronics sind eingetragene Marken von Digi-Key Electronics in den USA und anderen Ländern. © 2020 Digi-Key Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, USA

ECIA MEMBER
Supporting The Authorized Channel

Ein zugetaner Blickkontakt ersetzt das Händeschütteln

Es hagelt im Messegesehen. Und zwar Ausstellerabsagen. Allenthalben. Quer durch alle Branchen. Verständlicherweise angesichts des Corona-Virus? Ja. Und nein. Es kommt auf den Verantwortungsradius an. Mit der Begründung „trotz aller Vorsichtsmaßnahmen kann das Risiko für die Gesundheit der Messebesucher nicht eindeutig eingeschätzt werden, und eine Ansteckung mit dem Virus ist nicht grundsätzlich auszuschließen“ etwa sagt ein Unternehmen seine Messe-Teilnahme ab. Das ist in Ordnung und eine Entscheidung, die das Unternehmen ganz alleine zu treffen hatte. Die Verantwortung für die Firmenmitarbeiter wiegt schwer und wird hier vorbildlich wahrgenommen.

Grundsätzlich auszuschließen sind in unserer globalen Gesellschaft Risiken so oder so jedoch nie. Null Risiko gab es bereits vor dem Aufkommen des Virus SARS-CoV-2 nie und nirgends. Bakterien, Viren und Pilze fanden und finden sich schon immer und überall in der Umwelt und im eigenen Körper.

Was es aber auch schon seit einiger Zeit gibt und nun mehr denn je nötig ist, sind diesen Umständen verstärkt angepasste Achtsamkeit, Rücksichtnahme und Ver-

„Ich freue mich auf viele interessante, risikoarme Messegespräche mit Ihnen, die sowieso keiner Handshakings bedürfen.“



Gerd Kucera, Redakteur
gerd.kucera@vogel.de

haltensweisen, die die besonderen Risiken wie die der Übertragung von Viren überschaubar reduzieren und eindämmen können. Krankheitserreger werden primär direkt und indirekt von Mensch zu Mensch übertragen, unter anderem über die Hände oder gemeinsam benutzte Gegenstände. Einfache Hygienemaßnahmen tragen im Alltag dazu bei, sich und auch andere vor ansteckenden Infektionskrankheiten zu schützen. Viele Basics lassen sich ohne Umstände in die Tat umsetzen: etwa Händewaschen, diskretes Niesen und Husten in die Armbeuge.

Was den – risikoreduzierten – Messebesuch betrifft: Es schadet dem persönlichen Austausch nicht, die Sitte des Händeschüttelns zumindest derzeit zu missachten. Stattdessen ist ein zugetaner Blickkontakt samt freundlichen Worten allemal die beste Kommunikation.

Herzlichst, Ihr



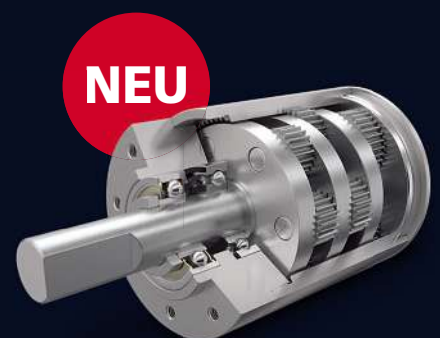

Hannover, 20. - 24.04.2020
Halle 5, Stand C26

FAULHABER Präzisionsgetriebe

Erweitern Sie Ihre Möglichkeiten

Die neue Familie von Planetengetrieben FAULHABER GPT. Legen Sie noch einen Zahn zu, wo andere zurückschalten.

faulhaber.com/GPT/de



WE CREATE MOTION

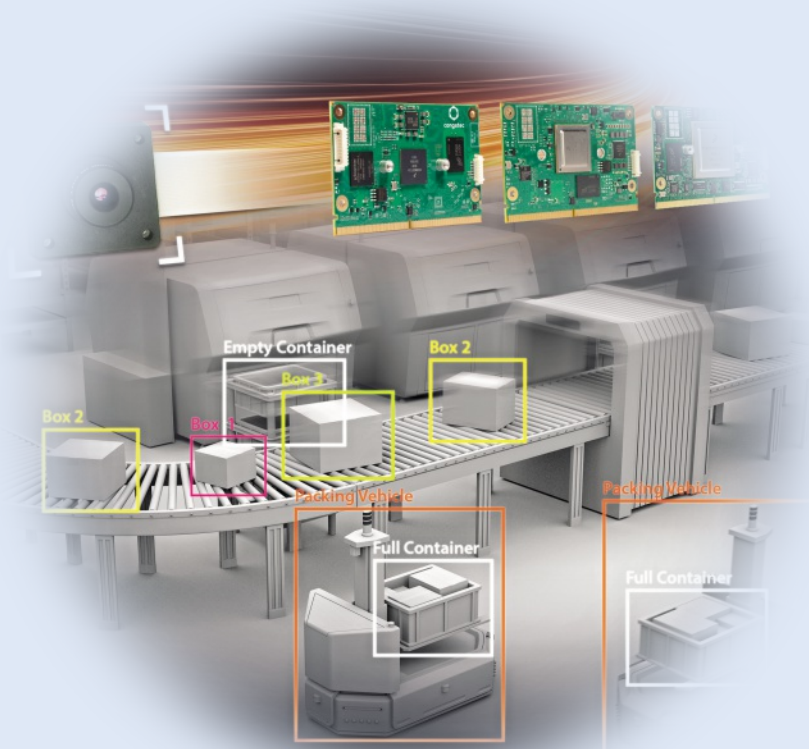
EMBEDDED COMPUTING

Ein Ökosystem für Vision, KI und vieles mehr

Mit Computer-on-Modules in den Formaten SMARC und Qseven wurde die Familie der softwarekompatiblen Applikationsprozessoren der Serie NXP i.MX 8 nun auch pinkompatibel gemacht.

Applikationsentwickler können nahtlos vom leistungsstärksten QuadMax-Prozessor bis hin zum Low-Power-Mikrocontroller NXP i.MX 8X für 2-Watt-Applikationen skalieren. Ein solches Eco-System bietet für Entwickler zahlreiche Vorteile, die weit über die Pinkompatibilität hinausgehen.

16



ELEKTRONIKSPIEGEL

6 **Zahlen, Daten, Fakten**

8 **Aktuelles**

SCHWERPUNKTE

Embedded Computing

TITELTHEMA

16 **Ein Ökosystem für Vision, KI und vieles mehr**

Rasch erreichen Entwickler von IIoT- und Vision-Applikationen mit den SMARC- und Qseven-Modulen auf NXP-i.MX-8-Basis das nächste Technologielevel.

Signal- und Datenübertragung

22 **Der intelligente Weg, DFS-Kanäle zu nutzen**

Mithilfe einer dynamischen Frequenzwahl und weiteren ausgeklügelten Mechanismen können WLAN-Anwender störungsarme DFS-Kanäle sinnvoll nutzen. Wir zeigen, wie.

Passive Bauelemente

30 **Spulenkern für zuverlässige Stromversorgungen**

Mit Verbundkernen lässt sich eine hohe Induktivität auf kleinem Raum erzielen. Eine neue Composite-Technologie verleiht zusätzliche mechanische Belastbarkeit.

Analogtechnik & Mixed Signal

34 **IC-Schnittstelle für vorausschauende Wartung**

Drahtgebundene Schnittstellen vereinfachen Design und Test von Lösungen für die vorausschauende Wartung.

Stromversorgungen

38 **Industrielle IoT-Anwendungen mit Strom versorgen**

Die Nachfrage nach professionellen IoT-Anwendungen für industrielle Umgebungen hat rapide zugenommen. Aber bei der Auswahl der passenden Stromversorgungen sind einige Aspekte zu beachten.

40 **Li-Ionen-Akkus für DC-USV-Systeme im Vergleich**

Lithium-Eisen-Phosphat-Akkus sind im Vergleich zu anderen Zellen unempfindlicher gegenüber Hitze und Kälte. Eine Einordnung der Lithium-Ionen-Batterien für USV-Systeme liefert dieser Beitrag.

Antriebstechnik

44 **Die Vorgaben werden schärfer**

Ab Sommer 2020/21 ist die Scope-Erweiterung zur IEC/EN 61800-9 wichtig für Entwickler, Hersteller und Anwender drehzahlveränderbarer Antriebe. Details dazu gibt es auf dem Praxisforum in Würzburg.

48 **Bremswiderstände und ihr Einsatz in E-Antrieben**

Trotz aller Effizienzvorgaben: In sicherheitsrelevanten Anwendungen der elektrischen Antriebe muss weiterhin über Bremswiderstände Energie abgeführt werden. Auch und erst recht bei Netzausfall.

TIPPS & SERIEN

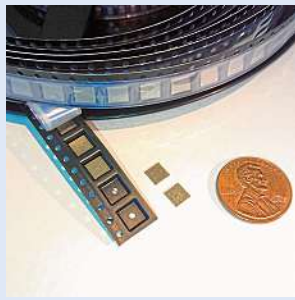
14 **Analog-Tipp**

Aufbau einer effizienten Signalgenerator-Ausgangsstufe

1,8+ Mio. Artikel von 500+ renommierten Herstellern



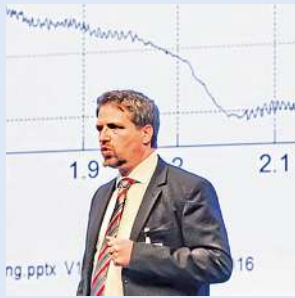
26 IoT-Daten per Direkt-
satellit übertragen



30 Spulkerne für zuver-
lässige Stromversorgung



34 Vorausschauende War-
tung mit IC-Schnittstelle



44 Die Antriebstechnikvor-
gaben werden strenger

ZUM SCHLUSS

- 51 Michael Gasch, Data4PCB**
Wenn die Leiterplatte hustet, hat die Elektronik Fieber

RUBRIKEN

- 3 Editorial**
29 Impressum

FPGA-Conference Europe

26.-28.05.2020, Dornach

FPGA-Technologien haben einen wahren Evolutionssprung vollbracht, was neue Denkansätze und Lösungen von Hardware- als auch Software-Entwicklern erfordert. Die FPGA-Conference Europe, die von ELEKTRONIKPRAXIS und dem Schulungszentrum PLC2 veranstaltet wird, greift diesen Fortschritt herstellerübergreifend auf – und fokussiert auf anwendergerechte Lösungen, die Sie schnell in Ihren eigenen Entwicklungs-Alltag integrieren können.

www.fpga-conference.eu



Unsere Leistungen:

- 75.000+ Artikel ab Lager München
- 500.000+ Artikel kurzfristig lieferbar ab Lager
- Lieferversprechen: Bis 18:00 Uhr bestellt, morgen geliefert
- Online-Shop: buerklin.com
- Starke Linecards mit bekannten und zuverlässigen Marken
- eProcurement-Lösungen (OCI, API, elektronische Kataloge, EDI)
- Große Innen- und Außendienstteams in Deutschland
- Repräsentative Vertriebsmitarbeiter in Frankreich, Italien, Skandinavien, Großbritannien, Irland, Osteuropa, dem Nahen Osten und Brasilien

Besuchen Sie uns auf der
all about automation Friedrichshafen 2020
4. + 5. März 2020, Stand B2-220

Unter www.automation-friedrichshafen.com

Jetzt
GRATISTICKET
aktivieren!

Ihr Code:
4UwRfE4U

65 JAHRE
Bürklin
DIE GANZE ELEKTRONIK

www.buerklin.com

AUFGEMERKT

Bild: Google

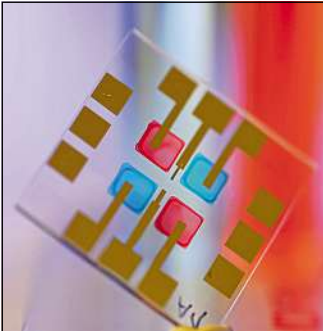


2005: Google Maps geht online

Vor 15 Jahren startet der Navigationsdienst von Google. Entwickelt wurde Google Maps ursprünglich von den dänischen Brüdern und Gründern des australischen Startups Where 2 Technologies, Lars und Jens Eilstrup Rasmussen. 2004 kauft Google das Startup und wandelt das C++ Desktop-Programm in eine Webapplikation um. Mit der Übernahme von Keyhole Inc., ein Software-Entwicklungsunternehmen spezialisiert auf Geodaten-Visualisierungsanwendungen und Zipdash, einem Anbieter für Echtzeit-Daten-Analyse,

setzt Google am 8. Februar 2005 Google Maps in die Welt. Anfangs ist der Dienst noch als Desktop-Variante und kurz darauf als App für die ersten Smartphone- bzw. Blackberry-Nutzer verfügbar. Im Jahr 2006 wird Street View vorgestellt. Durch die Übernahme von WAZE im Jahr 2013 kommen Echtzeitangaben zu Verkehrsaufkommen dazu. Fahrradrouten folgen in Zusammenarbeit mit dem Adfc. Ab 2014 verknüpft Google immer mehr seiner Angebote in der Kartenfunktion und sammelt dabei weiter fleißig Daten. // EK

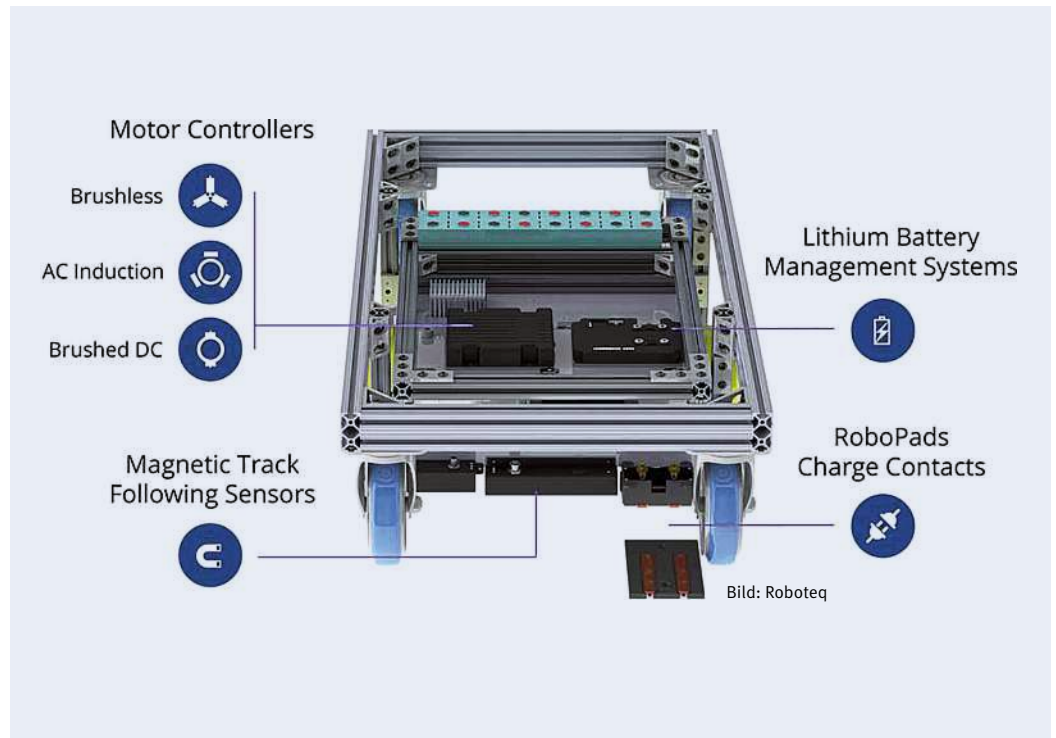
Bild: KIT



Sensor erkennt Farben

Für die Kommunikation mit sichtbarem Licht spielen optische Sensoren eine wichtige Rolle: Sie finden Einsatz in Kameras, Lichtschranken und Bewegungsmeldern. Forscher des KIT aus Karlsruhe nutzen Halbleitermaterialien, die auf Licht reagieren. Diese Halbleitermaterialien verändern bei Licht ihre Leitfähigkeit und die Lichtintensität lässt sich als elektrischer Strom messen. Solche Sensoren sind in der Lage, Farben zu unterscheiden. // HEH

AUFGEDREHT: Roboteq Sensor



Der MGS1600 ist ein Sensor, der bei Anwendungen zum Einsatz kommt, die einem am Boden angebrachten Magnetband folgen. Wird der Sensor zusammen mit einem Zweikanalregler eingesetzt, lässt sich mit zwei Komponenten ein

autonomes Transportsystem aufbauen. Hinter dem Sensor steht Roboteq: Das Unternehmen hat sich auf Sensoren und Motorsteuerungen für Gleichstrommotoren für autonome Systeme und Roboter spezialisiert. // EK

AUFGE-SCHNAPPT

„Die Industrieproduktion hat sich leider mit einem deutlichen Einbruch aus dem Jahr 2019 verabschiedet.“

Prof. Dr. Stefan Kooths, Prognosezentrum IfW Kiel

47,4

AUFGEZÄHLT

Im Jahr 2023 wird es laut dem Annual Internet Report in Deutschland bereits 47,4 Mio. Geräte geben, die über den Funkstandard 5G kommunizieren. Die durchschnittliche 5G-Geschwindigkeit soll bei 736,2 MBit/s liegen und ist fast 13-mal höher als bei 4G, die ebenfalls ansteigt: zwischen 2018 und 2023 von 30,4 auf 57,2 MBit/s. In puncto Geschwindigkeit rückt der Mobilfunk dem stationären Breitband immer näher.

Ehrendoktorwürde für Hasso Plattner

Er engagiert sich für Forschung und Bildung, verknüpft Wirtschaft und Wissenschaft und entwickelt zukunftsweisende Projekte, um die Digitalisierung voranzutreiben: Hasso Plattner, Mitgründer von SAP und Alumnus des Karlsruher Instituts für Technologie. Für seine Arbeit verlieh ihm das KIT die Ehrendoktorwürde. // EK



Bild: KIT

Elektronik-Lieferketten kranken am Coronavirus

*Seit über zwei Monaten kursiert in China die Covid-19-Epidemie.
Der disruptive Einfluss auf Hardware-, Halbleiter- und EMS-Anbieter
schlägt bereits jetzt negativ auf die weltweite Wirtschaft durch.*



Bild: Gerd Altmann

musste beispielsweise Apple seine Umsatzprognose für das erste Quartal 2020 von 63 bis 67 Milliarden US-\$ auf 58 Milliarden US-\$ zurückfahren. China, Taiwan und Hongkong machen laut S&P Global etwa 20% des Umsatzes bei Apple aus. Dieser Einbruch wirkt sich indirekt auf den Börsenkurs von Unternehmen aus, die Apple beliefern. Als besonders stark betroffen gelten etwa die Chiphersteller Qorvo, Broadcom und Qualcomm.

Distributoren und Electronic Manufacturing Services (EMS) dürften von der Disruption besonders betroffen sein. S&P schätzt, dass chinesische Elektronikbauteile bei diesen Unternehmen im Schnitt 20-25% des Umsatzes ausmachen – in Einzelfällen, wie etwa beim EMS-Hersteller Jabil, sogar bis zu 50%. Dieses Volumen lässt sich nicht kurzfristig auf Lieferanten aus oder eine Fertigung in anderen Regionen verlagern. Dennoch überlegen etwa zahlreiche britische Unternehmen, ihre Fertigung mittelfristig aus China abziehen, um diesen Flaschenhals in Zukunft zu vermeiden.

Verkauf von Halbleitern wird spürbare Delle erleiden

Auch das Halbleitergeschäft dürfte spürbare Konsequenzen davontragen. Zum einen stehen Anlagen still, in denen die Produkte für Endgeräte wie Consumerelektronik oder Displays verbaut werden. China's Bedarf an Halbleitern macht derzeit zwischen 40 und 50% des weltweiten Marktes aus. Zudem würgt die Krise den lokalen Automarkt ab. Der Fahrzeug-Absatz ist im Januar im Vergleich zum Vorjahr um ein Fünftel zurückgegangen. In der betroffenen Region Hubei finden circa 9% der chinesischen Autoproduktion statt. All dies wird entsprechend auf den Chipmarkt durchschlagen.

Auch deutsche Automobilhersteller sind betroffen. So beklagt etwa VW ebenfalls Probleme mit der Supply Chain und der Logistik. Der chinesische Markt macht bis zu 40% aller Auslieferungen von VW aus. // SG

Mit Material von S&P Global und IDC

COVID-19 drückt die Wirtschaft: Finanzanalysten gehen davon aus, dass Lieferengpässe und Produktionsausfälle das globale Wirtschaftswachstum signifikant ausbremsen werden.

Zu Jahresbeginn hatten sich Branchenverbände optimistisch gezeigt und für 2020 nach zwei schwächeren Jahren ein neues Wachstum im Elektronikmarkt erwartet. Nun hat dieser Optimismus einen Dämpfer verpasst bekommen: Der Ausbruch des Coronavirus Covid-19 droht, den Fertigungsstandort China auf nicht absehbare Zeit zu lähmen – was sich nachhaltig auf Lieferketten weltweit auswirkt.

Analysten von S&P Global haben nun eine Einschätzung abgegeben, wie sehr sich diese Disruption in der Elektronikfertigung auf die weltweite Wirtschaft auswirken wird. „Die Geschwindigkeit und die Ausbreitung [von SARS-CoV-2] in den letzten zwei Monaten stellen ein Risiko für die Weltwirtschaft und die Kreditvergabe dar“, heißt es in dem Bericht. Das für 2020 veranschlagte Bruttoinlandsprodukt Chinas werde demnach statt ursprünglich 5,7% nur noch 5,0% betragen. Dies wirkt sich auch weltweit aus: das globale BIP soll um 0,3% weniger wachsen.

Um die Verbreitung des Virus einzudämmen stellte die chinesische Regierung Wuhan, das Epizentrum des Ausbruchs, und

weitere Städte am 23. Januar 2020 unter Quarantäne. Zahlreiche Fertiger, wie etwa Foxconn, mussten dadurch ihre Produktion aussetzen. Es sind zwar seit dem 10. Februar einige Standorte wieder in Betrieb, doch auch diese laufen meist noch nicht wieder mit voller Kapazität. In einem Industriepark der Region Südwestchina hätten etwa erst fünf von 50 Unternehmen den Betrieb wieder aufgenommen, meldete ein Vertreter der EU-Handelskommission Ende Februar. Zudem wurde die Reisefreiheit eingeschränkt, was sich auch auf den Warentransport auswirkt.

Diese radikalen Maßnahmen im Kampf gegen das Virus sorgen für große Verwirrung und bereiten europäischen Unternehmen im Land enorme Probleme. Regionale bürokratische Unterschiede im Umgang mit der Krise sorgen für weitere logistische Verzögerungen. Ein Ende ist noch nicht in Sicht.

Distributoren und EMS-Provider mit am stärksten betroffen

All dies hat dazu geführt, dass weltweit Lieferketten unterbrochen wurden oder Materialien nur verzögert geliefert werden. So

Unser Seminar- angebot für Elektronik- Entwickler

Batterien – Grundlagen und Anwendungen

www.b2bseminare.de/132

Wichtiges und richtiges Messen an der realen Stromversorgung

www.b2bseminare.de/1082

LED-Beleuchtung in der elektrotechnischen Praxis

www.b2bseminare.de/1002

13347

Lernen Sie von unseren Experten!

Sie wollen Ihr Know-how erweitern und auf dem aktuellsten Stand bleiben?
Besuchen Sie unsere Seminare und lernen Sie von ausgewählten Experten aus Ihrer Branche.
Buchen Sie jetzt Ihr Seminar! Praxisnah! Qualitativ! Vernetzend!

www.b2bseminare.de

AUTONOMES FAHREN

Schock für die Autobranche: Tesla ist um sechs Jahre voraus



Ein Tesla Model 3: beim Zerlegen stellten Experten fest, dass Tesla anderen Autobauern technologisch um Jahre voraus ist.

Toyota und Volkswagen verkaufen jährlich jeweils rund 10 Mio. Autos, während Tesla 2019 nur etwa 367.500 Autos ausgeliefert hat. Aber wenn es um die Elektronik geht, hat das Unternehmen von Elon Musk gegenüber den Branchengiganten einen enormen Vorsprung. Zu dieser verblüffenden Erkenntnis kam die japanische Tageszeitung Nikkei Asian Review, die einen Tesla Model 3 zerlegen ließ.

Was Experten beim Zerlegen am meisten verblüffte, ist das zentrale Steuergerät, der „full self-driving computer“. Dieses

Elektronikmodul mit der Bezeichnung „Hardware 3“ könnte die derzeit übliche Lieferkette der Automobilindustrie komplett auf den Kopf stellen.

Das Modul ist in allen neuen Fahrzeugen der Modelle 3, S und X zu finden und enthält zwei maßgeschneiderte KI-Chips mit einer Fläche von 260 mm². Tesla hat die Chips und die Software selbst entwickelt. Der „full self-driving computer“ steuert die Funktionen zum autonomen Fahren sowie das Infotainment-System der Fahrzeuge. Ein Ingenieur eines großen japanischen

Autoherstellers, der das Modul untersuchte, erklärte der Nikkei gegenüber verblüfft: „Das würden wir nicht schaffen.“ Branchenkenner erwarten, dass sich diese Technologie frühestens um 2025 durchsetzen wird. Das bedeutet, dass Tesla seinen Rivalen um sechs Jahre voraus ist.

Dabei könnten Toyota und VW durchaus schon vor 2025 soweit sein. Aber technologische Hürden sind nicht der Grund für die Verzögerung, wie der von Nikkei zitierte japanische Ingenieur erklärt. Der wahre Grund: Die Autohersteller befürchten, dass Steuereinheiten wie das von Tesla die über Jahrzehnte gepflegten Lieferketten für Teile veralten lassen. Solche Systeme würden die Zahl der elektronischen Steuergeräte in Autos drastisch reduzieren. Für Zulieferer und ihre Mitarbeiter ist dies eine existenzielle Frage.

Die großen Autohersteller fühlen sich gezwungen, weiter komplizierte Netze von Dutzenden von Steuergeräten zu verwenden, während im Modell 3 nur einige wenige gefunden wurden. Die Lieferketten, die den heutigen Autogiganten zum Wachstum verholfen haben, beginnen also nun ihre Innovationsfähigkeit zu behindern. Junge Unter-

nehmen wie Tesla hingegen sind nicht an Zulieferer gefesselt und können die besten verfügbaren Technologien nutzen.

Die meisten Teile innerhalb des Modells 3 tragen nicht den Namen eines Lieferanten. Stattdessen tragen viele das Tesla-Logo, einschließlich der Chips im Inneren der Steuergeräte. Dies deutet darauf hin, dass das Unternehmen die Entwicklung fast aller Schlüsseltechnologien im Auto streng kontrolliert. Und mit dieser Hardware kann sich Tesla durch „Over-the-Air“-Software-Updates weiterentwickeln.

Im Moment sind die Fahrzeuge noch als Level 2 oder teilautonome Autos klassifiziert. Aber Elon Musk hat betont, dass sie über alle notwendigen Komponenten für das vollständige Selbstfahren verfügen.

Von der Software bis zu den elektrischen Antriebssystemen entwickelt Tesla immer mehr im eigenen Haus. Wenn diese Strategie Erfolg hat, werden die Konkurrenten kaum eine andere Wahl haben, als dem Beispiel zu folgen und ihre alten Geschäftsmodelle und Lieferketten umzukrempeln, während sie versuchen, Teslas Vorsprung zu überwinden. // TK

MOBILFUNK

Drohnen als mobile Relaisstationen



Musterdrohne: ist mit beweglichen Kommunikationsrelaisstationen ausgestattet.

Die Firmen Blue innovation und Kyocera entwickeln eine neue Drohnenlösung mit beweglichen Kommunikationsrelaisstationen. Erstmals ausgestellt wurde die neue Drohnenkommunikationstechnologie von Blue innovation während der CES 2020 in Las Vegas.

Die beiden Unternehmen haben bekannt gegeben, dass sie eine Vereinbarung zur gemeinsamen Entwicklung einer neuen Drohnenlösung unterzeichnet haben. Mehrere Drohnen können in Gebieten, in de-

nen Mobilfunksignale nicht ankommen, etwa Katastrophengebiete, geflogen werden. Dort übernehmen sie die Funktion von mobilen Relaisstationen und bieten als „bewegliche Kommunikationsrelaisstationen“ eine zuverlässige Mobilfunkkommunikation wie unter normalen Bedingungen.

Die Kombination der Systemplattformtechnologie von Blue innovation wie die Blue Earth Platform, welche die Fernsteuerung mehrerer Drohnen ermöglicht, mit der drahtlosen Kom-

munikationstechnologie von Kyocera, die im Rahmen des Geschäftsbereichs Kommunikationsausrüstung entwickelt wurde, ermöglicht es den beiden Unternehmen, eine bewegliche, drohnenaktivierte Kommunikationsrelaisstation zu entwickeln.

Die Unternehmen werden mit Feldversuchen anhand von LTE- und 5G-Netzen beginnen, und auf eine Vermarktung ab März 2022, gemäß den Gesetzesänderungen, abzielen. // TK

Kyocera

PHOTOVOLTAIK

Schneller und günstiger zu neuartigen Solarzellen

Der Wirkungsgrad einer Perowskit-Solarzelle liegt mittlerweile gleichauf mit dem einer herkömmlichen Silizium-Zelle. Allerdings wies sie anfangs einige Schwächen auf, die zwar im Labor behoben werden konnten; jedoch war diese Idee noch nicht markttauglich. Zumindest bis jetzt nicht: Frank Nüesch, Leiter der Empa-Abteilung Funktionspolymere, und sein Team arbeiteten in den letzten Jahren intensiv an neuen Herstellungsverfahren, um Perowskit-Solarzellen schneller und günstiger zu produzieren. Dazu arbeiteten die Forschenden im Rahmen eines Projekts des Bundesamtes für Energie (BFE) mit dem Westschweizer Unternehmen Solaronix SA zusammen. Gemeinsam

Bild: Clipdealer



Herkömmliche Solarzellen: bestehen nach wie vor aus Silizium. Perowskit-Zellen sind eine vielversprechende Alternative.

stellten sie eine funktionsfähige Perowskit-Zelle im Labormaßstab mit einer Fläche von 10 cm x 10 cm her.

Gefertigt wird die neuartige Zelle im sogenannten Schlitzdüsenverfahren. Dabei wird die Materialschicht auf eine Glas-

schicht aufgetragen und im Anschluss strukturiert, indem überschüssiges Material mittels Laser entfernt wird.

Mit dem Schlitzdüsenverfahren lassen sich künftig relativ einfach und schnell meterlange Bahnen beschichten. Die erhöhte Beschichtungsgeschwindigkeit ist dann auch das zentrale Element bei einer möglichen Industrialisierung der Perowskit-Zellproduktion. Bei der Entwicklung des neuen Verfahrens arbeitete das Empa-Team eng mit Experten von Solaronix zusammen. Von ihnen stammen die „Tinten“ – also die nanoskaligen Leiter, Halbleiter und Isolatoren – für den Druck. // TK

Empa

Mehr Produkte als jemals zuvor



25% Mehr Lagerbestand

Zugang zu allen führenden Marken mit mehr als 40 neu hinzugefügten Herstellern

Erweitertes Angebot an Verbindungslösungen und elektromechanischen Produkten mit kurzen Lieferzeiten

Die neuesten Technologien ab Lager verfügbar – bereit für die Zukunft!

Große Produktauswahl zur Erfüllung Ihrer Anforderungen – von der Platine bis hin zur Messtechnik



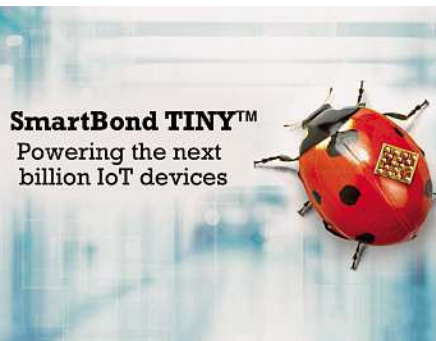
Ready for Tomorrow

ready4tomorrow.farnell.com/de



SYNERGIEN FÜR IIOT

Dialog Semiconductor übernimmt Adesto Technologies



Expansion auf den IIoT-Markt: Der deutsch-britische Chiphersteller Dialog Semiconductor hat für 500 Millionen US-\$ Adesto Technologies übernommen.

Bild: Dialog Erst vergangenen Oktober hatte Dialog Semiconductor sich den deutschen IC-Entwickler Creative Chips einverleibt, einem Anbieter von IO-Link-IC-Produkten für die Industrie 4.0. Nun holt sich Dialog mit dem kalifornischen Unternehmen Adesto Technologies einen weiteren Chiphersteller mit Fokus auf das Industrielle Internet der Dinge (IIoT) ins Boot. Dialog wird Adesto Technologies circa 500 Mio. US-\$ erwerben. Adesto hat seinen Hauptsitz in Santa Clara, Kalifornien, beschäftigt rund 270

Mitarbeiter. und geht für 2019 von Einnahmen in Höhe von circa 118 Mio. US-\$ aus.

Durch den Kauf steige Dialog zu einem der größten Anbieter von kundenspezifischen analogen Mixed-Signal-Halbleitern auf, erklärte das Unternehmen. Besonders starke Synergien verspricht man sich aus der Verknüpfung von Adestos industriellem, kabelgebundenem Konnektivitätsportfolio mit dem bestehenden drahtlosen Angebot (BLE, Wi-Fi) für intelligente Gebäude- und Industrieanwendungen.

Insbesondere die eingekaufte Technologie zur Cloud-Konnektivität soll den bestehenden industriellen Lösungen von Dialog ein weiteres Differenzierungsmerkmal hinzufügen. Auch zielt durch die Qualifizierung von Adestos Speicherspeicherprodukten und die Nutzung etablierter Produktion und Testabläufe von Dialog im Bereich Automotive auf zukünftiges Wachstum auf dem Automobilmarkt ab.

// SG

Dialog Semiconductor

RÜCKLÄUFIGE UMSÄTZE

Trübe Aussichten: Bei FPGA-Marktführer Xilinx droht Entlassungswelle

Xilinx hat angekündigt, in den nächsten Monaten weltweit rund 7% seiner weltweit rund 5000 Mitarbeiter abzubauen. Das entspräche rund 350 wegfallenden Stellen. Grund für den Stellenabbau seien einerseits die im Vergleich zum Vorjahr rückläufigen Verkäufe, andererseits die Aussicht, dass sich die Auftragslage in absehbarer Zukunft nach eigener Einschätzung nicht bessern wird. Bislang hält sich Xilinx bedeckt, genauere Informationen über die Regionen und Mitarbeiterfunktionen zu geben, die

von den Freistellungen besonders betroffen sein werden.

Im dritten Quartal seines Geschäftsjahres 2020 hat Xilinx 723 Mio. US-Dollar umgesetzt und daraus einen Nettogewinn von 162 Mio. US-Dollar erwirtschaftet. Gegenüber dem vorangegangenen Vierteljahr stehen diese Zahlen für einen Rückgang der Verkäufe um 13%, gegenüber dem Vergleichszeitraum 2019 um 10%. Ein Grund dafür sei das schlechter als erwartet laufende Geschäft mit kabelgebundenen und drahtlosen Techniken, die

etwa für den Aufbau von 5G-Infrastrukturen, Netzwerken und Rechenzentren eingesetzt werden. Der Ausbau erfolge langsamer als angenommen, erklärt Xilinx-CEO Victor Peng. Dafür sei nicht zuletzt „anhaltender Gegenwind im Welthandel“ verantwortlich. Eine Besserung sei erst einmal nicht in Sicht. Peng gehe davon aus, dass das Umsatzwachstum weiter unter den eigenen früheren Erwartungen liegen wird.

// ME

Xilinx



Bild: Xilinx

Effizienz: Rekonfigurierbare FPGAs wie der Xilinx ACAP beschleunigen den Datenverkehr in vielen Rechenzentren, 4G/5G-Basisstationen und etlichen weiteren Anwendungen.

STANDARD

Industrie-Norm IEC 63171-6 ab sofort frei verfügbar



Industry Style: Die IEC 63171-6 spezifiziert die Single-Pair-Ethernet(SPE-) Schnittstelle nach dem Vorschlag der HARTING Technologiegruppe und ist zukünftige Standardschnittstelle für industrielle SPE-Anwendungen.

Bild: Harting Am 23. Januar 2020 ist mit der IEC 63171-6 die internationale Norm für Single-Pair-Ethernet-Schnittstellen in industriellen Anwendungen veröffentlicht worden. Herausgeber ist das IEC Komitee SC 48B Kupfersteckverbinder. Die Norm für das Steckgesicht IEC 63171-6 T1 Industrial Style war die erste Norm, welche schon 2016 von Harting für ein Single-Pair-Ethernet-Steckgesicht bei SC 48B eingereicht wurde. „Diese frühe Initiative zählt sich nun aus und für 2020 haben Anwender endlich eine verläss-

liche Investitionsgrundlage für zukunftsfähige IIoT-Netzwerke auf Single-Pair-Ethernet-Basis“, erklärt Ralf Klein, Geschäftsführer Harting Electronics.

Die IEC 63171-6 (Industrial Style) ist ein vollständiges Normendokument mit allen notwendigen Spezifikationen und Prüfsequenzen und fließt in aktuelle SPE-Verkabelungsstandards der Normenreihe für strukturierte Verkabelung ISO/IEC 11801-x mit ein. Die Implementierung von SPE in die ISO/IEC 11801-Dokumente ist deshalb so wichtig, da

nur in dieser Norm die Verkabelungskanäle mit allen notwendigen Parametern mit Relation zur Umgebung – MICE beschrieben werden und damit dann auch nach Installation messtechnisch überprüfbar sind. Diese Verbindung von Komponentenstandards zu Steckverbindern und Kabeln gibt allen Anwendern für SPE klare Richtlinien zum Aufbau und zur Überprüfung von entsprechenden Übertragungsstrecken.

// KR

Harting

SOFTWARE-ENTWICKLUNG

Embedded-Linux für Einsteiger, Fortgeschrittene und Experten

Linux ist eine zunehmend beliebte Wahl für Embedded-Lösungen. Vielerorts wird das quelloffene Betriebssystem bereits als die Standardumgebung für Softwareentwickler angesehen, verspricht sie doch hohe Flexibilität und geringe Kosten. Doch wie setzt man Linux effizient mit den begrenzten Ressourcen eines Embedded-Systems ein? Wir schafft man es, Echtzeit mit Linux zu erzielen? Wie schreibt man sichere und bugfreie Embedded-Anwendungen oder GUIs mit hoher Usability?

Die prämierten Referenten der Embedded-Linux-Woche geben Antworten auf diese und viele weitere Fragen in verschiedenen Seminaren. Die Seminare der ELEKTRONIKPRAXIS helfen Einsteigern, Fortgeschrittenen wie

auch Linux-Experten, das Meiste aus ihren Applikationen herauszukitzeln, und können sowohl einzeln als auch kombiniert gebucht werden.

Für Einsteiger empfiehlt sich das Angebot „**Vom Anfänger zum Fortgeschrittenen**“ mit den Kursen „Grundlagen“ und „Embedded Linux“. An Entwickler mit Linux-Erfahrung richtet sich das Paket „**Vom Fortgeschrittenen zum Könnern**“ mit den Seminaren „Systemprogrammierung“, „Realtime“ und „Yocto“. Uns Für Linux-Könnern mit Ambitionen auf die Champions League gibt es „**Vom Könnern zum Experten**“, was „Gerätetreiber“, „Security“ und „Grafikoberflächen entwickeln mit Qt“ umfasst.

Die Teilnehmer erhalten ausführliche Unterlagen zu den ein-

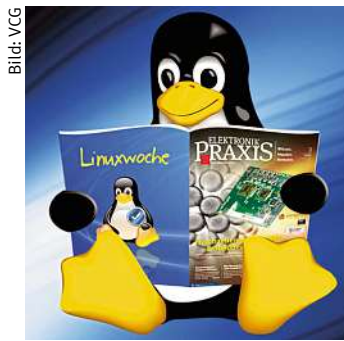


Bild: VCG

Ob Anfänger oder Könnern: Dreimal jährlich kümmert sich die Embedded-Linux-Woche wie keine zweite Seminarreihe um Entwicklerbedürfnisse.

zeln Seminar und Vorträgen. In der Teilnahmegebühr enthalten ist eine externe Festplatte mit einem geprüften Linux-Image, um diese während des Seminars zu verwenden. Diese erhalten Sie

vorab, damit Sie Ihr Notebook vorkonfigurieren können. Hinzu kommt ein industrietaugliches Board von Phytec mit aktuellem, echtzeitfähigem Linux-Kernel. Ebenfalls Teil des Teilnahmepekts sind die Verpflegung während des Seminars und eine gesellige Weinprobe am jeweiligen Mittwoch der Linux-Wochen.

Schon bald startet die Embedded-Linux-Woche in die nächste Runde. Details zu Teilnahme und Programm finden Sie auf www.linux4embedded.de. Sie möchten wissen, welcher Kurs für Sie am besten geeignet ist? Machen Sie unseren Online-Linux-Test unter www.linux4embedded.de/embedded-linux-skilltest und finden Sie es heraus. // SG

www.linux4embedded.de

20.–24. APRIL 2020
**DIE TRANSFORMATION
 IST ÜBERALL. IHR HERZ
 SCHLÄGT IN HANNOVER.**

Wir begleiten die industrielle Transformation seit über 70 Jahren –
 als Motor, Impulsgeber und Wegweiser.
 Werfen Sie einen Blick in die Zukunft: auf der HANNOVER MESSE.
 Be part of it: hannovermesse.de #HM20



HOME OF INDUSTRIAL PIONEERS



Aufbau einer leistungsstarken Signalgenerator-Ausgangsstufe

THOMAS BRAND *

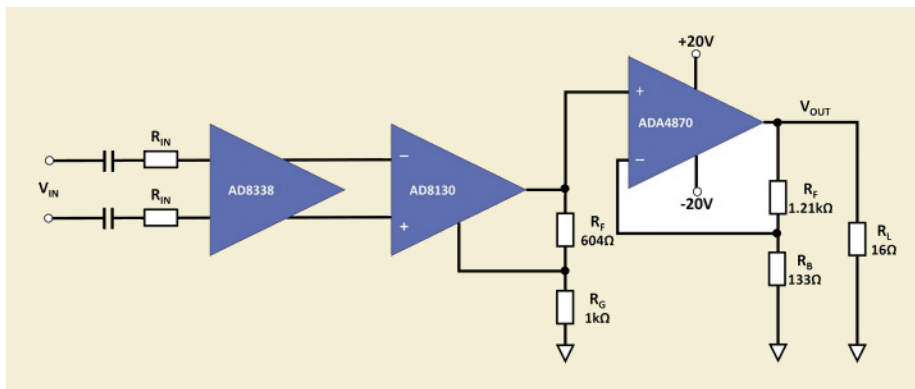


Bild: ADI

doch oftmals nicht aus, wie es z.B. beim Testen von HF-Verstärkern oder zur Erzeugung von Ultraschallimpulsen erforderlich ist. Aus diesem Grund kommen zusätzlich Current Feedback Amplifier zum Einsatz.

Der ADA4870 ermöglicht bei einer Versorgungsspannung von ± 20 V ausgangsseitig einen Treiberstrom von 1 A bei einer Amplitude von 17 V. Sinuswellen lassen sich unter Vollast bis zu 23 MHz generieren, was ihn zu einem idealen Front-End-Treiber für universell einsetzbare arbiträre Signalformgeneratoren macht.

Zur Optimierung des Signalhubs des Ausgangs ist der ADA4870 mit einer Verstärkung von $\times 10$ konfiguriert. Die erforderliche Eingangsamplitude beträgt somit 1,6 V. Da der Chip einen massebezogenen Eingang besitzt, der davor geschaltete AD8338 jedoch einen differentiellen Ausgang aufweist, muss ein differentieller Empfangsverstärker zur differentiell/massebezogenen Wandlung dazwischen zu geschaltet werden.

Hierzu eignet sich der AD8130 mit einem Verstärkungsbandbreitenprodukt (GBWP) von 270 MHz und einer Spannungsanstiegsgeschwindigkeit von 1090 V/ μ s. Der Ausgang des AD8338 ist auf $\pm 1,0$ V begrenzt, weswegen es die Zwischenverstärkung des AD8130 auf 1,6 V/V auszulegen gilt. Die gesamte Schaltung in Bild 3 bietet eine Bandbreite von 20 MHz bei einer Amplitude von 22,4 V (+39 dBm) an einer Last von 50 Ω .

Durch die Kombination eines Hochleistungs-VGAs (AD8338), zusammen mit einem leistungsstarken CFA (ADA4870) und einem differentiellen Empfangsverstärker (AD8130) lässt sich relativ einfach und kompakt eine komplette Signalgenerator-Ausgangsstufe für höhere Leistungen aufbauen, die im Vergleich zu traditionellen Ausgangsstufen durch eine höhere Systemzuverlässigkeit, höhere Lebensdauer sowie geringeren Kosten punktet.

// KR

Analog Devices

[1] Hunter, D.: "Two New Devices Help Reinvent the Signal Generator", www.analog.com/media/en/analog-dialogue/volume-48/number-4/articles/reinvent-the-signal-generator.pdf

Signalgeneratoren erzeugen definierte elektrische Signale mit einem charakteristischen Zeitverlauf. Weisen diese Signale einen einfachen, periodischen Verlauf auf (Sinus-, Rechteck- oder Dreiecksschwingungen), spricht man von Funktionsgeneratoren. Sie werden häufig dazu verwendet, um elektrische Schaltungen oder Baugruppen auf ihre Funktion zu prüfen.

Einfache Signalgeneratoren können auch selbst aufgebaut werden. In diesem Tipp zeige ich, wie Sie eine kleine und preiswerte Ausgangsstufe mit einem VGA (Variable Gain Amplifier) und einem CFA (Current Feedback Amplifier) realisieren. Zunächst gilt es das ursprüngliche Eingangssignal durch einen VGA zu verstärken bzw. zu dämpfen. Das Ausgangssignal des VGA kann unabhängig von dessen Eingangssignal auf eine gewünschte Amplitude eingestellt werden.

Für eine Ausgangsamplitude U_{OUT} von 2 V bei einer Verstärkung der Leistungsendstufe von 10 muss beispielsweise die Ausgangsamplitude des VGA auf 0,2 V geregelt werden. Leider werden viele VGAs aufgrund ihres begrenzten Verstärkungsbereichs zum Engpass. Verstärkungsbereiche größer 45 dB sind daher eher die Seltenheit.

Mit dem Low-Power VGA AD8338 bietet Analog Devices einen programmierbaren Verstärkungsbereich von 0 bis 80 dB. Unter idealen Bedingungen können hiermit bei Signalgeneratoren Ausgangsamplituden zwischen 0,5 mV und 5 V stufenlos programmiert werden, ohne zusätzliche Relais oder geschaltete Netzwerke. Durch den Wegfall dieser mechanischen Komponenten lassen sich Diskontinuitäten vermeiden und gleichzeitig eine erhöhte Lebensdauer der Instrumente sowie eine erhöhte Systemzuverlässigkeit erreichen.

Da DACs und DDS oftmals über differentielle Ausgänge verfügen, bietet der AD8338 eine vollständig differentielle Schnittstelle. Ferner lassen sich mittels einer flexiblen Eingangsstufe mögliche Asymmetrien der Eingangsströme durch eine interne Rückkopplung ausgleichen. Parallel werden die internen Knoten auf 1,5 V gehalten.

Unter normalen Bedingungen erzeugt das maximale 1,5-V-Eingangssignal bei Eingangswiderständen von 500 Ω einen Strom von 3 mA. Bei höheren Eingangsamplitude, z.B. 15 V, würde ein größerer Widerstand direkt an den Eingangspins erforderlich sein. Dieser Widerstand wird so bemessen, dass der gleiche 3-mA-Strom resultiert.

Viele kommerzielle Signalgeneratoren liefern eine maximale effektive Ausgangsleistung von 250 mW (+24 dBm) bei einer Last von 50 Ω (Sinusform). Dies reicht für Anwendungen mit höherer Ausgangsleistung je-



* Thomas Brand

... arbeitet als Field Applications Engineer bei Analog Devices in München.

WEBINARE

www.elektronikpraxis.de/webinare

Akkumulatoren und Batterien realitätsnah simulieren

Beim Simulieren von Batterien und Akkumulatoren müssen viele komplexe Prozesse und Zusammenhänge beachtet werden: Wie wirkt sich das Batteriedesign auf die Lade- und Entladeeigenschaften und das Wärmemanagement aus? Und wie auf die Ergebnisse von Charakterisierungsexperimenten, einschließlich der elektrochemischen Impedanzspektroskopie?

Mit physikalisch basierten, sogenannten High-Fidelity-Modellen, lassen sich Lithium-Ionen- und Lithium-Luft-Akkumulatoren realitätsnah mit Innenblick modellieren; außerdem Blei-Säure- und Festkörper-Akkus. Die Simulation basiert auf der Theorie der Porösen Elektroden.

Erfahren Sie im Webinar:

- welche Möglichkeiten multiphysikalische Simulationssoftware bietet, um Ihre Batterie- und Akkumulatorsysteme zu simulieren und schneller zu entwickeln,
- wie Sie Akkumulatoren unter Berücksichtigung des Wärmetransports simulieren, und
- was die Theorie der Porösen Elektroden bedeutet, welche Phänomene damit zusammenhängen und wie sich diese auflösen lassen.

Durch das Webinar führt Dr. Markus Birkenmeier, Applications Engineer bei COMSOL Multiphysics.

DESIGN NOTES

www.elektronikpraxis.de/design-notes

Präzisions-Operationsverstärker

www.elektronikpraxis.de/adhv4702

High-Side-Strommessschaltung

www.elektronikpraxis.de/LTC2063

Ein einziger IC erzeugt fünf Ausgangsspannungen

www.elektronikpraxis.de/LTC3372

Effizienter μ Module-Regler

www.elektronikpraxis.de/adi581

VERANSTALTUNGEN

www.elektronikpraxis.de/event

Praxisforum Elektrische Antriebstechnik

17.-19. März 2020, Würzburg

www.praxisforum-antriebstechnik.de

FPGA-Conference Europe

26.-28. Mai 2020, München

www.fpga-conference.eu

Technologietag Leiterplatte & Baugruppe

16.-17. Juni 2020, Würzburg

www.leiterplattentag.de

18. Würzburger EMS-Tag

18. Juni 2020, Würzburg

www.ems-tag.de

5G Conference

24. Juni 2020, München

www.5g-conference.de

Batteriepraxis Forum

2.-3. Juli 2020, Würzburg

www.batterie-praxis.de

SEMINARE

www.b2bseminare.de

20. Embedded-Linux-Woche

16.-20. März 2020, Würzburg

www.linux4embedded.de

Embedded Machine Learning

19. März 2020, Frankfurt

www.b2bseminare.de/1112

Der Einstieg in die Thermosimulation

21.-22. April 2020, Frankfurt

www.b2bseminare.de/1109

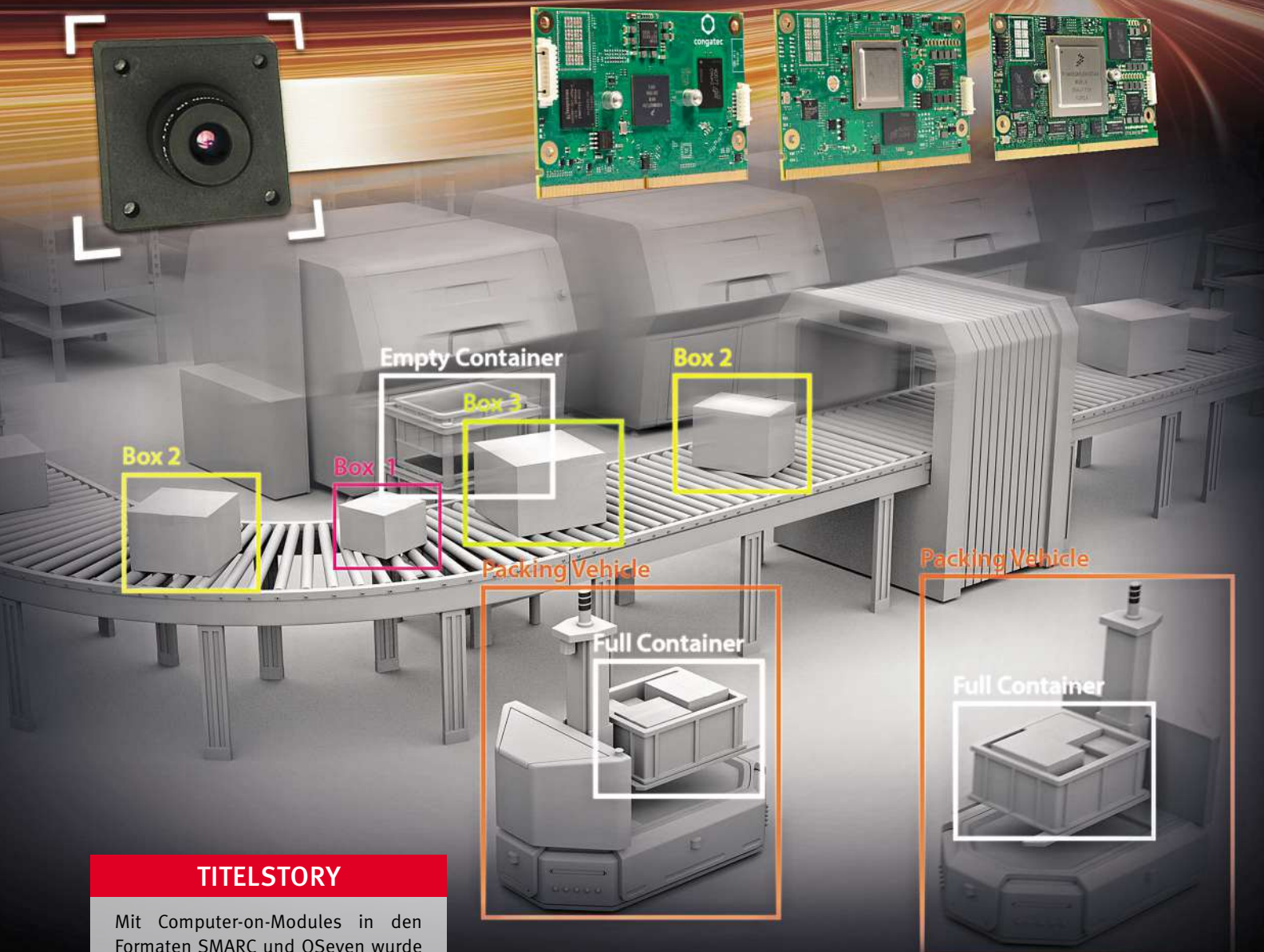
Steckverbinder, das Rückgrat der Elektronik

22.-23. April 2020, Frankfurt

www.b2bseminare.de/1105

Partner und Veranstalter:





TITELSTORY

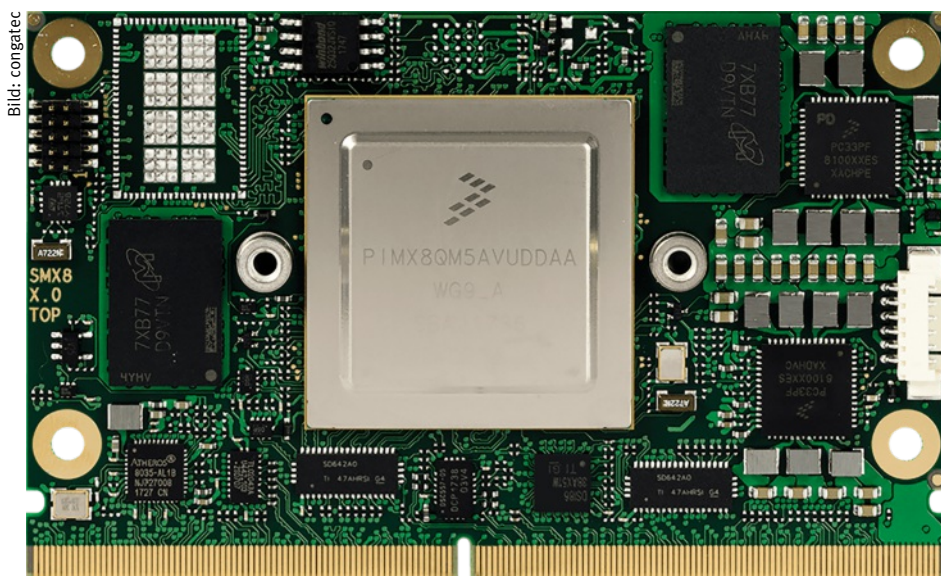
Mit Computer-on-Modules in den Formaten SMARC und Qseven wurde die Familie der softwarekompatiblen Applikationsprozessoren der Serie NXP i.MX 8 nun auch pinkompatibel gemacht. Applikationsentwickler können nahtlos vom leistungsstärksten QuadMax-Prozessor bis hin zum Low-Power-Mikrocontroller NXP i.MX 8X für 2-Watt-Applikationen skalieren. Ein solches Eco-System bietet für Entwickler zahlreiche Vorteile, die weit über die Pinkompatibilität hinausgehen.

Ein Ökosystem für Vision, KI und zahlreiche weitere Möglichkeiten

Rasch erreichen Entwickler von IIoT- und Vision-Applikationen mit den SMARC- und Qseven-Modulen auf NXP-i.MX-8-Basis das nächste Technologielevel, denn sie sind sofort in Applikationen integrierbar.

MARTIN DANZER *

NXP hat mit der Serie i.MX 8 eine neue Applikationsprozessor-Familie auf den Markt gebracht, die auf Basis der Corearchitekturen Arm Cortex A53 und A35 extrem breit skalierbar ist. Aktuell zählt die Prozessorfamilie sechs Mitglieder. Das Spektrum reicht von den High-Performance-Varianten i.MX 8 bis hin zu den kostenoptimierten i.MX-8X-Vertretern. In den letzten eineinhalb Jahren hat congatec massiv investiert und insgesamt sechs SMARC- und Qseven-Module mit ausgesuchten Varianten auf den Markt gebracht. Sie basieren auf den für Embedded-Applikationen relevanten Mini-Prozessoren i.MX 8, i.MX 8X sowie den neuen i.MX 8M. Zusammen ergibt dies eine Variantenvielfalt im SMARC- und Qseven-Ökosystem von zwölf unterschiedlichen Prozessorbustückungen.



Die Flaggschiffprozessoren des Arm-Ökosystems

Führend bei allen i.MX-8-Varianten von NXP, die nicht 8X heißen, ist die Armv8-A basierende 64-Bit-Architektur Arm Cortex A53, die unter anderem durch bis zu 60% mehr Leistung als ihr Cortex-A7-Vorgänger besticht. Zudem bietet sie auch ein verbessertes Power-Management für eine minimale Wärmeentwicklung und eine längere Batterielebensdauer in mobilen Applikationen. Führend bei den X-Varianten ist die Cortex-A35-Architektur. Sie weist gegenüber Systemen, die auf Arm Cortex 7 basieren, eine bis zu 40% höhere Performance auf. Auch gegenüber den A53-Optionen bietet die A35-Architektur einige Vorteile, etwa einen kleineren Footprint und einen günstigeren Preis. Bei arbeitsspeicherintensiven Work-

loads wird sogar eine vergleichbare Rechenperformance erreicht und auch bei integeren Workloads liegt die Leistung noch immerhin bei 84 bis 85%. Diese und weitere Argumente machen die A53- und A35-Cores zu den derzeit attraktivsten Applikationsprozessoren des Arm-Ökosystems.

Unterschiedliche Core-Komplex-Konfigurationen

NXP hat die Applikationsprozessoren in entsprechend vielen i.MX-8-Chip-Varianten mit unterschiedlichen, sogenannten Core-Komplexen verfügbar gemacht. Je nach Anwendungsbereich wurden zusätzliche Cores ergänzt, etwa der hochleistungsfähige A72, der gegenüber dem A53 durch Out-of-Order-Execution besticht. Dadurch erreicht der A72 mit 6,35 DMIPS/MHz die knapp dreifache Rechenleistung pro Megahertz gegenüber dem A53 (2,24 DMIPS/MHz). Das ist insbesondere für hardwarevirtualisierte Plattformen interessant. Zusätzlich unterscheiden

sich die einzelnen Prozessorreihen und Varianten durch die integrierten Grafikeinheiten sowie die Anzahl der integrierten M4F MCUs für I/O-Funktionen sowie Signalsteuerung und -verarbeitung. Der M4F übernimmt auch das Systemmonitoring, wenn die Cortex-A Cores abgeschaltet sind, um Energie zu sparen. Die für Embedded-Computing-Applikationen derzeit attraktivsten Core-Komplexe sind im Wesentlichen die i.MX-8-Varianten ohne Namenszusatz sowie die mit dem Namenszusatz 8M Mini und 8X, bei denen sich die Performance zunehmend verschlankt.

High-End-Systeme mit 4K-Grafik

Die mit i.MX 8 bestückten SMARC- und Qseven-Module basieren auf den Prozessoren i.MX 8QuadMax, 8QuadPlus und 8DualMax. Der QuadMax verfügt dabei neben vier A53 Cores zusätzlich über zwei Arm-Cortex-A72-Hochleistungskerne, der 8QuadPlus



* Martin Danzer
... ist Director Product Management
bei congatec



conga-SMC1:
Das 3,5-Zoll-Board kann mit i.MX8 SMARC Modulen skaliert werden und eignet sich für die flexible Auslegung von Produktfamilien und kleiner Losgrößen. Bild: congatec

gung der A53-Cores mit 14-nm-FinFet-Mikroarchitektur gegenüber den High-End-Prozessoren ohne Namenszusatz.

Universell einsetzbare IoT- und Industriesysteme

Dank der effizienteren 14-nm-Struktur bieten die 8M-Mini-Varianten eine maximale Taktrate von 1,8 GHz für hohe Performance bei gleichzeitig optimiertem Energiebedarf. Die breit skalierbare Mini i.MX 8M, Mini-Familie mit Single-, Dual- und Quadcore-Prozessoren kann laut NXP zudem universell in allen Industrie- und IoT-Anwendungen eingesetzt werden, bei denen beispielsweise das Featureset der nochmals darunter liegenden i.MX-8M-Nano-Varianten nicht ausreicht. Ein wesentliches Mehr des i.MX8 M Mini ist der generische PCIe Support, der auf SMARC Computer-on-Modules zur Unterstützung des Standardfeaturesets dieses Standards genutzt wird sowie Video-Decode- und Encode-Funktionen.

Von High-End Low-Power-Systemen mit hochauflösender 3D-Grafik über breit skalierbare Mid-Range-Systeme bis hin zum extrem energiesparenden 2-Watt-System bietet die Familie NXP i.MX 8 unzählige Möglichkeiten, die Unternehmen wie congatec mit ihren applikationsfertigen Computer-on-Modules-Ökosystemen unterstützen.

Schneller, kostengünstiger und nachhaltiger ans Ziel

Computer-on-Modules-Standards wie SMARC und Qseven wirken dabei wie eine Art Glue Logic zwischen Applikation und realen Hardwarebausteinen. OEMs profitieren zudem von einer Softwarekompatibilität, die weit über einzelne Prozessorfamilien hinausreicht. APIs sind über Prozessorgenerationen und Hersteller hinweg identisch, sodass sich spezifische Hardwareschnittstellen einheitlich handhaben lassen. Das beschleunigt die Time-to-Market, erleichtert die OEM-Dokumentation und sorgt zudem auch für eine Skalierbarkeit, die selbst das nächste und übernächste OEM-Produkt – ganz unabhängig vom Prozessorhersteller – nachhaltig unterstützt. Ideale Voraussetzungen, das universell einsetzbare i.MX8-Portfolio zu testen.

Eval-Plattformen mit großem Funktionsumfang

Bereitgestellt werden hierfür meist Evaluierungs-Carrierboards wie das conga-SEVAL, die das gesamte Featureset an potenziellen Möglichkeiten der jeweiligen Standards un-

über einen A72. Der Prozessor i.MX 8DualMax hingegen verzichtet bei zwei A72 Cores komplett auf die A53 Cores. Mit zwei GC7000-Grafikeinheiten (1 x beim i.MX 8 DualMax) bieten sie erweiterte Grafikfunktionen für bis zu drei unabhängige 1080p-Displays oder einen einzelnen 4K-Monitor, für die SMARC- und Qseven-Computer-on-Modules bereits applikationsfertigen Support für HDMI 2.0 mit HDCP 2.2, 2 x LVDS und 1 x eDP 1.4 bieten. Unterstützt wird unter anderem die Vulkan-Schnittstelle sowie OpenCL, OpenGL und OpenVX, wobei sich letzterer durch Grafiksupport besonders für Embedded-Echtzeitanwendungsfälle positioniert. Anwendungsbereiche sind unter anderem Gesichts-, Körper- und Gestenverfolgung, intelligente Videoüberwachung, fortschrittliche Fahrerassistenzsysteme (ADAS), Objekt- und Szenenrekonstruktion, Augmented Reality, visuelle Inspektion und Robotik. Mit zahlreichen weiteren Funktionen sind diese Computer-on-Modules extrem leistungstark und flexibel. Unterstützt werden etwa 2 x Gigabit-Ethernet inklusive optionalem IEEE1588-Precision-Time-Protokoll-Support, bis zu 6 x USB inklusive 1 x USB 3.1, bis zu 2 x PCIe Gen 3.0, 1 x SATA 3.0, 2 x CAN-Bus, 4 x UART sowie ein optionales Wi-Fi/Bluetooth-Modul on-board mit Wi-Fi 802.11 b/g/n und BLE sowie zwei MIPI-CSI-2-Videoeingänge.

Die SMARC- und Qseven-Computer-on-Modules mit Arm-Cortex-A35-basierenden NXP-i.MX-8X-Varianten sind mit ihren Arm Cortex A35 Cores Energie- und Kostensparmeister.

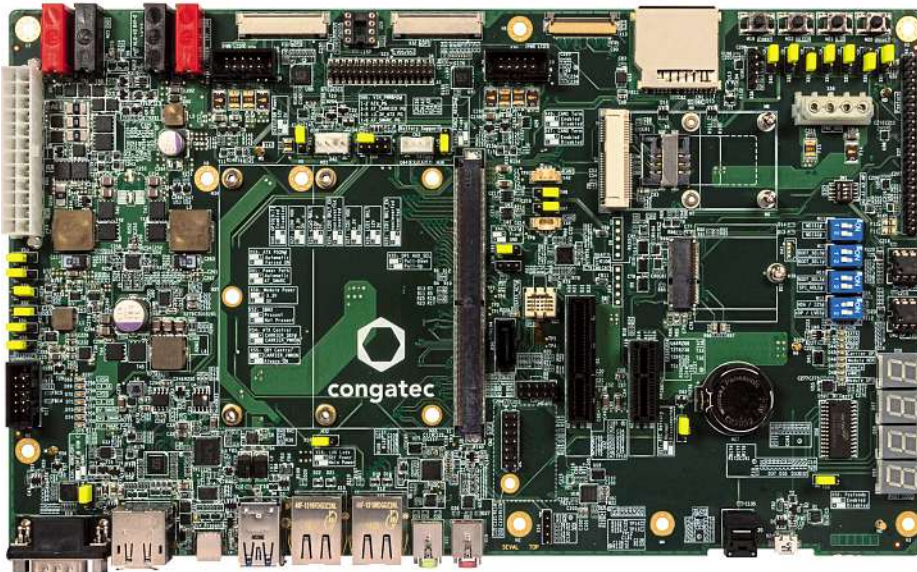
Low-End-Systeme für kosten-sensitive Applikationen

Die Module sind auf eine GC7000-Grafikeinheit mit oder ohne Videobeschleunigung und einen M4F I/O-Controller reduziert. Damit bieten sie in der 2- bis 4-Watt-Embedded-Computing-Klasse immer noch ein herausragendes Featureset mit Unterstützung für zwei Displays über 1 x Dual-Channel LVDS, 2 x MIPI-DSI oder HDMI 1.3. Bei den weiteren I/Os sind lediglich zwei Unterschiede auszumachen: Die Module mit i.MX 8X bieten eine anstatt zwei PCIe Gen 3.0 Lanes sowie einen anstatt zwei MIPI-CSI-Kameraeingänge. Ansonsten ist das Featureset inklusive IEEE-1588-konformem Echtzeit-Ethernet-Support größtenteils vergleichbar. Das Anwendungsspektrum des i.MX-8X-Portfolios reicht damit von IoT-angebundenen Devices in Outdoor- und Mobile-Vehicle-Applikationen bis hin zu industriellen IIoT- und Industrie-4.0-Geräten, Maschinen und Systemen mit hardwarebasierender Virtualisierung.

Im Midrange überzeugen die 8M-Mini-Varianten durch die energiesparende Ausle-

„Starterkits und applikationsfertige Boards wie der 3,5" SBC von congatec sind wichtige Bausteine des umfassenden i.MX-8-Ökosystems an Produkten und Services.“

Martin Danzer, congatec



conga-SEVAL: Das Evaluierungscarrier ist gut bestückt und bietet viele Funktionen, die es Entwicklern erleichtern, neue Prozessoren und Applikationen zu testen.

terstützen und die als Starterkits applikationsfertig bereitgestellt werden. Attraktiv werden zunehmend aber auch Carrierboard-Lösungen, die auf anerkannten Standards für Embedded-Motherboard- und Single-Board-Computer aufbauen. Sie erfüllen alle Voraussetzungen auch für Field-Deployments, da man sie problemlos mit passender Gehäusetechnologie ausrüsten kann und so als Systeme zertifiziert bekommt. Ein Beispiel hierfür ist das neue 3,5-Zoll-Board von congatec, das zur Embedded World vorgestellt wird, und das bereits für den Einsatz aller i.MX-8-basierenden SMARC-Computer-Modules vorqualifiziert wurde.

3,5“-Singleboard-Computer, basierend auf SMARC 2.0

Der 146 x 102 mm große Singleboard-Computer conga-SMC1 besticht durch zweifach Gigabit-Ethernet, 5 x USB und USB Hub-Support sowie SATA 3 für externe Festplatten oder SSDs. Für spezifische Erweiterungen bietet es einen miniPCIe Slot sowie einen M.2 Type E E2230 Slot mit I²S, PCIe und USB und einen M.2 Type B B2242/2280 mit 2 x PCIe und 1 x USB. Auch ein MicroSim-Slot für die IoT-Anbindung ist integriert. An spezifischen Embedded-Schnittstellen werden zudem 4 x UART, 2 x CAN, 8 x GPIO I²C und SPI ausgeführt. Displays können über HDMI, LVDS eDP, DP sowie MIPI DSI angebunden werden. Für Kameras bietet das Board zwei MIPI-CSI-Eingänge. PS-Sound kann über einen Audio-klinkenstecker ausgeführt werden. Dank SMARC-Sockel sind die neuen 3,5-Zoll-conga-SMC1-SBCs extrem flexibel mit jedem der zwölf neuen NPX-i.MX-8-basierenden Modu-

le bestückbar. Varianten, die nicht alle Schnittstellen benötigen, können in vergleichsweise kleinen Stückzahlen auch bei identischem PCB aber abgespeckter Bestückung auch exakt auf den Funktionsumfang des jeweiligen Moduls reduziert werden, sodass industriegerechte Lose jederzeit flexibel bereitgestellt werden können.

Einfacher Kameraanschluss dank MIPI-CSI und Flatfoil

congatec wird das 3,5-Zoll-Carrierboard auch in einem neuen Vision-Kit mit einer 13-Megapixel-Kamera von Basler umsetzen. Hierbei ist hervorzuheben, dass das Board von Haus aus bereits über 2 MIPI-CSI-Eingänge mit Flatfoil-Anschlüssen verfügt. So lassen sich beliebige MIPI-Kameras ohne zusätzliche Hardware direkt einbinden. Wie leistungsfähig Arm-basierende Vision-Plattformen sein können, zeigte bereits das applikationsfertige Retail-Kit von congatec, Basler und NXP, das Künstliche Intelligenz nutzt, um Einkaufswaren ganz ohne Bar- oder QR-Codes zu erkennen. Die Erkennung erfolgt in Echtzeit über den von der Kamera zugelieferten Videostream auf dem i.MX-8-basierenden Computer-on-Module vor Ort. Das System ist so leistungsfähig, dass es ohne Cloudanbindung auskommt, anders beispielsweise als alle aktuellen Sprachassistenten, die immer noch eine permanente Anbindung für die Spracherkennung benötigen.

Wireless-Standardvariante für Wi-Fi 802.11 b/g/n und BLE

Viele Applikationen abseits komplexer KI- und Vision-Applikationen benötigen auch

power integrations™

BridgeSwitch™

Integrierte Halbbrücken-
BLDC Motortreiber ICs



- 99.2% Wirkungsgrad
- Kein Kühlkörper notwendig
- Vereinfachung der Software durch Hardwareschutz
- Kompatibel mit jedem Mikrocontroller
- Keine externe Hilfsspannung notwendig
- 600V FREDFETs / bis zu 400 W
- Kleine Bauform

POWER MANAGEMENT

OPTOELECTRONICS / DISPLAYS

MOTION CONTROL · SENSORS

STORAGE · NETWORKING / DATACOM

RF MICROWAVE / WIRELESS

SIGNAL PROCESSING / MICROCONTROLLERS

mev

ELEKTRONIK SERVICE GMBH

www.mev-elektronik.com

Nordel 5A · 49176 Hilter · Tel. 05424-2340-0
info@mev-elektronik.com



Bild: congatec

droid-Images sowie alle erforderlichen Treiber. congatec stellt dazu auf github fertig kompilierte Binaries zur Verfügung, die alle diese Komponenten integrieren. Damit können Entwickler mit Modulen, basierend auf Arm, ebenso komfortabel durchstarten wie man es von der Windows-Welt her kennt.

Off-the-Shelf-Modul: nach der Evaluierung durchstarten

Entwickler von hochintegrierten IIoT- und Embedded-Vision-Applikationen erreichen mit den neuen SMARC- und Qseven-Modulen, basierend auf NXP i.MX 8, das nächste Technologielevel also sehr schnell, denn sie können ein kreditkartengroßes Off-the-Shelf-Modul mit minimalem Platzbedarf sofort in ihre Applikationen integrieren. Starterkits und applikationsfertige Boards wie der 3,5-Zoll-SBC von congatec sind hierzu wichtige Bausteine des umfassenden i.MX-8-Ökosystems an Produkten und Services.

Sie ermöglichen bei geringen NRE-Kosten (Non-Recurring Engineering) eine schnelle Evaluierung und Markteinführung dieser neuen Prozessorarchitektur, die viele neue Applikationsfelder auch bei industriellen Echtzeitanwendungen sowie Vision-basierter KI erschließen werden. Begleitet wird das Portfolio an Hardware zudem von den umfassenden Services des Technical Support Centers von congatec, zu denen Arm-Schulungen für Entwickler ebenso zählen wie Design-in-Services.

Design-in-Services des Technical Solution Centers

Die Design-in-Services des Technical Solution Centers von congatec für die neuen SMARC-2.0- und Qseven-Module mit NXP-i.MX-8X-Prozessoren erstrecken sich von der Implementierung des High Assurance Bootings (HAB) über die Authentifizierung von Bootloader und OS-Image durch private und öffentliche Schlüsselkryptographie sowie kundenspezifische BSP-Anpassung bis hin zur langfristigen Softwarepflege für Linux und Android. Das Angebot umfasst zudem die Auswahl der passenden Bauelemente für Carrierboards und Design-Reviews sowie Compliance-Tests von High-Speed-Signalen, thermische Simulationen, MTBF-Berechnungen und Debugging-Services für kundenspezifische Lösungen. Das Ziel ist, Kunden stets den bequemsten und effizientesten technischen Support zu bieten – vom Requirement-Engineering bis hin zur Großserienfertigung, für die congatec auch Full-Custom-Designs anbietet.

//MK

congatec

| i.MX 8 Variante | SMARC Module | Qseven Module |
|------------------------------|--------------|---------------|
| i.MX8 Quad Max | conga-SMX8 | conga-QMX8 |
| i.MX8 QuadPlus | conga-SMX8 | conga-QMX8 |
| i.MX8 DualMax | conga-SMX8 | conga-QMX8 |
| i.MX 8M Mini Quad | conga-SMX8M | - |
| i.MX 8M Mini Dual | conga-SMX8M | - |
| i.MX 8M Mini Solo | conga-SMX8M | - |
| i.MX 8M Mini Quad industrial | conga-SMX8M | - |
| i.MX 8M Mini Dual industrial | conga-SMX8M | - |
| i.MX 8M Mini Solo industrial | conga-SMX8M | - |
| i.MX8 QuadXPlus | conga-SMX8X | conga-QMX8X |
| i.MX8 DualXPlus | conga-SMX8X | conga-QMX8X |
| i.MX8 DualX | conga-SMX8X | conga-QMX8X |

Auf einen Blick: Auf Basis der Prozessorserien NXP i.MX8, MX 8M Mini und MX 8X bietet congatec 18 unterschiedliche SMARC- und Qseven-Computer-on-Modules an.

eine drahtlose Konnektivität. Für ihre Evaluierung bietet congatec bereits eine Standardvariante mit Wi-Fi 802.11 b/g/n und BLE. Sie lässt sich entweder direkt auf einigen SMARC-Modulen oder dem Carrierboard integrieren. Dieses Standardangebot ist jedoch so ausgelegt, dass es die Maximalanforderungen erfüllt. In den meisten Fällen werden OEMs jedoch nur ein ganz spezifisches Featureset mit höchster Kosten- und Energieeffizienz benötigen. Um das zu erreichen, unterstützt congatec seine Kunden auch dabei, die für die jeweilige Applikation hinsichtlich Durchsatz, Funktionalität, Kosten und Kompatibilität passende Wireless-Lösung zu identifizieren und zu integrieren.

Der High Assurance Boot lässt nur authentifizierte Software zu

Auch einer weiteren, immer wichtigeren Fragestellung widmet sich congatec: Der Sicherstellung der Daten- und Funktionssi-

cherheit von i.MX-8-basierenden Devices über High Assurance Boot (HAB). HAB stellt sicher, dass nur authentifizierte Software auf dem Arm-Device ausgeführt wird. Das ist nicht nur für IoT-angebundene Devices wichtig, sondern insbesondere für alle sicherheitskritischen Applikationen im Bereich Healthcare und eGovernment. Dort gilt es zum Beispiel, sensible personenbezogene Daten zu verwalten, die unbedingt geschützt werden müssen. Hier ist häufig auch eine BSI-Zertifizierung nötig, bei der congatec ebenfalls seine Kunden durch entsprechenden Firmware- und Softwaresupport sowie extensive Dokumentationen entsprechend unterstützt.

Damit Entwickler direkt mit der Evaluierung starten können, benötigen sie in der Arm-Welt auch umfassenden Softwaresupport wie Board Support Packages mit passend konfiguriertem Bootloader, entsprechend kompilierte Linux-, Yocto- und An-

PICOCOREMX8MM

Modul im PicoCore-Standard mit NXP i.MX8M Nano

High Performance im kompakten, preiswerten Format hat F&S Elektronik Systeme auf der Embedded World präsentiert. Das Modul PicoCoreMX8MM, basierend auf NXPs Prozessor i.MX8M Nano, misst lediglich 35 x 40 mm und bietet dennoch etliche industrielle Schnittstellen sowie Softwareunterstützung. Der PicoCore-Standard verwendet zwei Steckverbinder (Hirose DF40C) mit je 100 Pins. Dies ermöglicht eine kompakte Bauform und einen geringen Board-to-Board-Abstand (1,5 bis 4 mm) und ist in 0°C bis 70°C aber auch von -40°C bis 85°C erhältlich.

Der heterogene Multikernprozessor besteht aus bis zu vier ARM-Cortex-A53-Kernen (1,5 GHz) und einem zusätzlichen Cortex-M7 für Echtzeitverarbeitung. Es stehen bis zu 2 x GBit Ethernet, CAN-FD, USB, 2 x SDIO, 4 x I²C, 2 x SPI, 4 x UART, Audio (Line In/ Out/ Mic/ Headphone oder I²S), GPIOs, PWM und MIPI-CSI für Kameraanbindung zur Verfügung. Displays können entweder über eine MIPI-DSI-Schnittstelle (4 lanes) oder über LVDS (2 channels) angeschlossen werden.

Die maximale Auflösung beträgt FullHD. Das optionale WLAN-/BT5.0-LE-Modul mit An-

Bild: F&S Elektronik Systeme



PicoCoreMX8MM: lediglich 35 mm x 40 mm misst das Modul im PicoCore-Standard. Dennoch bietet es zahlreiche Industrieschnittstellen.

tennenbuchse ermöglicht auch tragbare Anwendungen. Der i.MX8M Nano verfügt über OpenGL 2.1/ 3.0/ 3.1 und OpenCL 1.2. Diese Einheit bietet genügend Performance für ein modernes Bedieninterface.

Die PicoCore MX8MN wird mit bis zu 8 GB RAM, 512 MB SLC NAND Flash oder 32 GB eMMC angeboten. Ein kleines NOR Flash zur Speicherung von Geräteparametern ist ebenfalls vorgesehen. Neben Secure Boot (Schutz des Systems gegen Manipulation und Schutz der Software gegen Entschlüsseln) bietet

auch ein zusätzlicher Security Chip (NXP A71CH Plug-&-Trust-Secure-Element) weitere Sicherheit für IoT-Verbindungen. Die Programmierung der Zertifikate kann der Kunde selbst vornehmen, alternativ bietet F&S Elektronik Systeme dies als Service an.

Das Betriebssystem Linux (mit Support für Buildroot und Yocto), wurde von F&S Elektronik Systeme portiert. Für alle Schnittstellen wurden die Treiber angepasst und getestet. Es werden unterschiedliche Speichergrößen und verschiedene

Displays unterstützt. Für viele Touch-Controller existieren fertige Treiber. Für den Cortex-M7 stehen ein angepasstes FreeRTOS und verschiedene „Bare Metal“-Beispiele zur Verfügung. Die Kommunikation zwischen Cortex-M7 und Cortex-A53 ist implementiert und getestet. Der Cortex-M7 kann Echtzeitaufgaben bereits kurz nach dem Einschalten abarbeiten.

Umfangreiche Dokumente erläutern die Entwicklung sowohl auf Linux-Seite als auch auf Cortex-M7-Seite. Mit Hilfe der zum Download bereitgestellten virtuellen Maschine kann sofort mit der Entwicklung der eigenen Applikation, etwa unter QT begonnen werden. Mit der F&S Projektgarantie begleitet F&S Elektronik Systeme die Kunden vom Projektstart bis zum erfolgreichen Abschluss des Projektes.

PicoCoreMX8MN ist mindestens bis 2029 verfügbar. Es stehen aktuell sechs PicoCore-COM-Module mit NXP-CPU's zur Verfügung, weitere werden folgen. PicoCoreMX8MN kann direkt über F&S Elektronik Systeme oder über einen der weltweiten Distributionspartner bezogen werden.

F&S Elektronik Systeme

IPC

Industrie-PCs auf Raspberry-Pi-Basis



Bild: Mass

Raspberry Pi ist in mehreren Industrie-PCs von MASS verfügbar: In Panel-PCs mit 7"-, 10,1"- und 15,6"-Multitouch-Display zum Einbau in eine Fronttafel oder bei geschlossener Rückwand als

freistehende IPCs mit Standfuß oder Wandarm. Desweiteren findet sich ein Raspberry Pi in den 7"- und 10,1"-Display-PCs mit einer kleineren respektive größeren SPS im Komplettgehäuse. Ebenfalls im Angebot ist eine RPI-Box, ein Embedded-System ohne Display mit diversen Funktionserweiterungen. Alle Geräte sind mit verschiedenen Zusatzmodulen (HAT; Hardware Attached on Top), I/Os, Echtzeituhr, Schnittstellen, etc. und den dazu passenden Gehäusen lieferbar. Ohne IPC als B&B-Gerät von

SPS-Systemen ist desweiteren ein 10"-/ 15,6"- Multitouchdisplay erhältlich. Hierbei wird die SPS-Steuerung mit dem Raspberry-Pi-Modul bestückt, jedoch ohne Display im Schaltschrank eingebaut. Das B&B-Display wird per HDMI- und USB-Kabel mit dem Raspberry-Pi-Modul auf der SPS verbunden. In jedem Fall können die IPCs mit dem Display gleichzeitig als Programmiergerät dienen. Diese Systeme eignen sich besonders für Automatisierungsaufgaben im IoT, weil sie mit weit verbreiteten Program-

miersprachen wie CODESYS und Python arbeiten können und durch ihre universellen Hard- und Softwareschnittstellen mit allen vorhandenen Steuerungen ohne großen Zusatzaufwand kommunizieren können. Die kreditkartengroße Platine Raspberry Pi ist in den Versionen 3B+ und 4B lieferbar. Beide enthalten interne Anschlüsse für CSI-Kamera, Video/Audio, Pfostenverbinder für Erweiterungen und Industrieschnittstellen.

MASS

Always ON DFS: Der intelligente Weg, DFS-Kanäle zu nutzen

Mithilfe einer dynamischen Frequenzwahl und weiteren ausgeklügelten Mechanismen können WLAN-Anwender störungsarme DFS-Kanäle sinnvoll nutzen. Wir zeigen wie.

HITEN DALAL *



Bild: ON Semiconductor

Bild 1: Im 5-GHz-Frequenzspektrum nach IEEE 802.11 haben Radar-Anwendungen im Bereich zwischen 5600 und 5650 MHz Vorfahrt. Sobald ein Radarsignal erkannt wird, müssen alle anderen Nutzer das TDWR-Band verlassen.

WLAN (Wi-Fi) ist die dominierende Technik für den Internetzugang in Haushalten und Unternehmen. Immer mehr Anwendungen wie Video und Gaming nutzen WLAN als primäres Kommunikationsmedium. Angesichts der wachsenden Zahl von High-Speed-Anwendungen und Anwendungen mit geringer Latenz, die WLAN nutzen, ist ein effizientes Kanalmanagement unerlässlich. Aus diesem Grund hat ON Semiconductor seine Smart-Scan-Technik entwickelt: „Always ON DFS“ – das DFS steht für „Dynamic Frequency Selection“, also dynamische Frequenzwahl – ist einer von mehreren darin arbeitenden Mechanismen, die helfen, das in DFS-Kanälen verfügbare, eingeschränkte Spektrum beson-

ders effizient zu nutzen. DFS-Kanäle belegen einen Teil des 5-GHz-Spektrums, in dem heute zum Teil auch Radarsysteme arbeiten. Dazu gehören Flughafen-, Militär- und Wetterradar, die in Bild 1 als TDWR (Terminal Doppler Wetterradar) aufgeführt sind. Aus diesem Grund stehen im 5-GHz-Spektrum lediglich zwei Kanäle mit einer Bandbreite von 160 MHz für die Nutzung durch WLAN zur Verfügung. Beide Kanäle bestehen ganz oder teilweise aus DFS-Kanälen. Damit WLAN-Geräte diese Kanäle im 5-GHz-Band besser nutzen zu können, hat die europäische Regulierungsbehörde ETSI die Entwicklung des DFS-Mechanismus gefordert. Erstmals ist er im 2003 eingeführten 802.11h-Standard implementiert worden.

DFS-Kanäle sind besonders arm an Störungen

In vielen Fällen sind die DFS-Kanäle die am wenigsten gestörten Kanäle. Im Vergleich zu Nicht-DFS-Kanälen sind dort meist relativ

wenig Geräte aktiv. Ein Grund dafür ist, dass das Erfassen eines DFS-Kanals verhältnismäßig komplex ist und nicht alle Geräte die notwendige Technik beherrschen. Während die zulässige Sendeleistung in herkömmlichen für WLAN nutzbaren Funkkanälen limitiert ist, dürfen in DFS-Kanäle aktive Geräte in bestimmten Regionen wie der Europäischen Union (EU) mit einer höheren Übertragungsleistung funken. Nicht zuletzt aus diesem Grund bietet der Betrieb in diesen Spektren einige bedeutende Vorteile. Um diese Kanäle nutzen zu können, muss jeder WLAN Access Point (AP) dem DFS-Protokoll folgen. Tabelle 1 beschreibt die Anforderungen für den Betrieb in einem DFS-Kanal. Die beiden größten Herausforderungen, die WLAN-fähige Geräte heute meistern müssen, sind 1) einen DFS-Kanal ohne Unterbrechung des Datenverkehrs freizugeben und 2) so lange wie möglich in freigegebenen DFS-Kanälen zu verbleiben. Die meisten heutigen Lösungen stoppen den gesam-



* Hiten Dalal
... ist Senior Marketing Manager der Abteilung Quantenna Connectivity Solutions von ON Semiconductor.

ten Datenverkehr, während sie sich in der Kanalerfassungsphase für die Belegung eines DFS-Kanals befinden. Dies ist eine enorme Störung des Betriebs und wird in den meisten Fällen nur nachts ausgeführt, wenn sich der AP im Leerlauf befindet.

Eine weitere Herausforderung ist die Unfähigkeit, zu bestimmen, auf welchem Teilband ein Radarimpuls erfasst wurde. Dies ist besonders wichtig, wenn das Gerät die DFS-Kanäle 106 und 122 für den 160-MHz-Betrieb freigegeben hat. Heutzutage sind Geräte gezwungen, den gesamten 160-MHz-Kanal zu verlassen, wenn ein DFS-Ereignis erkannt wird – auch wenn das Ereignis auf Kanal 106 stattgefunden hat. Alle Anstrengungen, die zur Freigabe des strengereren Wetterkanals (Kanal 122) aufgewendet wurden, waren dann aufgrund des Ereignisses auf dem unteren 80-MHz-Kanal umsonst. ON Semiconductor hat diese Aspekte in die Entwicklung seiner aktuellen Generation von Wi-Fi-6-Lösungen einbezogen. Die Chipsätze QSR10GU-AX und QSR5GU-AX Plus lösen das Problem mittels Always ON DFS. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die einzelnen Mechanismen, die Always ON DFS ausmachen. Die Wi-Fi-6-Lösungen von ON Semiconductor sind in der Lage, eine oder mehrere Antennen mit einem nicht benachbarten Kanal zu verknüpfen, um den für die Belegung eines DFS-Kanals erforderlichen CAC (Channel Availability Check) durchzuführen. Dies geschieht ohne Beeinträchtigung des Datenverkehrs. Auf diese Weise müssen Geräte nicht bis spät in die Nacht warten, um den DFS-Kanal erneut nutzen zu können. Laufende Applika-

Bild: ON Semiconductor

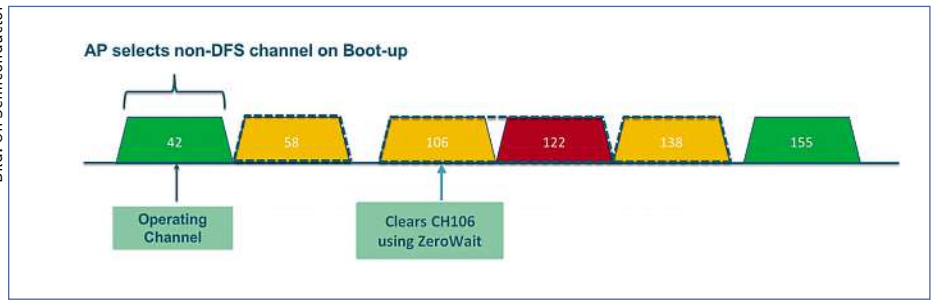


Bild 2: Zero Wait DFS kann überprüfen, ob ein nicht benachbarter DFS-Kanal unbelegt ist, ohne den Datenverkehr zu unterbrechen. Dazu weist es verfügbare Antennen unterschiedlichen Kanälen zu.

Bild: ON Semiconductor

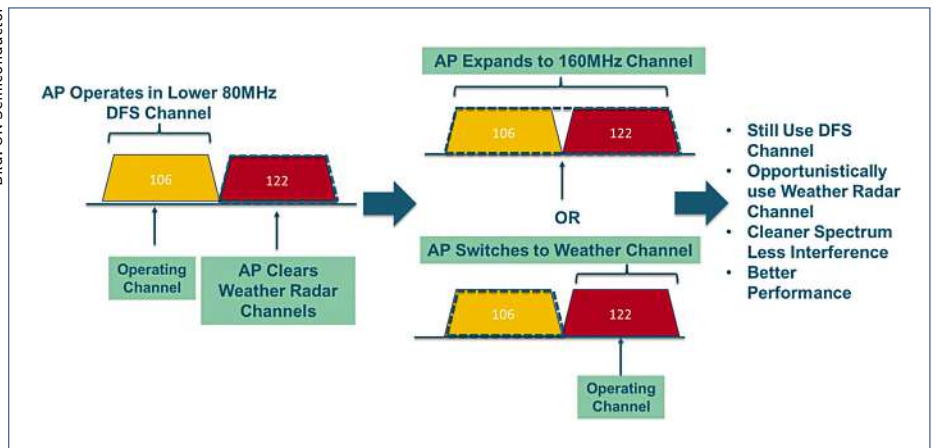


Bild 3: Mithilfe von Breitband-CAC (Wideband Channel Availability Check) kann ein Access Point den benachbarten 80-MHz-DFS-Kanal belegen, ohne die Datenübertragung unterbrechen zu müssen.

tionen lassen sich so schneller auf störungsfreie und meist leistungsfähigere Kanäle verlegen, was zu einer besseren Nutzererfahrung führt. Ein Beispiel für eine Anwendung

ist in Bild 2 dargestellt. Der AP bootet auf Kanal 42 (Nicht-DFS-Kanal) und verwendet dann Zero Wait DFS, um Kanal 106 zu nutzen, ohne den Verkehr auf Kanal 42 zu unterbre-

dydaqtec[®]
MESSTECHNIK



„Nie war Messtechnik einfacher und benutzerfreundlicher.“

dydaqlog[®] IloT Datenlogger

- 16 hochgenaue und flexibel einstellbare Analogeingänge
- Einfache, intuitive Einrichtung und Bedienung über komfortable Weboberfläche
- Nahtlose Anbindung an industrielle Cloud-Lösungen – Messdaten immer und überall im IloT verfügbar

Weitere Informationen und technische Spezifikationen auf: www.dydaqlog.de
gbm mbH · 41065 Mönchengladbach · Fon: 02161 30899-0

dydaqlog[®] + dydaqtec[®]
sind Marken der gbm mbH



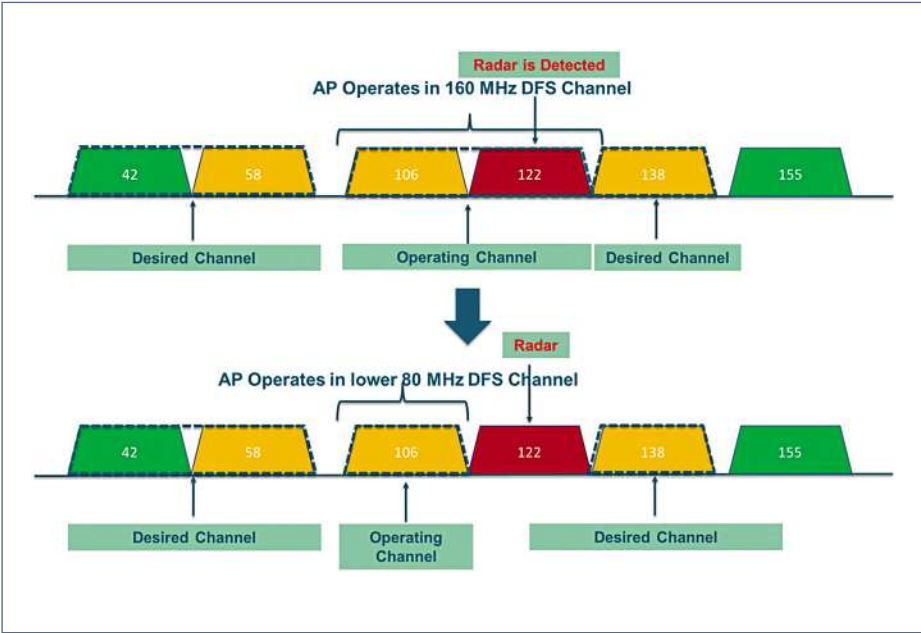


Bild 4: Subband-DFS (S-DFS) kann feststellen, in welchem Subband ein DFS-Ereignis aufgetreten ist.

chen. Wideband-CAC (WCAC) ist eine Funktion, die den benachbarten 80-MHz-DFS-Kanal nahtlos freigibt, ohne den Datenverkehr zu unterbrechen. Aufbauend auf dem bereits beschriebenen Zero-Wait-DFS-Szenario kann der AP nach der Freigabe des Kanals

106 WCAC bis Kanal 122 verwenden. Zu beachten ist, dass der Kanal 122 der Wetterradarkanal ist und einen bis zu 10-minütigen CAC für die Freigabe erfordert. Die Fähigkeit, diesen Kanal nutzen zu können, ist für den 160-MHz-Betrieb von entscheidender Bedeu-

| FUNKTION | ANFORDERUNG |
|-----------------------------------|---|
| Kanalbelegung | Eine Kanalverfügbarkeitsprüfung (CAC, Channel Availability Check) ist erforderlich. Dies beinhaltet das Abhören von Radarimpulsen auf dem gewünschten Kanal ohne Übertragung. |
| | Die erforderliche Zeit zur Freigabe des Kanals kann 1 bis 10 min für Wetterkanäle (TDWR) betragen. |
| Kanalinterne Überwachung | Wenn der Kanal verfügbar ist und genutzt wird, muss das System die Radarüberwachung fortsetzen. Wird ein Radarimpuls erkannt, muss der AP alle Clients über das Ereignis informieren, alle weiteren Übertragungen sofort stoppen und den Kanal verlassen. |
| Wiedereintritt in einen DFS-Kanal | Sobald ein AP einen DFS-Kanal verlassen hat, muss er eine bestimmte Nichtbelegungszeit abwarten und dann erneut einen CAC durchlaufen, bevor er den Kanal erneut belegen kann. |

Tabelle 1: Voraussetzungen für das Belegen und Nutzen eines DFS-Kanals

| FUNKTION | AKTIVITÄT | BESCHREIBUNG |
|-----------------------|--|---|
| ZeroWait DFS | Kanalbelegung | Möglichkeit, Antennen unterschiedlichen Kanälen zuzuweisen, um einen CAC ohne Unterbrechen des Datenverkehrs durchzuführen. |
| Wideband CAC (WCAC) | Kanalbelegung | Möglichkeit, einen zusätzlichen oder anderen 80-MHz-DFS-Kanal zu nutzen, ohne den Datenverkehr zu unterbrechen. |
| „Subband DFS (S-DFS)“ | Belegung des verfügbaren DFS-Kanals maximieren | Möglichkeit festzustellen, auf welchem Subkanal ein DFS-Ereignis erkannt wurde und Übergang auf den nicht betroffenen 80-MHz-Kanal. |

Tabelle 2: Übersicht über die Mechanismen von Always ON DFS.

ON Semiconductor
Bild: ON Semiconductor
tung. Bild 3 zeigt, wie WCAC verwendet wird, um einen 160-MHz-Betrieb zu ermöglichen, oder einfach auf Kanal 122 zu wechseln und im 80-MHz-Modus zu arbeiten. Zunächst arbeitet der AP auf Kanal 106 mit 80 MHz Bandbreite. Per WCAC überprüft er, ob der für das Wetterradar reservierte Kanal 122 frei ist. In diesem Fall hat der AP zwei Möglichkeiten: Entweder er nutzt fortan beide Kanäle und kombiniert deren Bandbreite, oder er wechselt zum Kanal 122 und gibt Kanal 106 frei. Das kann sinnvoll sein, wenn beispielsweise viele andere APs gleichzeitig diesen Kanal verwenden und Interferenzen die Funkübertragungen stören könnten.

Subband-DFS-Technik erkennt DFS-Ereignis

Auch mit der Subband-DFS-Technik lässt sich feststellen, auf welchem 80-MHz-Kanal ein DFS-Ereignis erkannt wurde. Dies ist wichtig, um länger in DFS-Kanälen verbleiben zu können. Aufbauend auf dem genannten WCAC-Beispiel hat der AP nun die Kanäle 106 und 122 freigegeben und arbeitet jetzt auf Kanal 114, einem 160-MHz-Kanal. Radarpulse sind sehr schmalbandig und belegen nicht den gesamten 80-MHz-Kanal. Ohne S-DFS müsste – sofern ein Radarimpuls in Kanal-106- oder Kanal-122-Frequenzen auftreten würde – das gesamte 160-MHz-Spektrum freigegeben werden. Mit der S-DFS-Funktion lässt sich feststellen, in welchem Subband das Radar aufgetreten ist. Ist dies auf Kanal 122 der Fall, reduziert der AP die Bandbreite auf 80 MHz und arbeitet danach vollständig im Kanal 106. Auf diese Weise wird die Betriebszeit in den aufwendig freizugebenden DFS-Kanälen maximiert. Nach Ablauf der Nichtbelegungszeit für Kanal 122 lässt sich dann WCAC nutzen und der Kanal wird nahtlos freigegeben, um den 160-MHz-Betrieb wieder aufzunehmen.

Freigabe von DFS-Kanälen ohne Unterbrechung

Unter dem Strich ist Always ON DFS ein sehr effizienter Weg, um DFS-Kanäle freizugeben und die Belegungsdauer zu maximieren. Die Freigabe erfolgt ohne Unterbrechung des Datenverkehrs. Anwender können den Wetterkanal mittels Breitband-CAC effizient nutzen und profitieren von bis zu 160 MHz Kanalbandbreite, was hohe Übertragungsgeschwindigkeiten ermöglicht. Sie können die störungsarmen DFS-Kanäle zudem länger und öfter verwenden und haben die Möglichkeit zu erkennen, auf welchem Subband das Radar erkannt wurde. // ME

ON Semiconductor

ULTRAHD-VIDEO-ASIC

HDMI-2.0 unkomprimiert

Valens, Mitbegründer der HDBaseT-Alliance, vertreibt seinen Chipsatz VS3000 für den Profi-AV-Bereich. Er soll unkomprimiertes Ultra-HD-Video mit 60 Hz und 4:4:4-Farb-Codierung per 16G-HDBaseT über bis zu 100 Metern über ein normales Netzkabel übertragen können. HDBaseT-Port-Duality ermögliche ein Hardware-Design mit konfigurierbaren HDBaseT-Ports, die als HDBaseT-Sender oder Empfänger fungieren können. Auf den Chip verbaute HDMI-Ein- und HDMI-Ausgänge

ersetzen zusätzliche HDMI-Vorrichtungen. Die integrierten HDCP-Kopierschutz-Engines samt Audio-Extrahierungs- und Integrationsfunktionen machen eine externe HDCP-Terminierung obsolet. Ein Switching-Kern und eine Chip-2-Chip-Interconnect-Schnittstelle (DHDI) unterstützen das Schalten mehrerer Videoströme und neue HDBaseT-Netztopologien. Der ASIC überträgt zudem USB 2.0, Audio, 1 GB Ethernet und Steuersignale.

Valens

LAN-SCHNITTSTELLEN

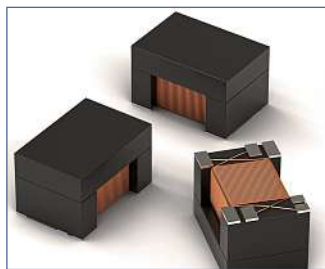
Winzige Signalübertrager

Bild: Würth Elektronik

Die sehr kleinen Signalübertrager der Serie WE-STST (Super Tiny Signal Transformer) von Würth Elektronik sind in vier Varianten erhältlich: 350 μ H für LAN-Applikationen mit Datenra-

ten bis 1000 MBit/s, 120 μ H für 10-Gigabit-Ethernet-Anwendungen oder Single Pair Ethernet mit Datenraten bis 1000 MBit/s. Weitere Varianten mit 300 μ H und 2000 μ H eignen sich mit ihrem Übersetzungsverhältnis von 1:4,5 zum Beispiel für Ultraschallsensoren und als Übertrager für den neuen G.fast-Standard. Trotz der geringen Abmessungen von nur 4,7 mm \times 3,22 mm \times 2,9 mm beträgt die Isolationsspannung 1500 V/1 min.

Würth Elektronik

MEDIENKONVERTER

Ethernet über große Distanzen

Bild: AMG Systems

Die Medienkonverter 9HMEC von AMG sind in einem Mini-Gehäuse untergebracht und eignen sich für den Anschluss von feldbasierten Geräten an Ethernet-Netzwerke über große Entfer-

nungen über Glasfaser. Sie sind für Sicherheits- und Transportanwendungen gedacht. Wie AMG mitteilt, sind die Geräte für einen Temperaturbereich von -40 bis 70 °C ausgelegt. Die auf DIN-Schienen montierbaren Konverter haben einen SFP-Port, der als 100- oder 1000-MBit/s-Ethernet-Uplink dient. Über die optionale Link-Fault-Forwarding-(LFF-)Funktion kann ein Paar von Konvertern den Link-Status gemeinsam nutzen.

AMG Systems

INDUSTRIELLE M2M-KOMMUNIKATION

Daten in Echtzeit per Funk

Die Echoring-Lösungen von R3 (Reliable Realtime Radio) Communications unterstützen nach Herstellerangaben zuverlässige, drahtlose Machine-to-Machine-(M2M)-Kommunikation mit einer Reaktionszeit von nur 1 ms. Echoring nutzt Funktechnologie mit deterministischem Zugang in Kombination mit der Unterstützung von Sicherheitsanforderungsstufen bis zu SIL 3. Die Produkte basieren auf dem Wi-Link-8-Chip von Texas Instruments und sollen die Integration in Netzwerke vereinfachen. Zu



Bild: R3 Communications

den unterstützten industriellen Kommunikations-Protokollen zählen Profinet, Profisafe, Ethernet und SafetyNet.

R3 Communications / Arrow

NEUE CONTROLLER-FAMILIE FÜR USB-C

Zertifizierter USB-3.1-PD-SmartHub mit HostFlexing und PDBalancing

Bild: Microchip

Die USB705x-Familie von Microchip unterstützt USB-C PD mit 5-Gbit/s-SuperSpeed-Datenrate. Zur Serie zählen die Bausteine USB7050, USB7051, USB7052 und USB7056 sowie der eigenständige USB-C-PD-Controller UPD301A. USB7050 unterstützt drei PD-fähige Upstream- und Downstream-USB-C-Ports, während der USB7056 neben fünf USB-A-Downstream-Ports einen Upstream-Port bietet. Mit der neuen HostFlexing-Funktion der neuen Bausteine können alle USB-C-Ports als „Notebook“-

Anschluss fungieren, sodass keine kryptischen Kennungen mehr erforderlich sind. Die ebenfalls neue Funktion PDBalancing hingegen bietet Herstellern die Möglichkeit, die gesamte Systemleistung über eine zentrale Steuerung zu verwalten. Mehrere PD-fähige Geräte mit einer geringeren Gesamtleistung sollen sich so gleichzeitig laden lassen. UPD301A ermöglicht mit einfacher Pin-Konfiguration einen Single- und Dual-Port-Betrieb.

Microchip

IoT-Daten per Direktsatellit über große Distanzen übertragen

Einige potenzielle IoT-Anwendungen haben ein Problem: Benötigte Funknetze sind nicht in Reichweite. Eine direkte Satellitenverbindung mit Zweiphasen-Umtastung (BPSK) ist eine mögliche Lösung.

DAVE BROOKE *



Bild: NASA

tor-IC für IoT-Entwickler, mit dem sich die Entwicklungsdauer verkürzt, um Geräte schneller auf den Markt zu bringen.

Die meisten der bekannten IoT-Anwendungen wie vernetzte Fahrzeuge und Augmented Reality nutzen viel Bandbreite und treiben die aufkommende 5G-Netzwerktechnik voran. Es gibt jedoch eine Reihe von Anwendungen, bei denen niedriger Stromverbrauch und große Reichweite Vorrang vor Bandbreite, Geschwindigkeit und Latenz haben. Fernsensoren können bei der Überwachung der Landwirtschaft, von Pipelines, Seenotrettungs-Beacons (SAR) und in Sendern für das industrielle Internet der Dinge (IIoT) zum Einsatz kommen. Für diese Anwendungen gelten allgemeine Anforderungen an das Netzwerk, darunter:

- Geringer Stromverbrauch: In vielen Fällen müssen die Sensoren mehrere Jahre lang mit einer Batterie oder Harvested Energy betrieben werden, z.B. über Solarzellen
- Große Reichweite: Pipeline-Sensoren in der Wüste und SAR-Beacons auf See sind häufig weit von einem Funknetzwerkzugang entfernt und müssen ihre Daten über große Entfernungen übertragen.

- Zuverlässigkeit: Anwendungen dieser Art erfordern Maßnahmen, die als Reaktion auf die vom Sensor erzeugten Daten (z.B. Warnmeldungen) ergriffen werden müssen. Daher muss die Kommunikationsverbindung bei Bedarf robust ausgelegt sein.

- Niedrige Datenrate: In den meisten dieser Anwendungen müssen nicht viele Daten übertragen werden. Die Überwachung und Alarmierung basiert auf einfachen und sporadischen Meldungen.

Die Eigenschaften jedes Funkkommunikationsmediums bestimmen die gewählte Modulation. Es gibt eine Reihe von Modulationsverfahren, die jeweils ihre eigenen Merkmale und Vorteile aufweisen. Für die Fernsensorik mit den oben genannten Netzwerkanforderungen ist BPSK eine beliebte Option, da es relativ einfach zu demon-

Cubisch, praktisch, gut: Der Small Satellite Orbital Deployer setzt drei Minisatelliten in einen erdnahen Orbit (LEO). Über diese CubeSats lassen sich IoT-Funkverbindungen mit geringen Datenraten realisieren.

Landwirtschaftliche Überwachung, Pipeline-Überwachung und SAR-Beacons auf See (Marine Search and Rescue) sind klassische IoT-Anwendungen. Ihr Wachstum ist jedoch durch die Herausforderungen bei der Datenanbindung begrenzt. Terrestrische Funknetze sind oft zu weit entfernt – selbst für Protokolle mit großer Reichweite, und Satellitenverbindungen waren bisher unerschwinglich teuer. Der weltweit hohe Bedarf an Bandbreite hat jedoch zu einem Wandel in der Satellitenbranche geführt, der die Startkosten drastisch senkt und

die Satellitenkommunikation für einen breiteren Markt öffnet. Da immer mehr so genannte CubeSats in den erdnahen Orbit (Low-Earth Orbit, LEO) gebracht werden, ist die direkte Satellitenkommunikation für viele Anwendungen mit Fernsensoren jetzt wirtschaftlich machbar.

Hohe Reichweite hat manchmal Vorrang vor viel Bandbreite

Die Zweiphasen-Umtastung (BPSK; Binary Phase-Shift Keying) wird aufgrund ihrer hohen Energieeffizienz, großen Reichweite und einfachen Demodulation häufig als Modulation für CubeSat-Kommunikationsverbindungen verwendet. Dieser Beitrag befasst sich mit den Faktoren, die zur zunehmenden Popularität von BPSK geführt haben und beschreibt einen integrierten BPSK-Modula-



* Dave Brooke
... ist Wireless Voice and Data Product Manager bei CML Microcircuits in Swindon, Großbritannien

dulieren und äußerst energieeffizient ist. Die Argumente für BPSK werden durch die zunehmend wirtschaftliche Machbarkeit der direkten Satellitenkommunikation für Remote-IoT-Anwendungen und die Popularität von BPSK im CubeSat-Design noch verstärkt.

BPSK: Grundlagen, Funktionen und Vorteile

Phasenumtastung (PSK; Phase Shift Keying) ist eine digitale Modulationstechnik, bei der diskrete Abweichungen in der Phase eines Trägersignals verwendet werden, um logische Einsen (1) und Nullen (0) darzustellen. BPSK ist die einfachste Art der PSK, bei der „binär“ für zwei unterschiedliche Phasenverschiebungen steht – für 1 und 0. Bei der Quadratur-Phasenumtastung (QPSK) nimmt der Sinuswellenträger vier Phasenumkehrungen vor, z.B. 0, 90, 180 und 270°, wodurch doppelt so viele Informationen übertragen werden können. Weiter fortgeschrittene Techniken sind auch möglich, bei denen die PSK um acht oder sechzehn Werte verschoben werden kann. Theoretisch könnte jeder Wert der Phasenverschiebung verwendet werden – für einen Empfänger ist es aber umso einfacher, das Signal zu demodulieren, je größer der Abstand ist. Daher wird bei der BPSK eine Phasenverschiebung von 180° verwendet (Bild 1).

Da das Verschieben einer Sinuswelle um 180° gleichbedeutend ist wie das Invertieren, vereinfacht sich das Modulatordesign. Der Träger wird für den einen logischen Zustand invertiert und bleibt für den anderen unberührt. Bild 2 zeigt einen BPSK-Modulator, wobei der Balance-Modulator das Trägersignal als einen Eingang und die Binärsequenz als den anderen Eingang nutzt. In der Praxis ist eine zusätzliche Schaltung erforderlich, um Ereignisse mit „hoher Anstiegsrate“

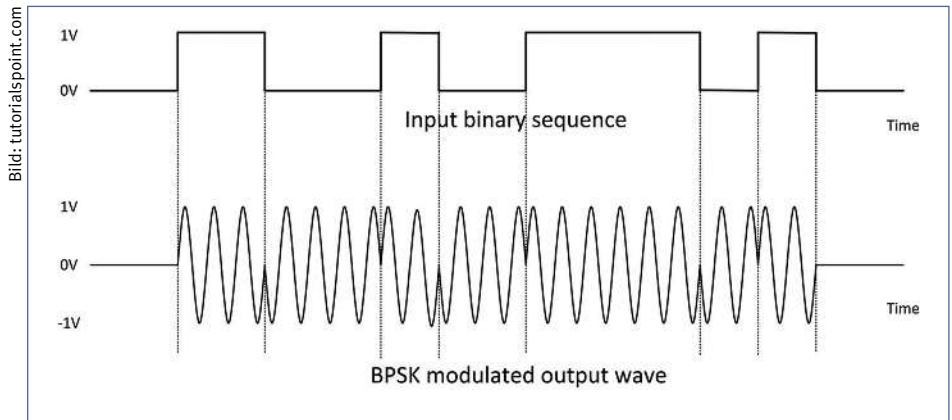


Bild 1: Modulation mittels „Binary Phase-Shift Keying“ (BPSK) oder Zweiphasen-Umtastung.

(High Slope) zu vermeiden, bei denen die Trägersignalspannung schnell vom Maximum auf null wechselt, was hochfrequente Energie erzeugt, die möglicherweise andere HF-Signale stören könnte. Dies lässt sich vermeiden, wenn sichergestellt wird, dass die digitale Bitperiode einem oder mehreren vollständigen Trägerzyklen entspricht und auch die digitalen Übergänge mit der Trägerwellenform synchronisiert werden. Diese Verfeinerungen stellen sicher, dass die 180°-Phasenänderung erfolgt, wenn sich das Trägersignal am (oder sehr nahe am) Nulldurchgang befindet.

Die BPSK-Modulation ist äußerst energieeffizient. Aufgrund der 180°-Trägerphasenverschiebung zwischen 1 und 0 können BPSK-modulierte Daten große Entfernungen zwischen der Basisstation und den Teilnehmerstationen zurücklegen. Da ein BPSK-Demodulator nur zwei Entscheidungen treffen muss, um die ursprüngliche Binärinformation wiederherzustellen, ist das Empfängerdesign im Vergleich zu anderen Modulationsarten einfach. Umgekehrt ist

BPSK nicht bandbreiteneffizient, da über den analogen Träger nur 1 Bit digitale Information pro Hz Trägerfrequenz übertragen werden kann. Diese Übertragungseigenschaften machen BPSK für Anwendungen interessant, die eine robuste Kommunikation über große Entfernungen erfordern, einschließlich entfernter IoT-Sensoren.

Integrierter Ansatz zum Implementieren von BPSK

IoT-Entwickler, die mit der Integration eines On-Board-BPSK-Modulators beauftragt sind, mussten bisher eine diskrete Lösung entwickeln, die Kenntnisse in HF-Technik als auch in DSP-Programmierung erfordert hat. Diese mussten entweder zuerst erlernt werden oder man verließ sich auf das Know-how anderer Teammitglieder, was möglicherweise die Entwicklungsdauer verlängert, die Kosten erhöht und eine schnelle Markteinführung beeinträchtigt.

Aufgrund des wachsenden Interesses an satellitenbasierten IoT-Anwendungen zur Überwachung netzferner Geräte und Senso-



Sparen Sie sich Zeit und Mühe

Hammond modifiziert auf Wunsch jedes seiner über 5.000 Standard-Gehäuse speziell für Ihr nächstes Projekt.

Weitere Infos unter www.hammfg.com/mods,
telefonisch unter +44 1256 812812 oder E-Mail sales@hammond-electronics.co.uk



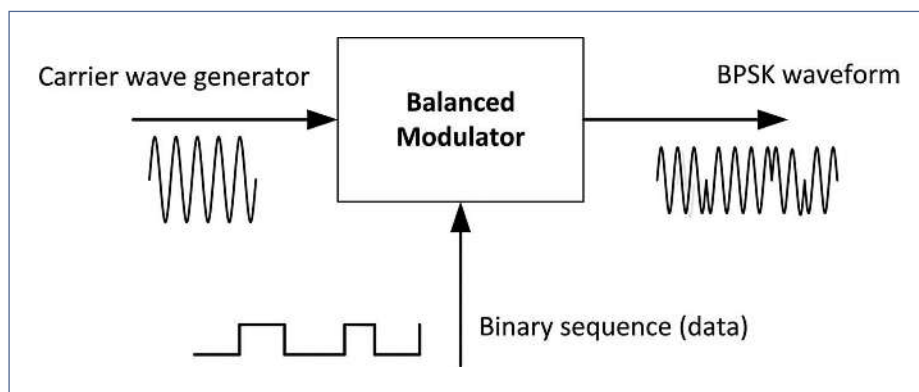


Bild 2: Vereinfachter Aufbau eines BPSK-Senders.

ren mit niedriger Datenrate hat das britische Unternehmen CML Microcircuits den flexiblen Datensender CMX7146 auf den Markt gebracht. Viele dieser Anwendungen, wie z.B. See- und Landnotrufsysteme und die Erfassung von Daten auf See, erfordern nur eine Einwegkommunikation, was das Design vereinfacht und den Stromverbrauch senkt. Der CMX7146 bietet eine integrierte Lösung für die Erzeugung von Low-Speed-BPSK-Signalen und bietet Entwicklern ohne Spezialkenntnisse einen schnellen und vereinfachten Ansatz für den Einsatz eines BPSK-Senders in ihrem Design.

Der CMX7146 unterstützt die BPSK- als auch die Differential-BPSK-Modulation und erzeugt präzise analoge In-Phase- und Quadratur-Basisbandsignale. Damit ergibt sich ein hochgenaues Übertragungssignal, das in einen vom Nutzer gewählten HF-Träger eingebunden werden kann. Der Baustein unterstützt Rohdaten (Bit-Eingang, Modulationsdaten-Ausgang), vorverarbeitete Übertragungen (Nachrichten-Eingang, Modulationsdaten-Ausgang) und verfügt über einen Sende-(TX-)Triggereingang, um zeitgenaue Datenübertragungen zu ermöglichen. Ein Leistungsverstärker-Rampen-D/A-Wandler

kann auch zur Steuerung von Übertragungsbursts verwendet werden, die als Teil der Übertragungssequenz synchronisiert werden können. Neben der Modulationsfunktion enthält der CMX7146 auch stromsparende A/D-Wandler und vier GPIOs, um die Entwicklung von Sensorschnittstellen zu vereinfachen. Bild 3 beschreibt ein System, bei dem der CMX7146 mit dem IQ-Modulator CMX971 von CML und einem kostengünstigen Flash-Mikrocontroller in einer UHF-Beacon-Anwendung gekoppelt ist. Entwicklungsunterstützung für den CMX7146 wird von CML über das Evaluierungsboard PE0402 zusammen mit der Schnittstelle PE0003 bereitgestellt, was eine PC-basierte grafische Benutzeroberfläche (GUI) mit Zugriff auf alle Register des Bausteins zur Verfügung stellt.

Zukunftssicheres Design mit „Over the Air“-Updates

Sogar ein relativ einfaches IoT-Bauteil wie ein Funksensor kann mehrere Technologien integrieren, einschließlich Funkanbindung, Cloud-Architektur, Echtzeit-Performance, End-to-End-Sicherheit und fortschrittliche Softwarealgorithmen. Wie jede aufstrebende Branche, ist auch das Internet der Dinge in

einem ständigen Wandel, und die damit verbundenen Technologien und relevanten Standards entwickeln sich weiter. In einem sich schnell verändernden Markt ist die Zukunftssicherheit des Designs von entscheidender Bedeutung. Der CMX7146 garantiert dies mit der bewährten FirmASIC®-Technologie von CML, in der eine Function-Image™-(FI-)Datei die Betriebsfähigkeit des Bausteins definiert und über das technische Portal von CML aufrecht erhält. Die FI-Datei wird beim Einschalten des Systems entweder vom Host-Controller oder von einem externen Speicher heruntergeladen. Dies erhöht die Flexibilität und auch die Lebensdauer eines Endprodukts, indem zukünftige Funktionserweiterungen von CML, z.B. alternative Modulationsarten oder Over-The-Air-/OTA-Protokolle genutzt werden.

Direkte Satelliten-Kommunikation für das IoT

Viele Anwendungen, für die das Internet of Things prinzipiell prädestiniert ist – etwa vorausschauende Wartung und das Übertragen von Warnmeldungen – erfordern das Übermitteln von kleinen Datenmengen. Sie sind aufgrund ihrer physikalischen Lage eher auf eine große Reichweite und Schonung der Batterie ausgelegt. Da die Kosten für den Zugang zum Weltraum gesunken sind, werden immer mehr kleine Satelliten, einschließlich CubeSats, in erdnahe Orbits gestartet, wodurch eine direkte Satellitenkommunikation für eine zunehmende Anzahl von Fernanwendungen möglich wird. BPSK, die in CubeSats häufig als Übertragungsprotokoll zum Einsatz kommt, wird bei Entwicklern dieser Remote-Anwendungen immer beliebter. Aus diesem Grund hat CML Microcircuits den flexiblen Datensender CMX7146 eingeführt.

Als Teil von CML Microsystems Plc ist CML Microcircuits ein weltweit führender Anbieter analoger, digitaler und Mixed-Signal-Halbleiter mit geringem Stromverbrauch für Telekommunikationssysteme. Mit einem Angebot, das sich auf Schmalbandkommunikation konzentriert und sowohl HF- als auch Basisbandfunktionen unterstützt, finden sich die ICs von CML in digitalen/analoge PMR/LMR-, Funkdaten-, Satellitenkommunikations- und Seefunkanwendungen wie TETRA-, DMR-, dPMR-, SCADA-Systemen und AIS. Dieses jüngste Angebot von CML öffnet Entwicklern einen schnellen und einfachen Weg, einen robusten Sender für Satelliten-IoT-Anwendungen bereitzustellen, die weit entfernte Ausrüstung, Systeme und Sensoren überwachen.

// ME

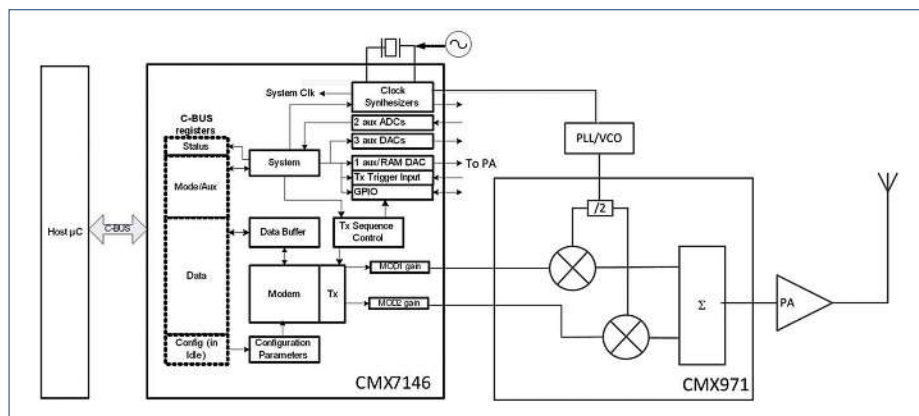


Bild 3: UHF-Beacon auf Basis des CMX7146.

CML Microcircuits

ASSET-TRACKING

Entwicklungskit für LoRa

Semtech hat ein Referenzkit für die einfache Einführung von Asset-Tracking-Lösungen vorgestellt, die auf LoRa-ICs und dem LoRaWAN-Protokoll basieren. Das Asset-Tracking-Referenzkit von Semtech wird mit sechs industriellen LoRaWAN-basierten GPS-Trackern und einem LoRaWAN-basierten Outdoor-Gateway einschließlich einer vorkonfigurierten SIM-Karte für die Mobilfunk-Backhaul-Anbindung geliefert. Die Daten der GPS-Tracker werden über LoRaWAN ohne Lizenz- oder Abo-Gebühr erfasst. Der Nutzer kann einige Parameter der Tracker konfigurieren und über ein sicheres Portal auf die Daten zugreifen. Abhängig von der Platzierung des Gateways variiert die Reichweite von Hunderten von Metern um den Standort herum bis zu mehreren Kilometern. Mit dem Kit können Nutzer Objekte im Freien an einem bestimmten Ort lokalisieren, einschließlich einer regelmäßigen automatischen Bestandsaufnahme der vor Ort verfügbaren Objekte. Mit den von den Trackern generierten Daten lassen sich die Vorteile der Nachverfolgung ihrer Assets mit einem sofort einsatzbereiten Kit bewerten. Die Visualisierung der Daten erfolgt über ein webbasiertes Dashboard.

Bild: Semtech



Semtech

ULTRA-LOW-POWER-IOT-ANWENDUNGEN

Green-Power-Zigbee-SoCs

Silicon Labs stellt eine neue Serie von Zigbee-System-on-Chip-Bausteinen (SoCs) mit extrem geringem Stromverbrauch vor, die für IoT-Produkte in Mesh-Netzwerken entwickelt wurden. Die MG22-SoCs basieren auf der Wireless-Gecko-Series-2-Plattform von Silicon Labs und sind für Zigbee-Geräte geeignet, die mit Knopfzellenbatterien oder Energy Harvesting betrieben werden. Zu den Anwendungen zählen Smart-Home-Sensoren, Beleuchtungssteuerungen sowie die Gebäude- und Industrieautomation. Die MG22-SoCs basieren auf einem leistungsstarken, stromsparenden 76,8MHz Arm® Cortex®-M33 Core und TrustZone. Die Kombination der SoCs aus extrem niedriger Sende- und Empfangsleistung (8,2mA TX bei +6dBm; 3,9mA RX), 1,4µA Deep-Sleep-Mode-Stromaufnahme und stromsparender Peripherie sorgt für eine außergewöhnliche

Bild: Silicon Labs



Silicon Labs

Energieeffizienz. Mit dem 802.15.4-PHY und -MAC des bereits energieeffizienten Zigbee 3.0-Protokolls reduziert Zigbee Green Power den Stromverbrauch weiter, indem die für die Funkübertragung erforderliche Datenmenge verringert wird. Zigbee Green Power wurde von Anfang an als hocheffizientes Protokoll entwickelt.

ELEKTRONIK
PRAXIS

www.elektronikpraxis.de

ISSN 0344-1733

Impressum

Kommunikationsdaten unserer Ansprechpartner:

E-Mail-Code: (bitte Schreibweise von Umlauten beachten): <vorname>.<name>@vogel.de; Telefon: +49-931-418-(4-stellige-Durchwahl)

ABONNENTENSERVICE

DataM-Services GmbH

Franz-Horn-Straße 2, 97082 Würzburg
Tel. +49-931-41 70-4 62, Fax -4 94
vogel@datam-services.de, www.datam-services.de

REDAKTION

Leser-, Redaktionsservice:

Eilyn Kadow (ek), Tel. +49-931-418-30 87
redaktion@elektronikpraxis.de

Chefredakteur:

Johann Wiesböck (jw), Tel. -30 81

Redakteure:

David Franz (df), Tel. -30 97
Michael Eckstein (me), Tel. -30 96
Sebastian Gerstl (sg), Tel. -30 98
Martina Hafner (mh), Tel. -30 82
Hendrik Härter (hh), Tel. -30 92
Gerd Kucera (ku), Tel. -30 84
Thomas Kuther (tk), Tel. -30 85
Margit Kuther (mk), Tel. -30 99
Kristin Rinortner (kr), Tel. -30 86

Freie Mitarbeiter: Prof. Dr. Christian Siemers,
FH Nordhausen und TU Clausthal,
Peter Siwon, MicroConsult

Redaktionsanschrift:

München: Rablstr. 26, 81669 München, Tel. -30 87, Fax -30 93
Würzburg: Max-Planck-Str. 7/9, 97082 Würzburg
Tel. -24 77, Fax -27 40

Konzeption/Layout: Ltg. Daniel Grimm, Tel. -22 47

Unternehmens- und Firmennamen:

Unternehmens- und Firmennamen schreiben wir gemäß Duden wie normale Substantive. So entfallen z.B. Großbuchstaben und Mittelinitiale in Firmennamen.

SALES

Chief Sales Officer:

Benjamin Wahler
Tel. -21 05, sales@vogel.de

Auftragsmanagement:

Tel. -20 78, auftragsmanagement@vogel.de

EVENTS

Teamleitung Event Operations:

Alexandra Braun
Tel. -2193, events@vogel.de

MARKETING

Produkt Marketing Manager:

Christian Jakob
Tel. -30 78, customer@vogel.de

VERTRIEB

Bezugspreis:

Einzelheft 12,90 EUR. Abonnement Inland: jährlich 249,00 EUR inkl. MwSt. Abonnement Ausland: jährlich 280,20 EUR (Luftpostzuschlag extra). Alle Abonnementpreise verstehen sich einschließlich Versandkosten (EG-Staaten ggf. +7% USt.).

Verbreitete Auflage:

Angeschlossen der Informationsgemeinschaft zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern – Sicherung der Auflagenwahrheit.
Aktuelle Zahlen: www.iww.de

Datenbank:

Die Artikel dieses Heftes sind in elektronischer Form kostenpflichtig über die Wirtschaftsdatenbank GENIOS zu beziehen: www.genios.de



VOGEL COMMUNICATIONS GROUP

Vogel Communications Group GmbH & Co. KG

Max-Planck-Str. 7/9 in 97082 Würzburg
Tel.: 0931/418-0, www.vogel.de

Beteiligungsverhältnisse:

Persönlich haftende Gesellschafterin:
Vogel Communications Group Verwaltungs GmbH
Max-Planck-Str. 7/9 in 97082 Würzburg
Kommanditisten:
Dr. Kurt Eckernkamp, Dr. Kurt Eckernkamp GmbH,
Nina Eckernkamp, Katharina Pugmeister,
Klaus-Ulrich Freiherr von Wangenheim,
Heiko Lindner

Geschäftsführung:

Matthias Bauer (Vorsitz)
Günter Schürger

Druck:

Vogel Druck und Medienservice GmbH
97204 Höchberg

Copyright:

Vogel Communications Group GmbH & Co. KG

Nachdruck und elektronische Nutzung:

Wenn Sie Beiträge dieser Zeitschrift für eigene Veröffentlichungen wie Sonderdrucke, Websites, sonstige elektronische Medien oder Kundenzeitschriften nutzen möchten, fordern Sie gerne Informationen über support.vogel.de an.

Spulenkerne für kleine, leise und zuverlässige Stromversorgungen

Mit Verbundkernen lässt sich eine hohe Induktivität auf kleinem Raum erzielen. Eine neue Composite-Technologie verleiht zusätzliche mechanische Belastbarkeit, die flache Induktivitäten ermöglicht.

PATRIK KALBERMATTEN *

Leistungsinduktivitäten sind wichtige Bauelemente zur Steuerung des Energieflusses in Schaltwandlern, um eine reibungslose Leistungsabgabe zu gewährleisten und die Kommutierung zu koordinieren. Der Induktivitätswert wird so gewählt, dass genügend Energie gespeichert wird, damit der Strom lange genug fließt, um den Stromkreis bei ausgeschaltetem Hauptschalter korrekt zu betreiben.

Während der Induktivitätswert je nach Wandler unterschiedlich berechnet wird, ist zur Unterstützung des CCM- (Continuous Current Mode), DCM- (Discontinuous Current Mode) oder Resonanzbetriebs ein hoher Induktivitätswert im Verhältnis zur Größe für einen gegebenen Nennstrom wünschenswert. Eine stabile Leistungsfähigkeit innerhalb des vorgesehenen Frequenzbereichs ist ebenfalls erforderlich, während für Anwendungen wie Automobilelektronik und Luft-

Raumfahrttechnik auch Temperaturstabilität und eine hohe maximale Betriebstemperatur gefordert sind.

Induktivitäten bis an ihre Grenzen entwickeln

Die Eigenschaften einer Induktivität sind durch die Gesetze der Physik begrenzt. Eine sorgfältige Entwicklung des Kernmaterials hilft, diese Einschränkungen so weit wie möglich zu verschieben, damit Entwickler die bestmögliche Kombination von Parametern für ihre Anwendung erhalten. Zu den gebräuchlichen Kernmaterialien zählen Mangan-Zink- (MnZn) und Nickel-Zink- (NiZn-)Ferrite sowie Metallpulverkerne, die Körner einer speziell formulierten Legierung enthalten, die durch ein isolierendes Bindemittel getrennt sind. Dünnschicht-Induktivitäten lassen sich auch durch Abscheiden kobaltbasierter Legierungen herstellen und erreichen eine hohe Permeabilität bei guter Sättigungsleistung, obwohl es schwierig ist, das Kernvolumen für Leistungsanwendungen zu erhöhen. Ferritkerne weisen eine hohe Permeabilität auf, bis etwa 300 für NiZn-

Materialien und noch höher für MnZn, obwohl es einige Nachteile gibt. Die Materialien sind in der Regel spröde und eignen sich daher nicht zum Einbetten in Leiterplatten oder für niedrige Bauhöhen wie Induktivitäten für planar-lateralem Fluss. Darüber hinaus kann es zu einer plötzlichen Sättigung kommen, die mit zunehmender Gleichstromvorspannung (DC-Bias) zu einem starken Abfall der Induktivität führt.

Bezüglich der Pulverkerne enthalten die gängigsten Legierungen Eisen-Silizium (FeSi) oder Eisen-Silizium-Aluminium (FeSi-Al) und andere Zusammensetzungen wie amorphes Eisen und Permalloy. Aufgrund ihrer partikelbasierten Struktur weisen diese Kerne mit verteiltem Luftspalt eine weichere Sättigungscharakteristik auf als Ferrit-Induktivitäten, die weniger empfindlich auf kleine Verschiebungen der DC-Bias-Spannung reagieren. Andererseits ist die Permeabilität um eine Größenordnung geringer als bei Ferriten, und das organische Bindemittel toleriert keine hohen Betriebstemperaturen.

Eine neue Metal-Flake-Verdichtungstechnik (Metallflocken) ermöglicht jetzt die Herstellung eines Kernmaterials mit verteiltem Luftspalt, dessen Permeabilität der von NiZn-Ferrit entspricht und dessen weiche Sättigungseigenschaft mit der herkömmlicher Pulverkerne vergleichbar ist. Darüber hinaus bietet diese neue Klasse von FlakeComposite-Kernen eine höhere Temperaturstabilität, eine höhere maximale Betriebstemperatur und mechanische Flexibilität. Mit dieser erhöhten Flexibilität bietet sich nicht nur die Möglichkeit, Induktivitäten mit extrem niedriger Bauhöhe herzustellen, sondern auch robuste Induktivitäten in die Leiterplatte einzubetten, um Platz zu sparen und die Möglichkeiten für neuartige Induktivitäten (für lateralen Fluss) zu erkunden, die mit aktiven Bauelementen zusammen in kommende Leistungswandler integriert werden.

Bild 1 zeigt die wichtigsten Permeabilitäts- und Sättigungseigenschaften des FlakeCom-

* Patrik Kalbermatten

... ist Senior Manager, Distribution Promotion Product Management Magnetic, Sensor & Actuator, bei KEMET.

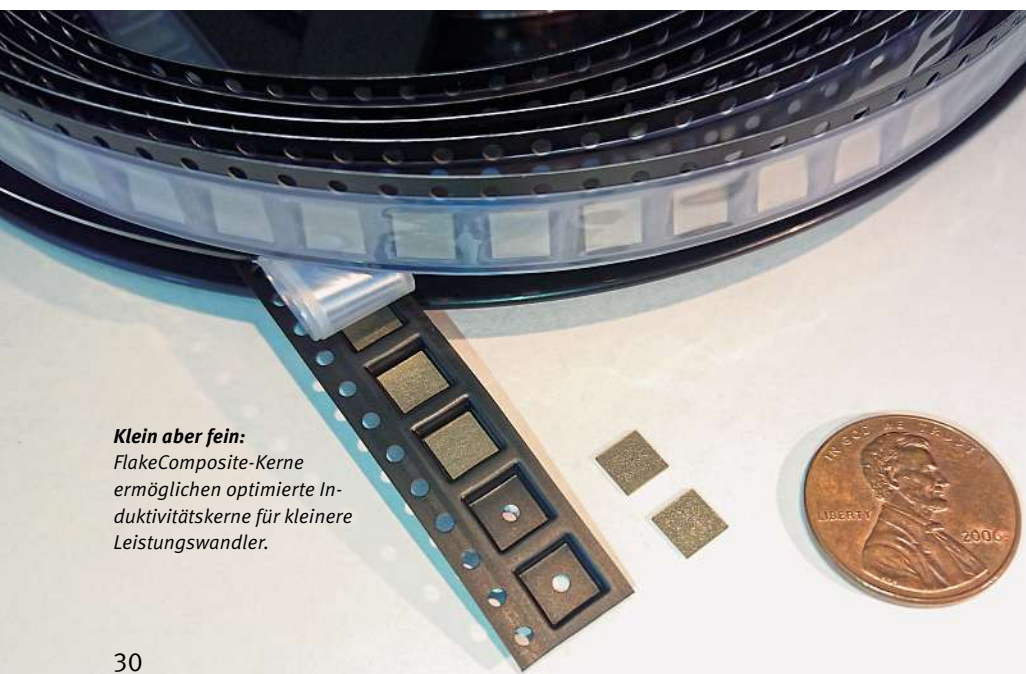


Bild: Kemet

Klein aber fein:
FlakeComposite-Kerne ermöglichen optimierte Induktivitätskerne für kleinere Leistungswandler.

Bild: Kemet

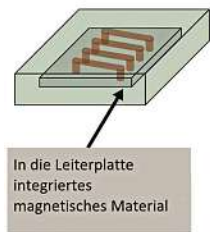
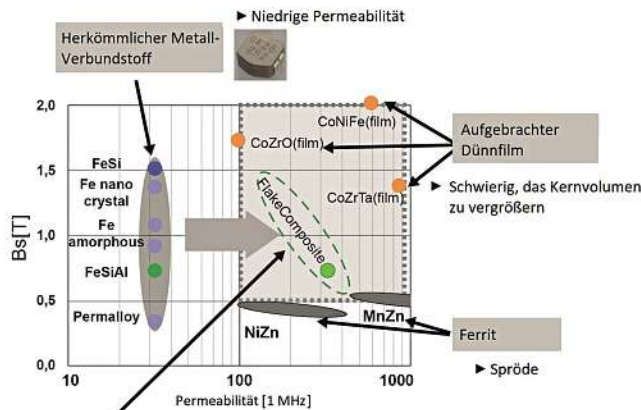


Bild 1:
FlakeComposite bietet eine mit Ferrit vergleichbare Permeabilität sowie eine hervorragende Sättigungsleistung.



FlakeComposite

- ▶ Hohe Permeabilität (300 bei 1 MHz)
- ▶ Dicke: 50 nm bis 2 mm
- ▶ Dünn, flexibel (biegefest)

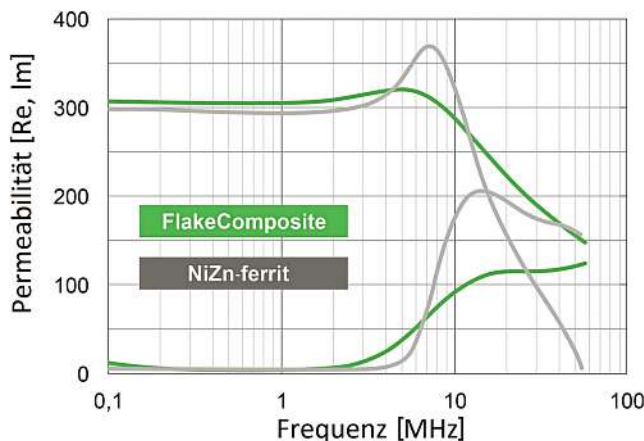


Bild 2:
FlakeComposite bietet eine mit NiZn-Ferrit vergleichbare Leistungsfähigkeit für Leistungselektronik bis zu MHz-Frequenzen.

posite-Kernmaterials in Bezug auf Ferrit-, Pulver- und Dünnsfilmkerne.

Es ist bekannt, dass Ferritmaterialien bei hohen Frequenzen, Temperaturen oder DC-Bias-Strömen an Permeabilität verlieren, was zu einer schnellen Verringerung des Induktivitätswerts und damit zu einer Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit führt. Um sicherzugehen, dass Induktivitäten mit FlakeComposite-Kern mindestens genauso leistungsfähig sind wie Ferrit-Induktivitäten, wird die Frequenz-, Temperatur- und DC-Bias-Leistungsfähigkeit verglichen.

Bild 2 vergleicht die Frequenzdispersion der komplexen Permeabilität von FlakeComposite gegenüber NiZn-Ferrit. Die Diagramme für beide Materialien zeigen, dass die Permeabilität oberhalb von etwa 6 MHz schnell abnimmt, d.h. FlakeComposite eignet sich in Schaltwandlern mit einem Betrieb bis 1 MHz genauso gut oder besser als NiZn.

Beim Vergleich der magnetischen Sättigungseigenschaften profitiert FlakeCompo-

site von einem weicheren Sättigungsbeginn im Vergleich zu NiZn-Ferrit sowie von einer geringeren Temperaturabhängigkeit (Bild 3).

Bild 4 vergleicht die DC-Bias-Leistungsfähigkeit von FlakeComposite und NiZn-Ferrit mit herkömmlichem Metallverbundwerkstoff (Pulver). FlakeComposite kombiniert die Stärken beider Typen und weist die vergleichsweise überlegene Permeabilität wie NiZn bei niedriger Vorspannung auf, während eine höhere Permeabilität bei hoher Vorspannung mit einer minimalen Temperaturabhängigkeit einhergeht. Erreicht die Betriebstemperatur der Induktivität die Curie-Temperatur des Kernmaterials, bei der der Kern seine magnetischen Eigenschaften verliert, sinkt die Kernpermeabilität schnell, was zu einem raschen Verlust der Induktivität führt. Wie Bild 5 zeigt, hat FlakeComposite auch eine höhere Curie-Temperatur als typische NiZn- oder MnZn-Ferrite.

In Rahmen der laufenden Bemühungen, den Platzbedarf von Leistungswandlermo-



ZKU - Serie

Leistungsfähige Miniatur-Hybrid-Kondensatoren reduzieren die Bauteilanzahl und Leiterplattenfläche um bis zu 25%.

- ▶ Kapazitäten von 39µF bis 560µF
- ▶ Nennspannung 25VDC / 35VDC
- ▶ Betriebstemperatur -55 bis +125°C
- ▶ Lebensdauer 4000h bei +125°C
- ▶ Niedriger ESR & hoher Ripplestrom
- ▶ AEC-Q200 konform

Applikationen:

Elektrische Steuereinheit (ECU), AC/DC- und DC/DC-Wandler, Netzteil, etc.



GUDECO
ELEKTRONIK



Wir liefern elektronische und elektromechanische Bauelemente führender Hersteller - **sofort ab Lager**

WWW.GUDECO.DE

GUDECO Elektronik Handelsgesellschaft mbH
Daimlerstraße 10 | D-61267 Neu-Anspach | +49 6081 4040

✉ info@gudeco.de

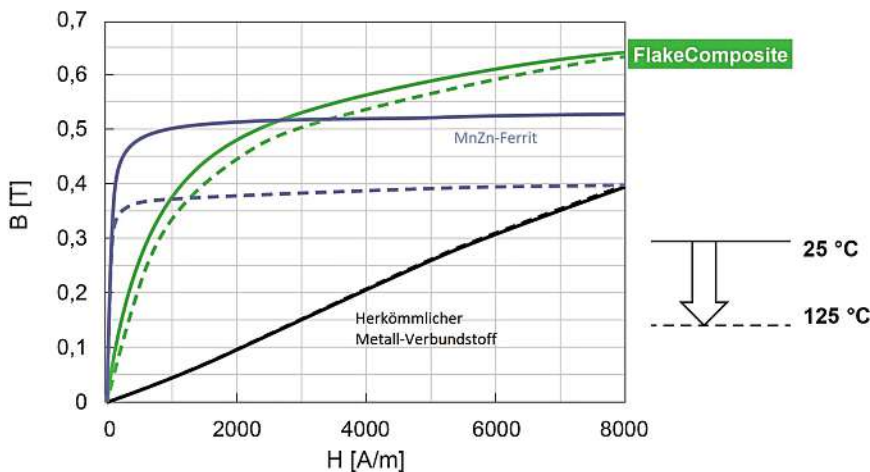


Bild 3: Die magnetische Sättigungskurve ist im Vergleich zu NiZn-Ferrit weicher und weniger temperaturabhängig.

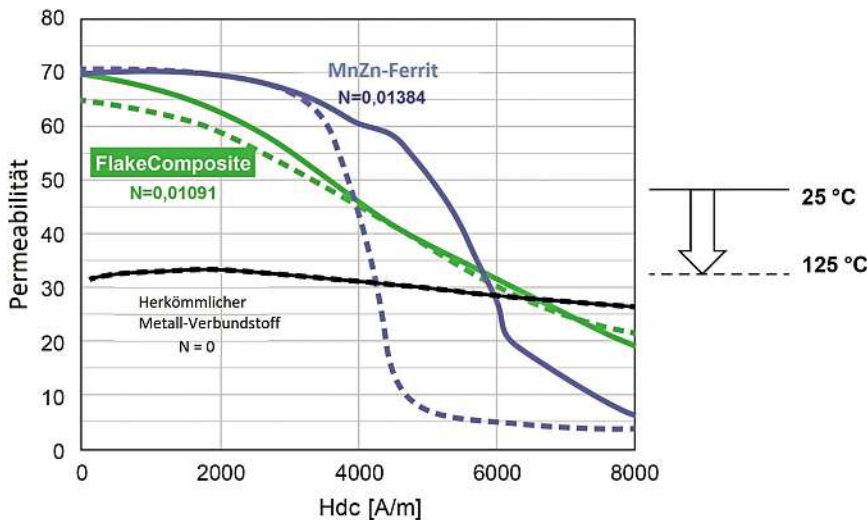


Bild 4: Die DC-Bias-Charakteristik zeigt eine höhere Permeabilität, wenn ein hohes DC-Bias-Feld angelegt wird.

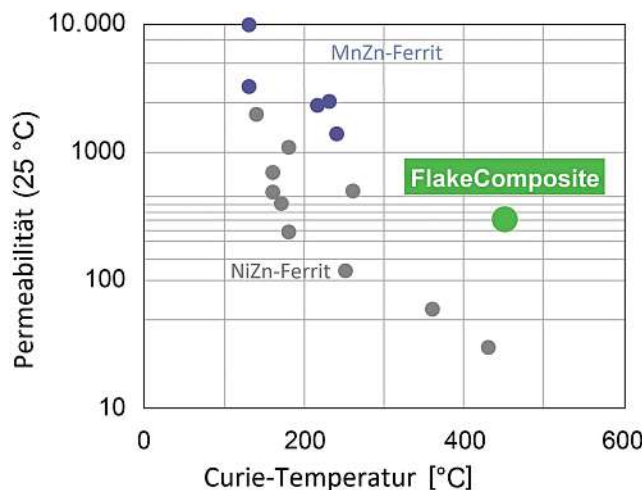


Bild 5: Die höhere Curie-Temperatur von FlakeComposite stellt sicher, dass der Induktivitätswert bei höheren Betriebstemperaturen erhalten bleibt.

Bild: Kemet

dulen wie PoL-Wandlern (Point-of-Load) zu verringern, wurden neue Designs vorgeschlagen, die aktive und passive Bauelemente integrieren. Diese verwenden planare Induktivitäten, die speziell für einen lateralen Fluss ausgelegt sind – im Gegensatz zu den herkömmlichen vertikalen Flussmustern, wie sie bisher für Induktivitäten mit geringer Bauhöhe verwendet wurden. Da die Bauhöhe von Induktivitäten verringert wird, zeigen Lateralfluss-Induktivitäten im Vergleich zu herkömmlichen Vertikalfluss-Varianten eine zunehmend bessere Induktivität. Die mechanischen Eigenschaften von FlakeComposite ermöglichen Induktivitäten von 5 μm bis 2 mm Dicke, wodurch sie sich gut für die Herstellung ultradünner Lateralfluss-Induktivitäten eignen. Extrem flache und dennoch robuste Induktivitäten, die aus FlakeComposite hergestellt werden, sind ebenfalls darauf ausgerichtet, in Leiterplatten eingebettet zu werden, um Platz zu sparen und eine um 40% geringere Bauhöhe als herkömmliche Ferritkerne zu erzielen.

Elastisches Material mit hoher Permeabilität

Die Kombination aus magnetischen und mechanischen Eigenschaften von FlakeComposite eignet sich nicht nur für Leistungsinduktivitäten, sondern auch zur elektromagnetischen Abschirmung, einschließlich EMI-Unterdrückung und Abschirmung von Wireless-Power-Übertragungsspulen, um die Ladeleistung zu optimieren und benachbarte elektronische Geräte zu schützen. Die FlakeComposite-Technologie bildet die Basis der Flex-Suppressor-Produkte von KEMET, die in einer Vielzahl von Anwendungen elektromagnetische Störungen nachweislich dämpfen.

Optimierte Kerne für kleinere Leistungswandler

FlakeComposite ist ein neuartiges Material, um die Leistungsfähigkeit von Induktivitätskernen zu optimieren und die Miniaturisierung kommander Leistungswandler voranzutreiben – und zwar über die Errungenschaften aktueller Ferritkernmaterialien hinaus. Durch eine ähnliche Permeabilität mit überlegenen Sättigungseigenschaften, hoher DC-Bias-Leistungsfähigkeit und höherer Temperaturbeständigkeit ermöglicht FlakeComposite flachere Leistungsinduktivitäten und bietet die mechanischen Eigenschaften, die erforderlich sind, um in Leiterplatten integrierte Induktivitäten platzsparend auszuliegen.

// TK

KEMET

ALUMINIUM-ELEKTROLYT-KONDENSATOREN

Hohe Ripplestrom-Belastbarkeit

Die EPCOS Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren mit Schraubanschluss der Serien B43707* und B43727* von der TDK Corporation sind für Nennspannungen von 400 oder 450 V_{DC} ausgelegt und decken ein Kapazitätsspektrum von 1800 bis 18.000 µF ab. Ein besonderes Merkmal dieser Serie ist ihr hohes CV-Produkt. Abhängig von Kapazität und Spannung messen die Kondensatoren 51,6 mm x 80,7 mm bis 76,9 mm x 220,7 mm (D x H).

Die für eine maximale Betriebstemperatur von 85 °C ausgelegten Kondensatoren bieten eine sehr hohe Ripplestrom-Belastbarkeit, die bei bis zu 63,9 A_{AC} (100 Hz, 60 °C) liegt. Ein spezielles Bodenkühlkonzept ist verfügbar, wodurch die Ripplestrom-Belastbarkeit verdoppelt wird. Die Serie B43707* ist für die Montage mit Ringklemmen ausgelegt, wohingegen die Serie

Bild: TDK Electronics



B43727* einen Gewindebolzen am Becherboden hat.

Die robusten Kondensatoren eignen sich für Stromversorgungen im Industriebereich, Frequenzumrichter oder USV-Anlagen. Außerdem können sie in Anwendungen der erneuerbaren Energien wie Umrichter von Photovoltaik- und Windkraftanlagen eingesetzt werden.

TDK Electronics

TRILOGIE DER INDUKTIVEN BAUELEMENTE

Fünfte Auflage des Fachbuchs

Würth Elektronik hat die fünfte Neuauflage des Fachbuchs „Trilogie der Induktiven Bauelemente“ veröffentlicht. Der Schwerpunkt liegt auf Applikationsschaltungen und der Auswahl von passiven Bauelementen sowie Layoutempfehlungen unter Berücksichtigung von EMV-Gesichtspunkten. Das Fachbuch ist wie folgt gegliedert: „Grundlagen“ – hier geben die

wichtigsten Gesetze und Grundlagen der induktiven Bauelemente, Ersatzschaltbilder und Simulationsmodelle dem Leser einen Überblick über die Elektronikgrundkenntnisse im Themenkomplex. „Bauelemente“ – in diesem Abschnitt werden induktive Bauelemente mit ihren besonderen Eigenschaften und Einsatzbereichen vorgestellt: EMV-Komponenten, Induktivitäten, Transformatoren, HF-Komponenten, Überspannungsschutz, Abschirmmaterialien und Kondensatoren. Im Abschnitt „Anwendungen“ findet der Leser schließlich einen umfassenden Überblick über die Prinzipien von Filterschaltungen, und zahlreichen industriellen Anwendungen, die anhand von Originalbeispielen ausführlich erläutert werden.

Bild: Würth Elektronik



Würth Elektronik



3. DC/DC-Wandler-Tag

Ein Forum für Grundlagen, Expertenwissen sowie Trends, neue Technologien und Bausteine.

www.dc-dc-wandler-tag.de

Eine Veranstaltung von **ELEKTRONIK PRAXIS**

einer Marke der **VOGEL COMMUNICATIONS GROUP**

SSM SUSUMU
Thin Film Specialist and Innovator

since 1964

Ultra-High Precision
Thin Film Chip Resistor Networks

Down to 1ppm/K in relative TCR



Susumu Deutschland GmbH

www.susumu.de

Frankfurter Str. 63 - 69 | 65760 Eschborn | ☎ +49 (0) 6196/96 98 407 | info@susumu.de

Drahtgebundene IC-Schnittstelle für vorausschauende Wartung (2)

Drahtgebundene Schnittstellen vereinfachen Design und Test von Lösungen für die vorausschauende Wartung. In Teil 1 in Ausgabe 3 wurden drei Lösungen vorgestellt, Teil 2 geht ins Detail.

RICHARD ANSLOW UND DARA O'SULLIVAN *



synchronisation aus. Bei großer Kabellänge erfährt das SCLK-Signal durch das Kabel eine Laufzeitverzögerung, die bei 100 m Kabel zwischen 400 und 500 ns liegt. Bei einem MOSI-Datentransfer werden MOSI und SCLK durch das Kabel gleichermaßen verzögert. Daten, die vom Slave-MISO an den Master übertragen werden, sind dadurch nicht mehr synchronisiert, da SCLK um das Doppelte der Kabellaufzeit verzögert wird. Der maximal mögliche Frequenzwert für das SPI-SCLK-Signal wird durch die Signallaufzeit im System festgelegt, in die neben der Kabellaufzeit auch die Signallaufzeiten in den Master- und Slave-Bauelementen eingehen.

Bild 1 verdeutlicht, wie die System-Signallaufzeit zu einer ungenauen Abtastung des SPI-MISO-Signals im SPI-Master führen kann. In einem System ohne RS-485/RS-422-Kabel wären die MISO-Daten und SCLK mit wenig oder gar keiner Verzögerung synchron. In einem System mit Kabel dagegen sind die MISO-Daten am SPI-Slave um eine Systemlaufzeit (in Bild 1 als tpd1 bezeichnet) gegenüber SCLK versetzt. Der Versatz der wieder beim Master eintreffenden MISO-Daten beträgt sogar zwei Signallaufzeiten (tpd2 in Bild 1). Die Rechtsverschiebung (Verzögerung) der Daten durch die Signallaufzeiten des Kabels und der Bauelemente hat eine ungenaue Datenabtastung zur Folge.

Um eine solche unpräzise MISO-Abtastung zu verhindern, kann man die Kabellänge verringern, die Frequenz des SCLK-Signals reduzieren oder im Master-Controller ein Kompensationsschema für SCLK (Takt-Phasenverschiebung) implementieren. Theoretisch sollte die System-Signallaufzeit weniger als 50 % der SCLK-Taktperiode ausmachen, um eine fehlerfreie Kommunikation zu ermöglichen. In der Praxis kann jedoch eine System-Signallaufzeit von 40 % der SCLK-Periode als allgemeine Regel angesetzt werden.

Ein Leitfaden für das Verhältnis zwischen SPI SCLK und Kabellänge für die beiden in

Ganz nah dran: Die Auswahl der richtigen Sensoren hat entscheidenden Einfluss auf die Zuverlässigkeit einer Fernwartungslösung für Industrie-4.0-Anwendungen.

Zu den gängigen Herausforderungen bei der Implementierung einer leitungsgebundenen Physical-Layer-Schnittstelle für MEMS-Bauelemente gehören der EMV-Aspekt und die Datenintegrität. Wenn eine taktsynchronisierte Schnittstelle wie SPI über lange RS-485/RS-422-Kabel erweitert werden soll und es zudem gewünscht ist, für Datenübertragung und Stromversorgung ein und dieselbe Twisted-Pair-Leitung zu nutzen

(Phantomspeisung), kommt eine ganze Reihe weiterer Herausforderungen hinzu. Dieser Artikel gibt Empfehlungen für das Design der Physical-Layer-Schnittstelle und setzt sich mit den folgenden Überlegungen auseinander: Management der Zeitsynchronisation im System, Empfehlungen zur Abwägung zwischen Datenrate und Kabellänge, Design und Simulation von Filtern für Architekturen mit gemeinsamer Stromversorgung und Datenübertragung, Performance-Abwägungen für die passiven Bauelemente bei Phantomspeisung, Spielraum für Batterieauswahl und Systemdesign und experimentelle Messungen.

Zeitsynchronisation und Kabellänge

Beim Design einer Verbindung zwischen SPI und RS-485/RS-422 wirken sich Kabel und Bauelemente auf die Takt- und Daten-



* Richard Anslow

... arbeitet als Applikationsingenieur im Geschäftsbereich Automation & Energy Business bei Analog Devices in Limerick / Irland.



Dara O'Sullivan

... arbeitet als Applikationsingenieur im Geschäftsbereich Automation & Energy Business bei Analog Devices in Limerick / Irland.

Teil 1 (EP 3/2020) vorgestellten SPI-auf-RS-485/RS-422-Designs ist in [1] beschrieben. Das nicht isolierte Design ist mit schnellen, EMV-robusten und kompakten RS-485/RS-422-Bauelementen von Analog Devices (ADM3066E und ADM4168E) bestückt, während im isolierten Design außerdem der iCoupler ADuM5401 mit isolierter Signal- und Stromversorgungs-Übertragung zum Einsatz kommt, welcher bei SPI-auf-RS-485/RS-422-Verbindungen für vermehrte EMV-Robustheit und Störimmunität sorgt. Das Design verursacht allerdings eine Verlängerung der System-Signallaufzeit, was die Eignung für höhere SCLK-Frequenzen einschränkt. Bei langen Kabeln von mehr als 30 m wird die Isolation dringend empfohlen, um gegen Masseschleifen und EMV-Phänomene wie elektrostatische Entladungen, elektrisch schnelle Transienten und hohe Spannungsspitzen gewappnet zu sein, die in das Kabel einkoppeln können. Sobald die Kabellänge Werte von 30 m und mehr erreicht, gleicht sich das Verhältnis zwischen SPI SCLK und Kabellänge des isolierten und des nicht isolierten Designs mehr und mehr an.

Phantomspeisung und Hochpassfilter

Bei der Phantomspeisung erfolgen Datenübertragung und Stromversorgung über dasselbe Twisted-Pair-Kabel, sodass nur ein einziges Kabel für die Verbindung zwischen Master und Slave benötigt wird. Als weiterer Vorteil kommt bei platzbeschränkten Edge-Sensorknoten hinzu, dass für Daten und Stromversorgung auch nur ein Steckverbinder erforderlich ist.

Die Separierung von Stromversorgung und Daten auf einem Twisted-Pair-Kabel erfolgt wie in Bild 2 gezeigt mit einem LC-Netzwerk. Das hochfrequente Datensignal gelangt durch die Serienkondensatoren, die den RS-485/RS-422-Transceiver auch vor den DC-Busspannungen schützen, in die Datenleitungen (Bild 2a). Wie man in Bild 2 sieht, ist die Stromversorgung im Master-Controller über eine Induktivität mit einer Datenleitung verbunden. Die 4 V DC betragende Versorgungsspannung verleiht dem AC-Datenbus eine Vorspannung (Bild 2b). Bild 2c wiederum zeigt den Stromweg I_{PWR} zwischen Master und Slave, wobei der CBM-Slave-Sensorknoten am anderen Ende des Kabels die Stromversorgung ebenfalls über eine Induktivität aus dem Kabel entnimmt.

Für diesen Artikel soll davon ausgegangen werden, dass das LC-Netzwerk für die Phantomspeisung an zwei Kabel angeschlossen wird, die der Umsetzung des SPI-MISO-Signals auf RS-485/RS-422 dienen. Bild 3 gibt

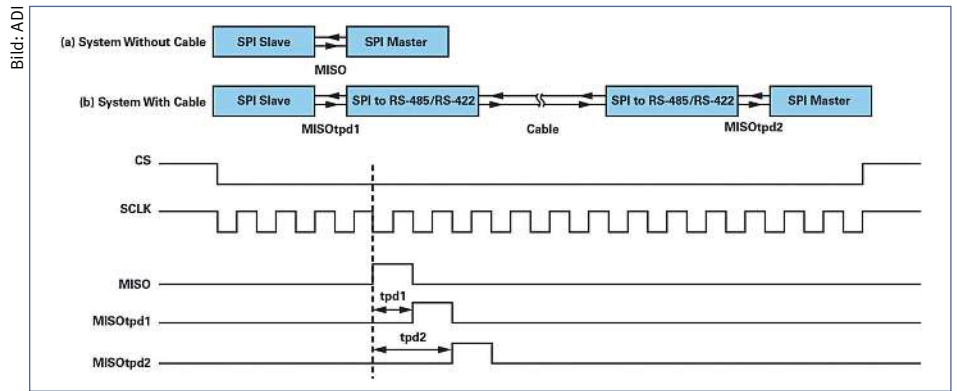


Bild 1: Synchronisation von MISO-Daten und SCLK in Systemen mit bzw. ohne RS-485/RS-422-Kabel.

das Design von Master und Slave für die SPI-auf-RS-485/RS-422-Lösung sowie die Filterschaltung der SPI-MISO-Datenleitung für die Phantomspeisung wieder. Die Filterschaltung hat Hochpass-Charakteristik und setzt somit voraus, dass die übertragenen Signale keinen Informationsgehalt haben.

Der in Bild 4 dargestellte Tiefpassfilter zweiter Ordnung ist eine vereinfachte Version der Schaltung aus Bild 3. Die Ausgangsspannung am sendenden RS-485/RS-422-Baustein trägt die Bezeichnung VTX, und die Ausgangsimpedanz (R_1) beträgt 15 Ω . R_2 (30 Ω) ist eine Standard-Eingangsimpedanz

für den empfangenden RS-485/RS-422-Baustein. Die L- und C-Werte können gemäß der gewünschten System-Datenrate angesetzt werden.

Bei der Festlegung der L- und C-Werte müssen der maximale Einbruch (Droop) der RS-485/RS-422-Busspannung und die Droop-Zeit berücksichtigt werden (siehe Bild 5). Es gibt Standards wie etwa Single Twisted-Pair Ethernet [2], bei denen bestimmte maximale Droops und Droop-Zeiten vorgegeben sind (siehe Bild 5a). Bei einigen Systemen können der Droop-Wert und die Droop-Zeit größer sein und durch den Polaritätswechselpunkt begrenzt sein (siehe Bild 5b).

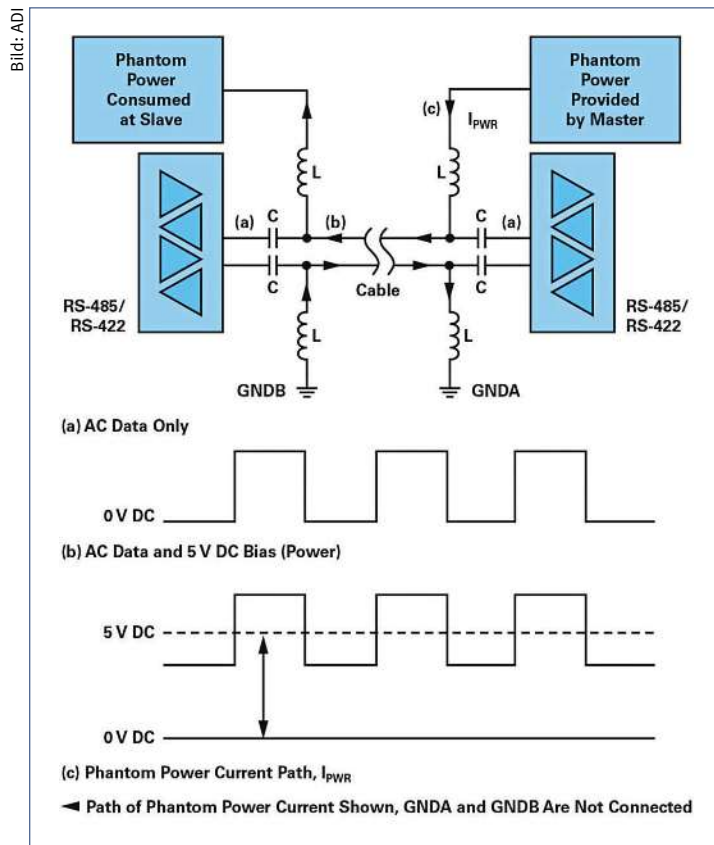


Bild 2: Physische Implementierung, AC- und DC-Pegel bei Phantomspeisung.

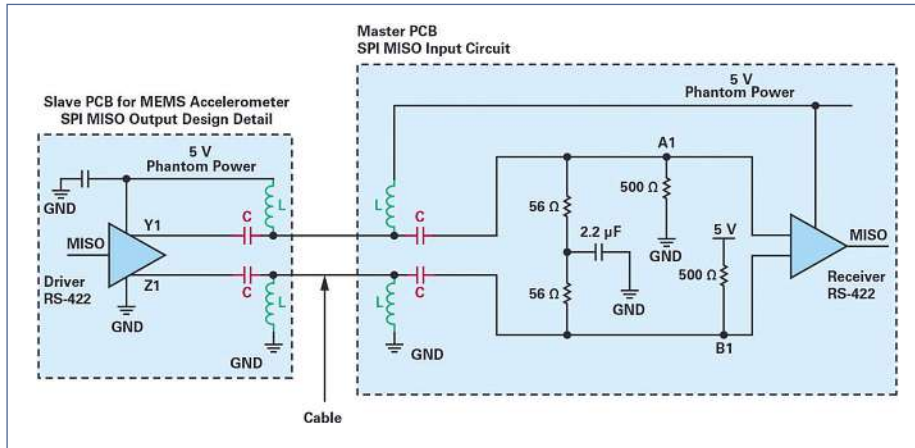


Bild 3: Design und Phantomspeisungs-Filtererschaltung der SPI-auf-RS-485/RS-422-Lösung.

Spannungseinbruch (Droop) und Droop-Zeit können zusammen mit einer Simulation von Bild 4 genutzt werden, um die Hochpass-Frequenz des jeweiligen Systems zu bestimmen. Für ein gut bedämpftes System gibt Gleichung 1 den Zusammenhang zwischen der Cutoff-Frequenz des Hochpassfilters und den Droop-Anforderungen an [3].

Versieht man ein SPI-auf-RS-485/RS-422-System mit Phantomspeisung, wird die minimal mögliche Frequenz des SPI SCLK-Takts zwangsläufig durch die Filterbauteile der Phantomspeisung begrenzt.

Um eine zuverlässige Kommunikation ohne Bitfehler zu erreichen, muss man den minimalen SPI SCLK-Wert unter Worst-Case-Bedingungen betrachten, wenn beispielsweise alle abgetasteten SPI-MISO-Bits High-Status haben, wie in Bild 6 illustriert. In diesem Fall nämlich ist die Bitrate geringer als die SPI SCLK-Frequenz des Systems. Hat beispielsweise SCLK eine Frequenz von 2 MHz und haben alle 16 Bits High-Status, sieht das LC-Filternetzwerk der Phantomspeisung eine äquivalente SPI-MISO-Bitrate von nur 125 kHz.

Wie im Abschnitt „Zeitsynchronisation und Kabellänge“ erwähnt, erfordern längere Kabel niedrigere SCLK-Frequenzen, jedoch kann diese Frequenz wegen der Phantomspeisung nicht beliebig verkleinert werden. Um diese konträren Forderungen miteinander in Einklang zu bringen, ist eine sorgfältige Auswahl und Charakterisierung der passiven Filterkomponenten, insbesondere aber der Induktivitäten erforderlich.

Auswahl der passiven Bauelemente

Bei der Wahl einer geeigneten Leistungsspule müssen verschiedene Parameter berücksichtigt werden. Benötigt werden hinreichende Werte für die Induktivität und den

Nenn- und Sättigungsstrom, und auch die Eigenresonanzfrequenz, der Gleichstromwiderstand und die Abmessungen müssen passen.

Der Nennstrom muss mindestens so groß sein wie der Gesamt-Strombedarf des ferngespeisten MEMS-Sensorknotens, während der Sättigungsstrom sogar deutlich größer sein muss.

Die Spule stellt für AC-Datensignale oberhalb ihrer Eigenresonanzfrequenz keine nennenswerte Impedanz dar und besitzt von einem bestimmten Punkt an sogar eine kapazitive Impedanzcharakteristik. Die Eigenresonanzfrequenz der gewählten Spule setzt der maximalen SCLK-Frequenz, die in der SPI-auf-RS-485/RS-422-Lösung eingesetzt werden kann, eine bestimmte Obergrenze. Bei der Verwendung langer Kabel wird die Eigenresonanzfrequenz der Spule unter Umständen gar nicht erreicht. Zum Beispiel ist das Erreichen einer SCLK-Rate von 11 MHz (dies ist der SRF-Wert der Spule vom Typ 744043101) bei 10 m Kabellänge vielleicht gar nicht möglich. In anderen Fällen kann bei Verwendung langer Kabel der SRF-Wert der Spule bei niedrigen SCLK-Raten von 2,4 MHz oder 1,2 MHz erreicht werden. Wie schon erwähnt, legt in einem Filternetzwerk für Phantomspeisung eine Spule auch eine bestimmte Untergrenze für die SCLK-Rate fest.

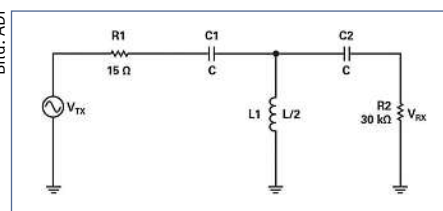


Bild 4: Hochpassfilter zweiter Ordnung für den RS-422-Sende- und den RS-485/RS-422-Empfangsdatenpfad.

Während es Spulen mit größeren Induktivitätswerten mit den Maßen 12,7 mm x 12,7 mm gibt, werden kleinere Induktivitätswerte in 4,8 mm x 4,8 mm großen Gehäusen angeboten.

Das Abwägen zwischen den konträren Anforderungen zur Minimierung der Spulenabmessungen infolge mechanischer Restriktionen (Windungszahl) ist eine durchaus anspruchsvolle Aufgabe.

Die Restriktionen bei der Auswahl eines geeigneten DC-Sperrkondensators beschränken sich auf die kurzzeitige Überspannung und die zulässige Gleichspannung. Letztere muss größer sein als die maximale Busspannung (siehe Bild 2). Kommt es zu einem Kurzschluss im Kabel oder in einem Steckverbinder, gibt es ein Ungleichgewicht zwischen den Spulenströmen, das durch die Abschlusswiderstände dissipiert werden muss. DC-Sperrkondensatoren müssen für den Kurzschlussfall für die maximalen Spitzenspannungen ausgelegt werden. In Systemen mit geringerer Leistung und mit Spulen-Sättigungsströmen von etwa 1 A sollte der DC-Sperrkondensator für mindestens 50 V DC dimensioniert werden [4].

Designfenster und Auswahl der Bauelemente

Bei der Erweiterung einer taktsynchronisierten Schnittstelle wie SPI über lange RS-485/RS-422-Kabel sowie der Führung von Stromversorgung und Datenübertragung über ein einziges Twisted-Pair-Kabel ergeben sich die in Bild 7 zusammengefassten Design-Restriktionen, die Thema dieses Artikels sind. Die geringstmögliche SCLK-Frequenz wird durch die Filterkomponenten der Phantomspeisung festgelegt, die eine Hochpassfilterung der Daten auf der SPI-Datenleitung bewirken. Die maximal mögliche SCLK-Frequenz dagegen wird entweder durch die Eigenresonanzfrequenz (SRF) der Leistungsspule in der Phantomspeisung oder durch die System-Signallaufzeit bestimmt (maßgeblich ist der geringere Wert).

Induktivitäts- und Kapazitätswerte sowie der entsprechende minimale SPI SCLK-Wert werden nachfolgend anhand einer Beispielrechnung demonstriert. SPI SCLK-Wert wird durch die Simulation von Bild 4 und unter Heranziehung von Bild 5 ermittelt. Dies erfolgt unter der Annahme, das VDROOP 99 % von VPEAK beträgt. Dieser minimale SCLK-Wert berücksichtigt auch den in Bild 6 illustrierten ungünstigsten Fall, dass alle Bits im Daten-Burst High-Status haben. Der maximale SCLK-Wert wird entweder durch die System-Signallaufzeit oder den SRF-Wert der Spule festgelegt.

Berechnung der maximalen SCLK-Frequenz: Angabe der erforderlichen Kabellänge für das System. Für dieses Beispiel soll das RS-485/RS-422-Kabel eine Länge von 10 m haben. Ermittlung des maximal möglichen SPI SCLK-Werts für das System mithilfe von Bild 2. Bei 10 m Kabellänge ergibt sich ein Wert von etwa 2,6 MHz. Eine Minderung dieses Werts um 10 % dient zur Berücksichtigung von Toleranzen der L- und C-Bauelemente und resultiert in einer SCLK-Frequenz von 2,3 MHz. Darüber hinaus kann der SRF-Wert der gewählten Spule der SCLK-Frequenz eine Obergrenze auferlegen.

Berechnung der minimalen SCLK-Frequenz: Zugrunde gelegt sei ein SPI-Protokoll, bei dem alle Bits auf der MISO-Leitung High-Status haben. Im vorliegenden Beispiel soll von einem 16-Bit-SPI-Protokoll ausgegangen werden, in dem 16 Bits an MISO-Daten während 32 Zustandswechseln von SCLK abgetastet werden sollen. Haben alle 16 Bits High-Status, ergibt sich eine effektive Bitrate von 2,3 MHz / 32 = 72 kHz.

Mit Bild 4 und einer 72-kHz-Rechteckwelle an VTG lässt sich der Spannungsverlauf am entgegengesetzten Kabelende für verschiedene L- und C-Werte simulieren. Mit zunehmender Kabellänge werden der Induktivitätswert und die Gehäusemaße der Spule größer, und auch der Kapazitätswert steigt.

Die Wahl der L- und C-Werte ist subjektiv und richtet sich wie in Bild 5 beschrieben nach den gewünschten Droop-Einstellungen. In diesem Beispiel sei angenommen, dass VDROOP 99% von VPEAK ausmacht. Ein TDROOP-Wert von 6 bis 7 µs entspricht SCLK-Frequenzen zwischen 2,3 MHz und 2,6 MHz. Bei der Wahl einer Spule mit 100 µH (744043101) liegt eine SCLK-Frequenz von 2,6 MHz unter der Eigenresonanzfrequenz der Spule von 11 MHz.

Die kleinste Leiterplattenfläche erhält man mit Spulen von 100 µH und mit 3,3-µF-Kondensatoren. Wird stattdessen auf größere Spulen mit 1000 oder 2200 µH gesetzt, kann sich der Flächenbedarf der Bauelemente auf der Leiterplatte um den Faktor drei erhöhen. Die theoretische maximale SCLK-Frequenz wird durch die Eigenresonanzfrequenz der Spule bestimmt, was in der Praxis unter Umständen nicht möglich ist (z.B. ein Wert von 11 MHz bei Verwendung der Spule 744043101 mit 100 µH in einem System ohne Taktkompensation). Kommen größere Spulen (2200 µH) zum Einsatz, sind im Netzwerk zusätzliche Kapazitäten und Widerstände nötig, um die Resonanzen des Systems zu dämpfen. Die in Bild 9 blau dargestellten zusätzlichen Bauelemente sind RDAMP (1 kΩ) und CDAMP (47 µF).

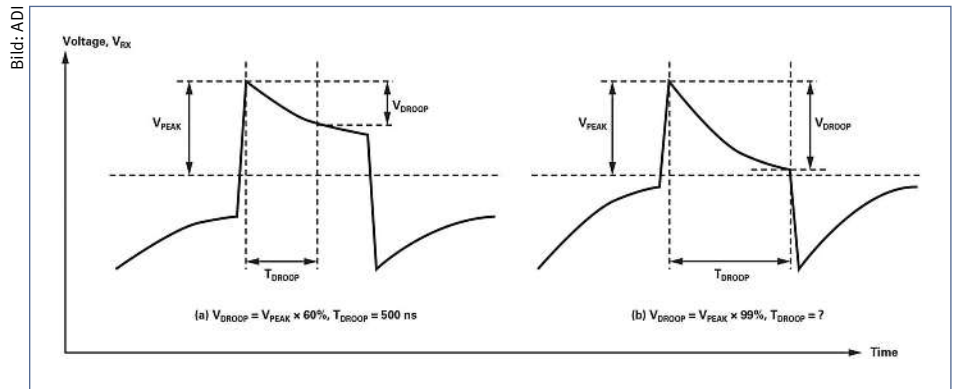


Bild 5: Spannungseinbruch (Droop) und Droop-Zeit am RS-422-Empfänger.

Versuchsaufbau: In Bild 9 ist die Evaluierungs-Plattform von Analog Devices für leistungsgeladene CBM-Systeme zu sehen (nachfolgend als „Pioneer 1“ bezeichnet). Das System nutzt die im ersten Teil dieses Artikels beschriebenen SPI-auf-RS-485/RS-422-Designs. Außerdem kommt in Pioneer 1 der breitbandige, rauscharme Drei-Achsen-MEMS-Beschleunigungssensor ADcmXL3021 zum Einsatz, der hohe Leistungsfähigkeit mit einer Vielzahl von Signalverarbeitungsfunktionen kombiniert, um die Entwicklung intelligenter Sensorknoten in CBM-Systemen zu vereinfachen.

Der SPI-auf-RS-485/RS-422-Slave führt den SPI-Ausgang des ADcmXL3021 über eine Strecke von 10 m an den Master Controller weiter, in dem die Analyse der Vibrationsdaten erfolgt. Die SPI-auf-RS485-Designs nutzen die Phantomspeisung mit Spulen von 100 µH und Kondensatoren von 3,3 µF, um die 26 mm x 28 mm (ohne Steckverbinder) betragenden Abmessungen der Slave-Schnittstellenlösungen zu minimieren.

AC-Signalverläufe auf den Phantomspeisungs-Leitungen

Bild 10 gibt die am SPI-Master und -Slave sowie am differentiellen Spannungs-Bus der RS-485/RS-422-Leitung gemessenen Spannungen wieder. Die Messung erfolgte mit der in Bild 9 gezeigten Anordnung. Die analogen Signale 1 (gelb) und 2 (blau) sind die differentiellen Busspannung, die dem MISO-Signal (violett), gemessen am Ausgang des SPI-Slave, entspricht. Das digitale Signal 4 (gelb) gibt das MISO-Signal, abgetastet am Master-Controller, wieder. Das MISO-Signal am SPI-Master entspricht in seiner Polarität und Phase dem MISO-Signal am SPI-Slave (von einer geringen Signallaufzeit abgesehen).

Bild 11 illustriert die normalen Betriebsarten des ADcmXL3021, darunter ein SPI-Protokoll, das 16-Bit-Datenbursts auf MISO absendet, gefolgt von einer Stall-Periode (min-

destens 16 µs) und einem weiteren 16-Bit-Datenburst.

In einem Phantomspeisungs-Netzwerk mit 100-µH-Spulen und 3,3-µF-Kondensatoren gilt: Am End of Frame (EOF) geht die Spannung auf dem RS-485/RS-422-Bus auf einen konstanten DC-Wert zurück. Die konstante DC-Spannung während der Stall-Periode muss eine differenzielle Spannung zwischen B und A der RS-422-Leitung von mehr als 500 mV sein, die dem hochohmigen Zustand auf dem MISO-Pin des ADcmXL3021 entspricht und außerdem einen logischen 0-Zustand am Ausgang des Transceivers ADM4168E gewährleistet. Diese Korrektheit des Idle-Zustands wird gewährleistet, wenn die 500-Ω-Widerstände aus der Filterschaltung in Bild 3 verwendet werden. Beim nächsten Start of Frame (SOF) erfolgt dann ordnungsgemäß ein Übergang von Low auf High oder ein Halten auf Low (abhängig vom MISO-Datenausgang des ADcmXL3021).

Die Stall-Periode mit einem statischen Zustand des RS-485/RS-422-Busses ist nicht auf die Flanken des SPI SCLK-Signals ausgerichtet, sodass stochastisches Rauschen in dieser Zeitperiode keinen Einfluss auf die Abtastung der SPI-MISO-Daten hat.

In einem Phantomspeisungs-Netzwerk mit 1000-µH-Spulen und 4,7-µF-Kondensatoren gilt dagegen: Beim EOF, in der Stall-Periode und beim SOF wird dem MISO-Datenausgang des ADcmXL3021 gefolgt, und die Busspannung geht in der Stall-Periode nicht auf den Mindestwert im statischen Zustand von 500 mV zurück. Die Spannung kann zwar in gewissem Umfang zurückgehen, aber eben nicht auf 500 mV.

Den vollständigen Artikel mit allen Bildern und den Literaturhinweisen sowie Hinweisen, wie Sie eine leistungsgeladene Implementierung evaluieren, finden Sie auf elektronikpraxis.de.

// KR

Analog Devices

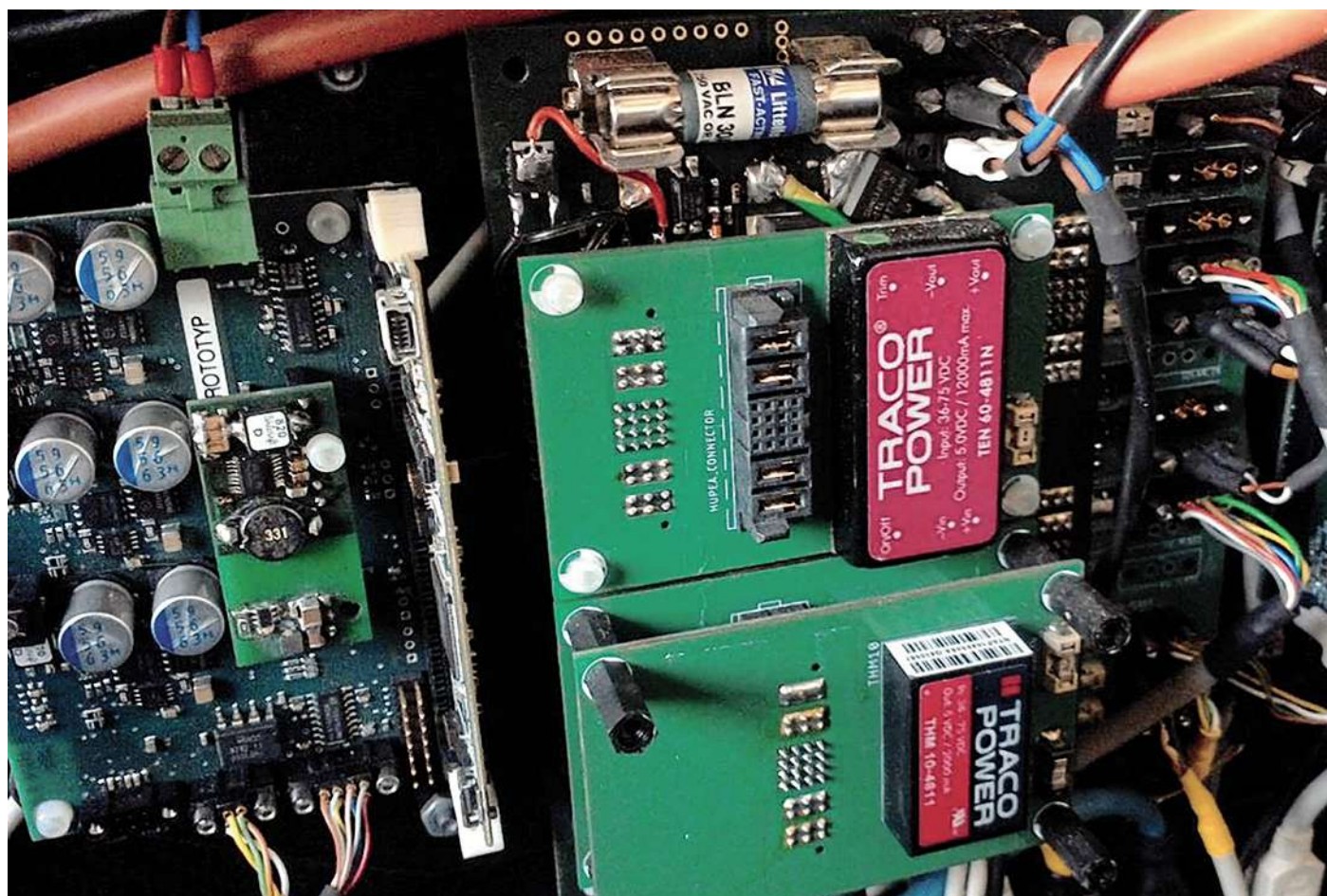


Bild: TRACO Power

Stromversorgungen für IoT-Anwendungen: sollten im Standby-Modus nur einen extrem geringen Stromverbrauch haben.

Industrielle IoT-Anwendungen mit Strom versorgen – aber richtig

Die Nachfrage nach professionellen IoT-Anwendungen für industrielle Umgebungen hat rapide zugenommen. Aber bei der Auswahl der passenden Stromversorgungen sind einige Aspekte zu beachten.

FLORIAN HAAS *

Neuere Ideen und möglichen Geschäftsmodellen auf der Basis von sich kontinuierlich weiterentwickelnden Technologien und Lösungen für das Internet der Dinge (IoT, Internet of Things) scheinen keine Grenzen gesetzt zu sein und die Nach-

frage nach professionellen IoT-Anwendungen für industrielle Umgebungen hat deutlich zugenommen.

Allgemeine Eigenschaften umfassen die Fähigkeit zur Nutzung von verteilter Intelligenz durch die Verbindung verschiedener Sensoren und Aktoren mit einer dezentralisierten Steuerung. Die Fähigkeit, sie mit „Intelligenz“ auszustatten, rührt daher, dass diese Sensoren und Aktoren Daten erfassen und weitergeben können und so konzipiert sind, dass sie intelligent verwaltet werden

können. Der Markt für industrielle IoT-Anwendungen wird aufgrund von immer mehr Anwendungsmöglichkeiten in Bereichen wie häusliche Krankenpflege, Infrastruktur, Versorgungsunternehmen, Heimautomatisierung und Smart Homes, Fahrzeugbau, Mobilität und mehr weiter wachsen. Diese professionellen IoT-Trends werden zweifelsohne auch die Miniaturisierung, die Mobilität, die Widerstandsfähigkeit, den Wirkungsgrad und die Vernetzung elektronischer Geräte umfassen.



* Florian Haas
... ist Director of Marketing bei der TRACO Power Group und schreibt für die ArticleLibrary von Digi-Key.

Sicherheitsrelevante industrielle IoT-Anwendungen unterliegen strengen regulatorischen Vorgaben, die sowohl für den Entwickler als auch für die verwendeten Komponenten gelten. Für die Entwickler von industriellen IoT-Anwendungen stellt dies eine enorme Herausforderung dar. Die Verwendung zertifizierter, zuverlässiger und langfristig verfügbarer Elektronikkomponenten ist sehr wichtig, da sie häufig in sicherheits- und funktionskritischen Anwendungen zum Einsatz kommen. Die professionelle Unterstützung seitens der Komponentenhersteller spielt eine überaus wichtige Rolle.

Bild: TRACO Power



Hutschienennetzteile:

Die TBLC-Serie von TRACO Power ist mit Leistungen von 6 bis 90 W für die Heim- und Gebäudeautomatisierung verfügbar. Die wichtigsten Merkmale sind hoher Wirkungsgrad und geringer Standby-Verbrauch, Einhaltung des ECO-Standards; Zulassung gemäß UL 1310 Klasse II und UL-508-gelistet, konform mit NEC Klasse 2 und IEC/EN 60335-1 für Haushaltsgeräte, Zuverlässigkeit von einer berechneten MTBF >1,9 Mio. Stunden.

AC- oder DC-Eingang für professionelle IoT-Geräte

Auswahl und Strategie für das in professionellen IoT-Geräten verwendete Leistungsmodul stellen ohne Zweifel eine wichtige Entscheidung für das Gesamtsystem bzw. das Produkt dar. Miniaturisierung, niedriger Stromverbrauch, Größe und ein hoher Wirkungsgrad spielen eine immer wichtigere Rolle für diese Produkte.

Vermutlich sind Halbleiter diejenigen Komponenten, die den höchsten Innovationsgrad bieten. Eine zweite Schlüsseltechnologie, die es wert ist, erwähnt zu werden, sind die Komponenten für die Stromumwandlung und die Isolation. Hier muss für die Produkte zwischen einem AC- oder DC-Eingang gewählt werden. Da es sich hierbei häufig um batteriebetriebene IoT-Systeme handelt, die sich die meiste Zeit über im Standby-Modus und nur kurzzeitig im Aktivmodus befinden, müssen die integrierten DC/DC-Wandler außerdem einen großen Lastbereich mit hohem Wirkungsgrad abdecken.

An Sicherheit und gesetzliche Bestimmungen denken

Für die Entwicklung, Zertifizierung und Vermarktung solcher professioneller IoT-Geräte müssen nicht nur technische Produktmerkmale berücksichtigt werden. Wenn diese professionellen IoT-Geräte zertifiziert und verkauft werden sollen, müssen sie vollumfänglich den zunehmend strengeren Vorschriften im Rahmen von weltweit harmonisierten Standards und Richtlinien entsprechen, die die Entwickler elektrischer IoT-Geräte vor eine große Herausforderung stellen. Wenn kritische Anwendungen wie etwa in der Medizintechnik IoT-Funktionen erfordern, müssen die Elektronikkomponenten so konzipiert sein, dass sie entsprechend verwendet werden können und den branchenspezifischen Vorschriften entsprechen. Nehmen Sie als Beispiel ein für medizinische

Geräte zugelassenes, drahtloses, batteriebetriebenes Bedienfeld mit Zugriff auf die Patientenakte über das Internet. Drahtlos mit diesem Bedienfeld verbunden ist ein weiteres Gerät, das mit dem Patienten in Kontakt kommen kann (z.B. ein Gerät zur Blutdrucküberwachung). Zu den wichtigsten sicherheitsbezogenen Bedenken in Bezug auf medizinische Geräte gehört, dass Patienten häufig elektrisch mit einem bestimmten Teil des Geräts verbunden sind. Aus diesem Grund müssen die Spannungsversorgung und die DC/DC-Wandler dieser IoT-Anwendung sicherheitskritischen Vorschriften genügen, z.B. der BF-Compliance und den 2xMOPP-Standards in der dritten Fassung der IEC/EN 60601-1.

Weitere gute Beispiele sind industrielle IoT-Anwendungen für „intelligente“ Haustechnik und Gebäude. Ein hoher Wirkungsgrad und eine geringe Leistungsaufnahme im Leerlauf (ErP-kompatibel), geringe Größe, hohe Zuverlässigkeit und ein günstiger Preis sind wichtige Punkte für alle diese IoT-Anwendungen zur Heim- und Gebäudeautomatisierung. Gleiches gilt für die immer größer werdende Anzahl an Compliance-Anforderungen und Standards einschließlich IEC/EN 60335-1.

Sorgfältige Planung der gesamten Lieferkette

Wir wissen, dass hohe Zuverlässigkeit, Qualität, lange Lebensdauer, Zertifizierungen und – zu guter Letzt – nahtlose Verfolgbarkeit wichtiger elektronischer Komponenten für neue Technologien in sicherheits- und funktionskritischen Anwendungen äußerst wichtig sind.

Hersteller benötigen immer häufiger Hilfsmittel, die in der Automobilindustrie seit Jahren etabliert sind und perfektioniert wurden, z.B. Fehlerquellenanalysen, Korrekturmaßnahmen, 8D-Berichte, DFMEA, PFMEA,

Gesamtqualitätsmanagement und kontinuierliche Verbesserungen.

Heutzutage muss die Gesamtqualität bereits in der absoluten Frühphase beinahe jeder Entwicklung berücksichtigt werden. Hierfür muss ein Entwickler mehr leisten, als lediglich eine funktionierende Lösung bereitzustellen. Während ein Mobiltelefon früher lediglich ein hilfreicher Begleiter war, müssen wir uns heutzutage zunehmend mit Redundanzen durch andere Funktionen befassen. Bargeldloses Bezahlen, Kamera, Adressbuch und Abonnements, alles das ist in das Smartphone integriert. Smartphones sind in der heutigen Zeit daher ein wichtiger Bestandteil des alltäglichen Lebens. Der Produktentwickler ist in einem sehr viel höheren Maße für die Qualität seiner Entwicklung verantwortlich, als dies noch vor 10 Jahren der Fall war. Dieser Trend setzt sich nicht nur fort, sondern wird sich noch weiter beschleunigen. Des Weiteren sollten die Hersteller die digitale Transformation bei den einzelnen Komponenten und Vertriebskanälen als eine überaus bedeutende Entwicklung betrachten. Durch die Erfassung, Analyse und Verarbeitung relevanter Daten kann eine schnelle, zuverlässige und wirtschaftliche Verfügbarkeit der Komponenten zu einer höheren Produktivität am Kundenstandort beitragen.

Zusammenfassend heißt das, dass die Komponenten in IoT-Anwendungen für kritische Anwendungsbereiche – z.B. die Medizintechnik, die Gebäudeautomation oder den Bereich der Mobilität – nicht nur einen hohen Wirkungsgrad, eine geringe Größe und einen extrem niedrigen Stromverbrauch im Standby-Modus haben müssen, sondern außerdem über Jahrzehnte hinweg verfügbar, verfolgbar und vollumfänglich mit den einschlägigen Standards und Vorschriften konform sein müssen.

// TK

Digi-Key

Lithium-Ionen-Akkus für sichere DC-USV-Systeme im Vergleich

Lithium-Eisen-Phosphat-Akkus sind im Vergleich zu anderen Zellen unempfindlicher gegenüber Hitze und Kälte. Eine Einordnung der Lithium-Ionen-Batterien für USV-Systeme liefert dieser Beitrag.

APOSTOLOS BALTOS UND JOCHEN KESSENS *

Sicher und langlebig:

Das modulare DC-USV-System Bicker UPSI-2412 mit LiFePO₄-Batteriepacks schützt DC-Verbraucher zuverlässig vor Stromausfall, Spannungseinbrüchen und Flicker.



Bild: Bicker

USV-Systeme sinnvoll erscheint und welche Vor- und Nachteile die unterschiedlichen Materialkombinationen aufweisen. Diese und weitere Fragestellungen beantwortet der vorliegende Beitrag und bietet

Systementwicklern Entscheidungshilfen bei der Auswahl eines passenden Lithium-Ionen-Energiespeichers für unterbrechungs-freie Stromversorgungen.

Lithium-Ionen-Batterien – kompakt und leistungsfähig

Zur Energieversorgung von DC-USV-Systemen für längere Überbrückungszeiten (bis zu mehrere Stunden) kommen je nach Leistungsbedarf der Applikation meist Energiespeicher auf Blei- oder Lithium-Basis mit hoher Kapazität zum Einsatz. Als Nachfolger der herkömmlichen Blei-Schwefelsäure-Batteriechemie hat sich die Lithium-Ionen-Batterie durchgesetzt. Zwar sind diese Energiespeicher in der Anschaffung teurer als klassische Blei-Gel-Batterien, jedoch lassen sich mit Lithium-Ionen-Batterien (Li-Ion)

besonders hohe Energiedichten mit einer Platz- und Gewichtseinsparung von bis zu 75% realisieren.

Lithium ist das leichteste Metall des Periodensystems und besitzt gleichzeitig ideale elektrochemische Eigenschaften für die Realisierung hoher spezifischer Energiedichten (Wh/kg). Ebenfalls vielfach größer als bei Blei-Gel-Batterien ist die Anzahl der Ladezyklen, die realisierbare Entladetiefe DoD (Depth of Discharge) sowie die Lebensdauer.

Neben zahlreichen weiteren Materialkombinationen haben sich unter anderem drei Kathodenmaterialien für Energiespeicher etabliert. Im Bereich der Eisenphosphate ist dies LiFePO₄ Lithium-Eisen-Phosphat (LFP), im Bereich der Lithium-Metalloxid-Verbindungen u.a. LiNiMnCoO₂ Lithium-Nickel-Mangan-Kobalt-Oxid (NMC) und LiCoO₂ Lithium-Kobalt-Oxid (LCO). Die verschiedenen Kathodenmaterialien entsprechender Lithium-Ionen-Batteriezellen bedingen neben unterschiedlichen Nennspannungen eine Vielzahl weiterer Eigenschaften wie die Netzdiagramme in Bild 1 zeigen.

Eine Lithium-Ionen-Zelle (Bild 2) besteht vereinfacht gesagt aus einer Kathode und einer Anode, umgeben von einer extrem reinen und wasserfreien Elektrolyt-Flüssigkeit, die für den optimalen Transport der Lithium-Ionen verantwortlich ist (bei einem festen Elektrolyt spricht man von Lithium-Polymer-Batterien).

Die Anode besteht aktuell meist aus Kohlenstoff (C) in Form von Graphit zur Einlagerung der Lithium-Ionen aus dem Aktivmaterial der Kathode. Der mikroporöse Separator, welcher nur für die Lithium-Ionen durchlässig ist, trennt die Kathode (mit Aluminiumelektrode) elektrisch von der Anode (mit Kupferelektrode). Die beiden Elektroden werden beim Ladevorgang über eine Spannungsquelle verbunden, welche einen externen Elektronenfluss von der Kathode zur Anode in Gang setzt. Mit der Entfernung von Elektronen aus den Kathodenmaterial-Ver-

Faktoren wie Baugröße, Leistungs- und Energiedichte, Temperaturbereich, Lebensdauer, Sicherheit sowie Initial- und Folgekosten spielen bei der Auswahl eines Energiespeichers eine wichtige Rolle. Im Wesentlichen sind folgende Energiespeicher für den Einsatz in DC-USV-Systemen relevant: Klassische Blei-Gel-Batterien, Reinblei-Zinn-Batterien (Cyclon-Zellen), Supercaps (Ultrakondensatoren), konventionelle Lithium-Ionen-Zellen (u.a. LCO und NMC) sowie Lithium-Eisen-Phosphat-Zellen (LiFePO₄).

Betrachtet man die verschiedenen Arten von Lithium-Ionen-Batterien, stellt sich die Frage, unter welchen Bedingungen die Verwendung dieser Batterietechnologie für DC-

* Apostolos Baltos und Jochen Kessens
... sind Designing Engineers bei der Bicker Elektronik GmbH.

bindungen beginnen sich die Lithium-Atome in der Kathode zu ionisieren. Die positiv geladenen Lithium-Ionen (Li^+) lösen sich aus dem Verbund des Kathodenmaterials und diffundieren nun durch den Separator zur negativen Anode, verbinden sich mit den Elektronen wieder zu neutralen Lithium-Atomen und lagern sich in der molekularen Graphit-Schichtstruktur der Anode ein ($\text{LiC}_6 \leftrightarrow \text{C}_6 + \text{Li}^+ + \text{e}^-$).

Beim Entladevorgang über einen angeschlossenen Verbraucher findet der Prozess der Elektronen- und Lithium-Ionen-Bewegung in umgekehrter Richtung statt und die durch den Ladevorgang aufgenommene Energie wird über den Entladestrom an den Verbraucher abgegeben.

Bei jedem Vollzyklus (Laden/Entladen) ist die Lithium-Ionen-Zelle chemischen, thermischen und mechanischen Belastungen (Ausdehnung) unterworfen, die eine Alterung der Zelle verursachen. Insbesondere das Laden mit hohen Strömen (Schnellladung) sowie bei tiefen Temperaturen kann zu Lithium-Plating an der Anode führen. Hierbei lagern sich die Lithium-Ionen nicht wie vorgesehen in die Graphit-Schichtstruktur der Anode ein, sondern werden an der Oberfläche der Graphitanode metallisch abgeschieden und führen so zu erheblichen Leistungseinbußen oder gar Kurzschlüssen innerhalb der Zelle.

Hohe Ladeschlussspannungen oder gar Überladung führt ebenfalls zu einer starken Wärmeentwicklung, Ausdehnung und Belastung der Lithium-Ionen-Zelle. Auf den Energiespeicher optimierte Lade- und Entladeprofile mit angepassten Ladeschlussspannungen und Entladetiefen (DoD) sowie der Einsatz eines Batterie-Management-Systems (BMS) schonen die Materialien der Lithium-Ionen-Zelle und sorgen für eine lange Lebensdauer. Hinsichtlich der Lagerung von Lithium-Ionen-Batterien sollten diese trotz der äußerst geringen Selbstentladung regelmäßig nachgeladen werden, um eine Tiefenentladung und die damit verbundene Destabilisierung der Zellchemie zu vermeiden.

Thermal Runaway bei Lithium-Ionen-Zellen

Bei der Auswahl eines Lithium-Ionen-Energiespeichers für DC-USV-Systeme empfiehlt sich ein genauer Blick auf das eingesetzte Kathodenmaterial, denn Lithium-Ionen-Technologie sorgt insbesondere in sicherheitstechnischer Hinsicht immer wieder für negative Schlagzeilen mit Bildern von brennenden Elektroautos oder schmelzenden Mobiltelefonen. Die hohe erzielbare Energiedichte aufgrund der elektrochemi-

schen Vorteile von Lithium birgt u.a. auch ein erhöhtes Brandrisiko, weshalb Lithium-Ionen-Batterien besonderen Transport- und Luftfrachtbestimmungen unterliegen.

Gerade bei Zellen mit chemisch und thermisch instabilem Kathodenmaterial wie Li-

Bild: Bicker

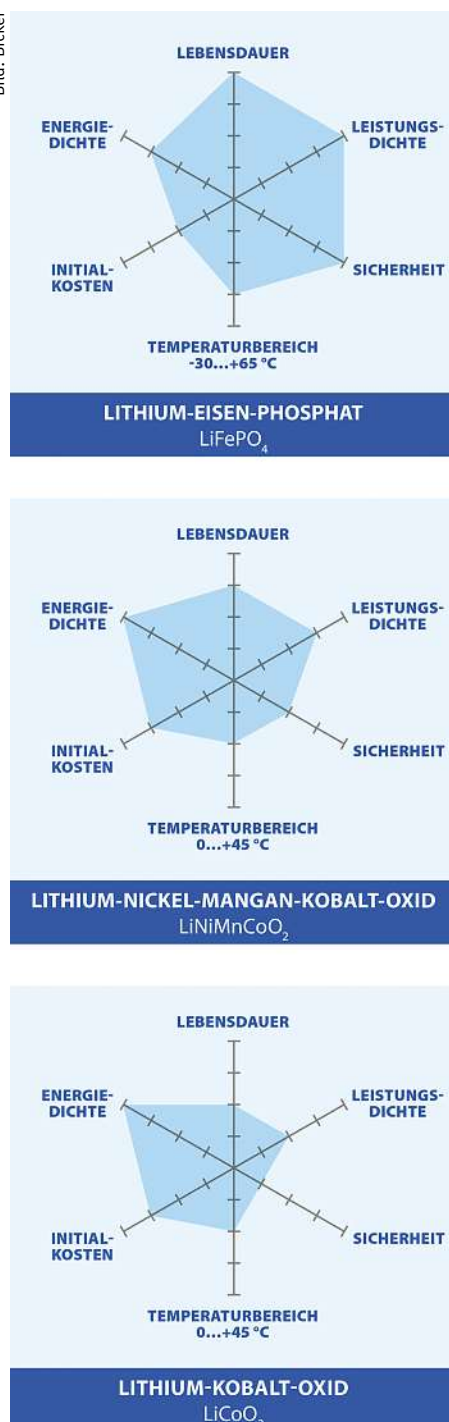


Bild 1: Lithium-Ionen-Energiespeicher im direkten Vergleich: LiFePO_4 Lithium-Eisen-Phosphat (LFP), LiNiMnCoO_2 Lithium-Nickel-Mangan-Kobalt-Oxid (NMC) und LiCoO_2 Lithium-Kobalt-Oxid (LCO). Die Eigenschaften basieren auf herstellerspezifischen Beispielen. Die jeweiligen Parameter im Netzdiagramm werden von innen nach außen besser.



2. bis 3. Juli 2020
Würzburg

Batteriepraxis Forum

Der Kongress vermittelt Knowhow für die richtige Auswahl und den Einsatz von Akkus und Batterien in der Praxis.

www.batterie-praxis.de

Eine Veranstaltung von **ELEKTRONIK PRAXIS**

einer Marke der **VOGEL COMMUNICATIONS GROUP**

Bild 2:
Schematischer Aufbau einer Lithium-Ionen-Zelle (stark vereinfacht).

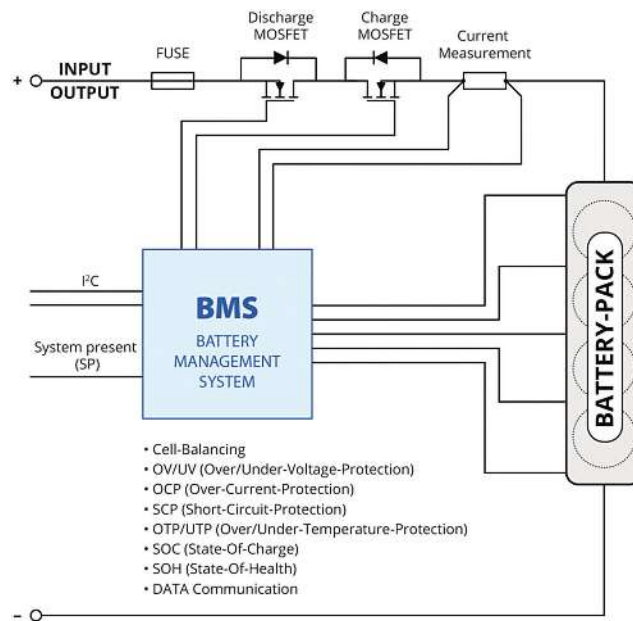
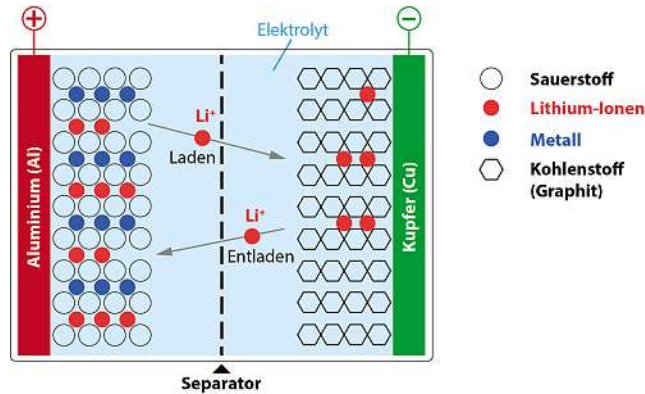


Bild 3:
Das Batterie-Management-System (BMS) steuert und überwacht den gesamten Lade- und Entladevorgang.

thium-Kobalt-Oxid (LCO) oder Lithium-Nickel-Mangan-Kobalt-Oxid (NMC) kann starke Wärmeentwicklung bei Überladung, ein interner oder externer Kurzschluss, mechanische Beschädigung, produktionsbedingte Verunreinigungen oder starke äußere Hitzeeinwirkung eine zellinterne exothermische chemische Reaktionen auslösen. Die freiwerdende Wärmeenergie erhöht die Reaktionsgeschwindigkeit der Zellchemie und lässt die zellinterne Temperatur weiter ansteigen. Dieser sich selbstbeschleunigende Prozess kann bei Überschreitung einer spezifischen Temperaturgrenze nicht mehr gestoppt werden. Diese Temperaturgrenze ist abhängig von der eingesetzten Zellchemie und beträgt beispielsweise 150 °C bei Lithium-Kobalt-Oxid (LCO). Es kommt zum Thermal Runaway (thermisches Durchgehen), was letztlich zum Brand oder zur Explosion der Zelle führen kann. Da der im Kathodenmaterial gebundene Sauerstoff in einem solchen Fall freigesetzt wird, ist ein derartiger Brand nur sehr

schwer zu löschen. Deshalb müssen Lithium-Ionen-Energiespeicher mit Schutzschaltungen gegen Übertemperatur (OTP), Überstrom (OCP), Überspannung (OVP) und Kurzschluss (SCP) ausgestattet sein sowie die direkte Einwirkung von Hitze und mechanische Beschädigungen der Zellen verhindert werden.

LiFePO₄ für sichere und langlebige Li-Ion-Technologie

Mit Lithium-Eisen-Phosphat (LiFePO₄) steht für das Kathodenmaterial eine stabile chemische Verbindung mit erhöhter Sicherheit zur Verfügung. Im Falle einer Überladung ist die entstehende Wärmeenergie wesentlich geringer als bei LCO/NMC-Zellen. Selbst beim Nageltest (interner Kurzschluss der Zelle durch Eindringen eines metallischen Körpers) ist ein thermisches Durchgehen der LiFePO₄-Zelle nahezu ausgeschlossen, da Lithium-Eisen-Phosphat im Fehlerfall nur wenig bis gar keinen Sauerstoff abgibt und die spezifische Temperatur für

einen Thermal Runaway mit 270 °C wesentlich höher liegt als bei anderen Kathodenmaterialien.

Insgesamt sind LiFePO₄-Zellen wesentlich unempfindlicher gegenüber Hitze und selbst der Einsatz bei Minus-Temperaturen ist möglich. Der Temperaturbereich handelsüblicher LiFePO₄-Zellen erstreckt sich hierbei von -30 bis 65 °C. Wobei der Arbeitstemperaturbereich für die LiFePO₄-Batteriepacks der BP-LFP-Serie von Bicker Elektronik bewusst auf -20 bis 55 °C spezifiziert wurde: Einerseits ist bei extremen Minustemperaturen keine praktikable Ladung der Zellen mehr möglich. Andererseits erreichen die Zellen innerhalb eines Batteriepacks im Normalbetrieb bei einer Umgebungstemperatur von 55 °C aufgrund der Eigenerwärmung bereits eine Zelltemperatur von 65 °C (und würden somit bei höheren Umgebungstemperaturen überlastet). Ein wichtiges Detail, welches man beim Produktvergleich von verschiedenen Zell- und Batteriepacks hinsichtlich der Temperaturangaben berücksichtigen sollte. Generell gilt in diesem Zusammenhang die RGT-Regel (Reaktionsgeschwindigkeit-Temperatur-Regel), welche besagt, dass sich die Reaktionsgeschwindigkeit einer chemischen Reaktion bei einer Temperaturerhöhung um 10 K mindestens verdoppelt. Übertragen auf Batteriezellen bedeutet dies vereinfacht formuliert, dass sich bei einer Temperaturerhöhung von 10 K die Lebensdauer der Komponenten halbiert. Deshalb sollten Systementwickler frühzeitig der Analyse und Optimierung des Temperatur- und Wärmemanagements einer Applikation besonderes Augenmerk schenken.

Geringere Energiedichte, aber höhere Zyklenfestigkeit

Aufgrund der etwas niedrigeren Zellspannung von 3,2 V ist die Energiedichte von Lithium-Eisen-Phosphat-Zellen zwar nicht ganz so hoch wie bei NMC/LCO-Zellen, jedoch wird dieser vermeintliche Nachteil bereits nach kurzer Einsatzdauer durch eine rund zehnfach höhere Zyklenfestigkeit (>3000 Lade- und Entladezyklen bei 80% der Anfangskapazität) mehr als ausgeglichen. NMC/LCO-Zellen altern zyklisch wesentlich schneller und weisen bereits nach etwa 300 Zyklen nur noch 80% der Anfangskapazität auf. Dahingehend relativieren sich die etwas höheren Initialkosten beim Einsatz von Lithium-Eisen-Phosphat.

Darüber hinaus verfügen Lithium-Eisen-Phosphat-Energiespeicher im direkten Vergleich zu anderen Lithium-Ionen-Batterien über eine höhere Leistungsdichte, was hohe Lade- und Entladeströme sowie eine erhöh-

te Impulsbelastbarkeit ermöglicht. Nicht zuletzt leistet Lithium-Eisen-Phosphat-Batterietechnologie durch den Verzicht auf giftige Schwermetalle wie Nickel oder dem seltenen Rohstoff Kobalt einen aktiven Beitrag zum Schutz von Mensch und Umwelt.

All diese Vorteile empfehlen Lithium-Eisen-Phosphat-Batteriezellen als sichere und besonders langlebige Energiespeicher für DC-USV-Systeme. Ausgestattet mit einem Hochleistungs-BMS entwickelte Bicker entsprechende LiFePO₄-Energiespeicher-Lösungen sowohl als geschrumpfte Batteriepacks BP-LFP als auch in einer DIN-Rail-Gehäusevariante BP-LFP-D. Zudem kommen die robusten LiFePO₄-Batteriepacks auch in der integrierten Outdoor-USV-Lösung UPSI-IP mit geschlossenem Aluminiumgehäuse und IP67-Schutz für extreme Umgebungsbedingungen zum Einsatz.

Ohne Batterie-Management-System geht es nicht

Gerade Lithium-Ionen-Energiespeicher benötigen hinsichtlich der Optimierung von Lebensdauer und Sicherheit zwingend ein BMS, welches entweder extern oder als integraler Bestandteil des Energiespeichers umgesetzt werden kann. Das BMS überwacht und steuert den kompletten Lade- und Entladevorgang jeder Batteriezelle des Energiespeichers (Bild 3):

- Batterietyp-Authentifizierung zur automatischen Einstellung der passenden Ladeschlussspannung (BMS übermittelt Batterie-ID an USV-Steuereinheit),
- Ladezustandsanzeige und SOC-Überwachung (State of Charge),
- Überwachung der Zellspannungen,
- Stromfluss-Überwachung,
- Battery-Health- und Zyklen-Monitoring,
- Temperaturüberwachung des Batteriepacks mit Abschaltung bei Über-/Untertemperatur,
- Schutz vor Über- sowie Unterspannung an den Zellen, Überstrom und Tiefenentladung sowie
- Trennung des Hauptstrompfades bei Kurzschluss.

Eine weitere Kernaufgabe des BMS ist das Cell-Balancing. Innerhalb eines Energiespeichers werden zur Erhöhung der Nennspannung mehrere Einzelzellen in Reihe geschaltet. Aufgrund von Fertigungstoleranzen und unterschiedlich starker Alterung der Zellen unterscheiden sich diese in Kapazität und Innenwiderstand.

Die Leistungsfähigkeit und Gesamtkapazität des Lithium-Ionen-Batteriepacks richtet sich in diesem Fall nach der schwächsten Zelle im Verbund, da diese beim Ladevor-

Bild: Bicker

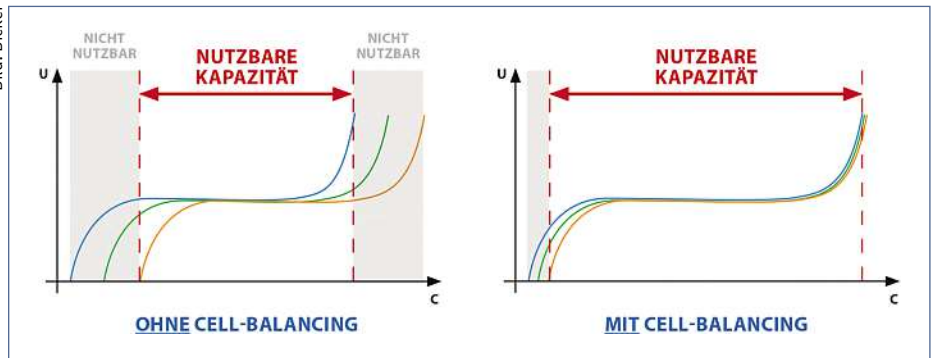


Bild 4: Das Cell-Balancing gleicht die Ladekurven einzelner Zellen an, sodass die maximale Kapazität des Batteriepack erreicht wird.

gang als erste den Spannungsgrenzwert für die Ladebegrenzung erreicht und somit die vollständige Aufladung der restlichen Zellen verhindert (Bild 4). Dies beeinflusst Lebensdauer, Zyklenanzahl und Kapazität des Energiespeichers negativ und kann letztlich sogar die Beschädigung des Batteriepacks hervorrufen. Das Cell-Balancing (aktiv oder passiv) gleicht diese Unterschiede zwischen den einzelnen Verbund-Batteriezellen durch eine entsprechende Beschaltung aus und sorgt für eine ausgewogene und gleichmäßige Ladung aller Zellen, sodass die volle Kapazität des Lithium-Ionen-Batteriepacks nutzbar bleibt und keine kritischen Extremsituationen an einzelnen Zellen entstehen. Durch das übergeordnete Cell-Balancing kann die Lebensdauer des Batteriepacks entscheidend verlängert werden.

BMS mit Batterie-Relax-Modus verlängert Lebensdauer

Mit dem Batterie-Relax-Modus greift Bicker Elektronik die Problematik auf, dass in vielen DC-USV-Systemen das Batteriepack oft über sehr lange Zeit (ggf. über Monate) auf Ladeschlussspannung am Lader betrieben wird, um die volle USV-Bereitschaft jederzeit zu gewährleisten. Wenn jedoch Lithium-Ionen-Zellen über derart lange Zeiträume unter ständiger Belastung im Ladeschlusszustand bleiben, nimmt die Lebensdauer der Zellen nach einigen Monaten stark ab. Zur Schonung der Zellen ist es daher notwendig, dass nach einer definierten Zeit der LademOSFET bei Ladeschluss deaktiviert wird. Der Entlade-MOSFET bleibt weiterhin aktiv, sodass eine Entladung jederzeit möglich ist. Bei detektierter Entladung (USV-Betrieb nach Stromausfall) wird der zuvor deaktivierte Lade-MOSFET unmittelbar wieder zugeschaltet, sodass der Stromfluss über die Body-Diode nur wenige Mikrosekunden andauert und der Lader in den regulären Betriebsmodus zurückkehrt. Die Schonung des

Batteriepacks durch den Relax-Modus resultiert in einer deutlich verlängerten Lebensdauer und somit einer erhöhten Systemverfügbarkeit.

System-Present-Funktion erhöht die Sicherheit

Bei der System-Present-Funktion bleibt der Ausgang des Batteriepacks solange deaktiviert (Ausgangsspannung = 0 V) bis dieser mit der DC-USV-Einheit verbunden und freigeschaltet wird. Da die Bauteile auf der BMS-Platine im Standby-Betrieb laufen, erhöht diese Stromsparfunktion die Lagerfähigkeit des (geladenen) Batteriepacks.

Fazit: Für den Einsatz in DC-USV-Systemen bieten sich Li-Ion-Zellen als Energiespeicher mit hoher Energiedichte, einem weiten Temperaturbereich und einem guten Preis-Leistungsverhältnis an. Kombiniert mit einem BMS ermöglicht die Lithium-Ionen-Technologie den Aufbau besonders leistungsfähiger und effizienter Energiespeicherlösungen, welche im Vergleich zu Bleibatterien eine enorme Platz- und Gewichtseinsparung ermöglichen und mit kurzen Ladezeiten überzeugen. Allerdings gilt es bei der Auswahl eines passenden Energiespeichers die Eigenschaften der verschiedenen Lithium-Ionen-Kathodenmaterialien genau zu betrachten. Neben konventionellen Lithium-Ionen-Zellen auf Basis von Lithium-Kobalt-Oxid (LCO) oder Lithium-Nickel-Mangan-Kobalt-Oxid (NMC) hat sich insbesondere Lithium-Eisen-Phosphat (LiFePO₄) als besonders robuste, sichere und langlebige Zellchemie etabliert. Mit einer 10-fach höheren Zyklenanzahl im Vergleich zu LCO/NMC und einer niedrigen Total Cost of Ownership (TCO) bieten LiFePO₄-Energiespeicher optimale Langzeiteigenschaften mit geringem Wartungsaufwand und einem hohen Maß an Investitionsschutz und funktionaler Sicherheit. // TK

Bicker

Antriebstechnik 2020: die Vorgaben werden schärfer

Ab Sommer 2020/21 ist sie wichtig für Entwickler, Hersteller und Anwender drehzahlveränderbarer Antriebe: die Scope-Erweiterung zur IEC/EN 61800-9. Details dazu gibt es auf dem Praxisforum in Würzburg.

Anstehende Veränderungen der EU-Regulierung zur aktuellen CO₂-Situation betreffen einmal mehr die elektrischen Antriebe. Wer Antriebslösungen in Verkehr bringen will, kann sich der zu erwartenden Verschärfung nicht entziehen und muss sich unter anderem mit der Verlustbestimmung und der Klassifizierung von Frequenzumrichtern und Antrieben nach IEC/EN 61800-9-2 befassen. Das betrifft Entwickler und Hersteller von Frequenzumrichtern, von Elektromotoren, Anwender von elektrischen Antrieben und nicht zuletzt Mitarbeiter von Prüflaboren, die Verluste von drehzahlveränderbaren Antrieben messen.

Auf dem Praxisforum Elektrische Antriebstechnik in Würzburg (17.-19. März 2020) ist daher das Ecodesign eines der zentralen

Themen, um aus Entwicklersicht auf kommende Veränderungen vorbereitet zu sein. Im Rahmen dieser Weiterbildung vermitteln 25 renommierte Antriebsexperten interdisziplinäres Technikwissen, auch aus der aktuellen Forschung.

Vorweg genommen: das Programm an diesen drei Tagen ist so umfassend, dass der Blick in das Gesamtprogramm (ab Seite 46 in diesem Heft) unbedingt zu empfehlen ist. Alle Details gibt es nur online, nachfolgend eine knappe Zusammenfassung.

Am ersten Tag des Praxisforums (17.3.20) konzentrieren sich die Vorträge auf das Thema Leistungshalbleiter und den geschickten Umgang mit parasitären Effekten. Parasitäre Größen ergeben sich immer dann, wenn reale Materialien zur Verwendung kommen.

Jedes elektrische Bauelement hat dominante Eigenschaften, bringt aber immer auch Nachteile mit sich. Neben den meist gutmütigen parasitären Widerständen sind es insbesondere parasitäre Induktivitäten und Kapazitäten, die dem Entwickler das Leben schwer machen. Anhand der prominentesten, insbesondere transienten, Effekte wird gezeigt, welche der parasitären Einflüsse stören oder sogar hilfreich sein können. Aufbauend auf dem Doppelpulsversuch wird verdeutlicht, wie der Entwickler solche Effekte messtechnisch erfasst und bewertet. Vermittelt wird das Verständnis für die immer vorhandenen parasitären Größen und ihren Einfluss auf die Leistungselektronik. Auch hinsichtlich ihrer Größenordnungen und warum man Piko-Farad, Nano-Henry



und Mikro-Ohm nicht generell vernachlässigen darf.

Worauf ist also zu achten, was ist störend und was sogar hilfreich? Die richtige mechanische Konstruktion, ein passendes Layout und geschickt gewähltes Design führen zu Verbesserungen in der Performance bei gleichzeitig möglicher Reduktion der Anzahl der verwendeten Bauelemente. Aufbauend auf dem Vortrag zu parasitären Größen gibt es Einblicke in geeignete Strukturen. Insbesondere gehen die Vorträge darauf ein, wie ein Lastprofil sich dazu nutzen lässt, die Lebensdauer eines leistungselektronischen Aufbaus abzuschätzen. In anspruchsvollen Anwendungen nämlich kommen unterschiedliche Anforderungen zusammen. Hierbei macht das für die Applikation gegebenen Arbeits- oder Lastprofils deutlich, warum ein Umrichter in der Applikation Jahre arbeiten kann, der gleiche Umrichter in einer anderen Applikation aber nach wenigen Wochen sein Lebensende erreicht.

Messtechnik zur Fehlersuche und Optimierung

Die Fehlersuche, Analyse der Betriebszustände und die Optimierungen setzen geeignete Messtechnik voraus. Das Problem: Für Messungen an elektrischen Antrieben oder Motoren sind oft mehrere Messgeräte parallel zu verwenden, um alle Signale zu erfassen. Diese Daten entweder an den Messgeräten untereinander oder im Nachhinein in einer Auswerte-Software zu synchronisieren ist schwierig. Das Praxisforum zeigt eine Messlösung, die alle relevanten Messungen am Antrieb mit einem einzigen Gerät zeitlich synchron durchführen kann.

Der zweite Tag des Praxisforums (18.3.20) beginnt mit den eingangs erwähnten neuen Energieeffizienz-Vorschriften. Künftig gilt es in Lebenszyklen zu denken, soll heißen: Wertschöpfungsketten, Kundennutzen und die Entsorgung rücken in den Mittelpunkt. Der vielzitierte CO₂-Fußabdruck und sein Stellenwert muss verstanden und beurteilt werden, um künftige Marktbedürfnisse auch über die Energieeffizienz hinaus zu erfüllen. Damit sind sowohl Rolle des Antriebsentwicklers als auch die Herausforderungen der Anwender ein zentrales Tagesthema. Das aktuelle Stichwort: Ecodesign.

Selbstverständlich ist darüber hinaus der Tag vollgepackt mit Best-Practice-Technik: Auslegungen, Anforderungen, Einflussfaktoren bis hin zu Fallstricken für die Anwendung. Wie erwähnt macht der Blick in das Programm die Informationsfülle deutlich.

Der dritte Tag des Praxisforums (19.3.20) ist nicht minder dicht gepackt mit Best-



Ecodesign: Neue anstehende Normen-Verschärfungen stellen die Entwicklung zum Umdenken.



Analyse & Optimierungen: Geeignete Messtechnik und das genaue Verständnis von Betriebszuständen ist Voraussetzung.

Practice-Technik, die auch in die Mechatronik, Sensorik und Software führt: Die transparente Maschine (so der Titel eines Vortrags) zeichnet Daten wie Wegstrecke, Fahrzeiten oder den Strombedarf bei Bewegung auf. Mithilfe der Erfahrung des Maschinenbauers lassen sich so Aussagen über Wartungsbedarf, Verschleiß und mechanische Auffälligkeiten treffen. Im Umkehrschluss ist es möglich, den realen Schadensbildern an der Maschine in den zurückliegenden Daten die charakteristischen Veränderungen zuzuordnen. Mit dem Ziel, die Maschine besser kennenzulernen und im stetigen Prozess die Mechanik der Maschine durch detaillierte Daten tiefer zu beschreiben. So rückt das Ziel von Predictive Maintenance näher.

Und welche Erfahrungen haben Andere mit neuen Techniken gemacht? In den Pausen und in der begleitenden Ausstellung tauschen sich die Teilnehmer aus – untereinander, mit den Referenten, mit den Ausstellern. Auch den Brückenschlag von der Elektronikentwicklung zur Konstruktion gibt es. Schließlich zeigt das Praxisforum auch, wie wichtig der Wissenstransfer zur Konstruktion im Maschinenbau für das Gelingen einer optimalen Antriebslösung ist. In diesem Sinne freuen wir uns auf eine rege Teilnahme und einen aufgeschlossenen Expertenaustausch.

// KU

Praxisforum Antriebstechnik

über 30 Jahre

HKR

DROSSELN

www.HKR.de
+49(7122)82598-0

ELEKTRONIKPRAXIS News

www.elektronikpraxis.de/newsletter

ELEKTRONIKPRAXIS ist eine Marke der VOGEL COMMUNICATIONS GROUP

ELEKTRONIKPRAXIS

Alle Ausgaben digital lesen

www.elektronikpraxis.de/heftarchiv

ELEKTRONIKPRAXIS ist eine Marke der VOGEL COMMUNICATIONS GROUP

PRAXIS FORUM

Elektrische Antriebstechnik

17. – 19. März 2020, Würzburg
Vogel Convention Center VCC

Das Kongress-Programm 2020

Die Veranstaltung ist in sechs
Themenblöcke unterteilt:

Erster Tag:

Was Entwickler von Antriebselektronik wissen
müssen.

Parasitäre Effekte vermeiden oder clever nutzen.

Zweiter Tag:

Wie Energieeffizienz-Normen Antriebskonzepte
verändern.

Best Practice: Beispiele zur Antriebsoptimierung.

Dritter Tag:

Zusammenspiel zwischen Mechanik und Elektronik
optimieren.

Einsatz von Sensoren, Mikrocontroller und Software.

Keynote Highlights



**Konsequente Sorgfalt in allen Details:
wie Sie Katastrophen verhindern!**

Susanne Meiners
NewTec



**Antriebssysteme und Umweltaspekte
aus Entwickler- und Unternehmenssicht**

Dr. Constantin Herrmann
thinkstep



**Brushless True DC ist eine neue Motoren-
generation, die High-Torque-Technik mit
hochpräzisem Gleichlauf kombiniert.**

Dr. Ulrich Clauß
Dr. Clauß Bild- und Datentechnik

Sichern Sie sich jetzt Ihr Ticket!

Dienstag, 17. März 2020

| | |
|--|--|
| 09:00 Uhr | Registrierung der Teilnehmer |
| 09:50 Uhr | Begrüßung zum ersten Veranstaltungstag Gerd Kucera Vogel Communications Group |
| Schwerpunkt am Vormittag: Was Entwickler von Antriebselektronik wissen müssen | |
| 10:00 Uhr | Keynote: Konsequente Sorgfalt in allen Details: wie Sie Katastrophen verhindern! Susanne Meiners NewTec |
| 10:40 Uhr | Wo und warum juristische Gründe greifen: Die applikationsbezogene Bauteil-Qualifikation für Automotive- und Industrie-Entwicklungen. Dr. Martin Schulz Infineon Warstein |
| 11:20 Uhr | Kaffeepause |
| 11:50 Uhr | Doppelpulsversuch: Charakterisieren und Messen von Leistungshalbleitern mit Laborbeispielen. Dr. Martin Schulz Infineon Warstein |
| 12:30 Uhr | Messungen an Leistungshalbleitern und elektrischen Antrieben im statischen und dynamischen Betrieb mit dem Digitalspeicheroszilloskop (elektrische und mechanische Leistung via Sensorik zeitsynchron erfassen). Gregor Hofferbert Teledyne LeCroy |
| 13:10 Uhr | Mittagspause |
| Schwerpunkt am Nachmittag: Parasitäre Effekte vermeiden oder clever nutzen | |
| 14:10 Uhr | Einfluss des Lastprofils auf die Auswahl und Auslegung von Leistungshalbleitern Dr. Martin Schulz Infineon Warstein |
| 14:50 Uhr | Der Einfluss parasitärer Effekte (kapazitiv, induktiv) auf den Leistungsteil (konstruktiv). Dr. Martin Schulz Infineon Warstein |
| 15:30 Uhr | Kaffeepause |
| 16:00 Uhr | DC-Kreise bezüglich parasitärer Größen optimieren Dr. Martin Schulz Infineon Warstein |
| 16:40 Uhr | Übertragung des heute Gelernten auf die Wide-Bandgap-Technik. Dr. Martin Schulz Infineon Warstein |
| 17:20 Uhr | Ende des ersten Veranstaltungstages |

Fachausstellung am 18. und 19. März:

Namhafte Unternehmen aus der Branche präsentieren ihre Produkte und Lösungen

Programmänderungen vorbehalten.

Mittwoch, 18. März 2020

| | |
|---|--|
| 08:00 Uhr | Registrierung der Teilnehmer |
| 08:50 Uhr | Begrüßung zum zweiten Veranstaltungstag Gerd Kucera Vogel Communications Group |
| 09:00 Uhr | Vorstellung der Table-Top-Aussteller |
| Schwerpunkt am Vormittag: Wie Normen der Energieeffizienz Antriebskonzepte verändern | |
| 09:20 Uhr | Keynote: Antriebssysteme und Umweltaspekte aus Entwickler- und Unternehmenssicht. Dr. Constantin Herrmann thinkstep |
| 10:00 Uhr | Kaffeepause & Ausstellung |
| 10:40 Uhr | Ecodesign: Wie die IEC/EN61800-9-X die Wirkungsgrad-Klassen für FU und FU-Motor-Kombination künftig definieren (Neuvorgaben/Regulierung). Dr.-Ing. Savvas Tsotoulidis Siemens |
| 11:20 Uhr | Möglichkeiten zur Individualisierung von Einbaumotoren für den Maschinen- und Anlagenbau durch den Einsatz eines modularen Segmentmotors auf Basis eines kostengünstigen Plattformkonzeptes. Dr.-Ing. Jan-Dirk Reimers TorqueWerk |
| 12:00 Uhr | Mittagspause & Ausstellung |
| Schwerpunkt am Nachmittag: Best Practice: Beispiele zur Antriebsoptimierung | |
| 13:20 Uhr | Best Practice: Digitale Telemetrie-Lösungen an rotierenden Systemen. Dreh-, Antriebs- und Bremsmomente sowie berührungsfreie Leistungsmessung für Industrie und E-Mobilität. Florian Sailer CAEMAX imc group |
| 14:00 Uhr | Best Practice: Betrachtungen zum Leiterplatten-Design eines komplexen Regelkreises mit Systemsimulation der parasitären Effekte (Induktivität, Kapazität, EMV). Dirk Müller FlowCAD |
| 14:40 Uhr | Kaffeepause & Ausstellung |
| 15:20 Uhr | Best Practice: Fallstricke beim Implementieren einer feldorientierten Regelung für Schritt- und BLDC-Motoren. Typische Nichtlinearitäten eines Servoregler-Systems mit besonderem Schwerpunkt auf Fehlergrößen des Positionsgebers sowie Strategien zur Kompensation. Göran Eggers TRINAMIC Motion Control |
| 16:00 Uhr | Best Practice: Anforderung und Auslegung von Stellantrieben am Beispiel. Dr. Peter Velling Lenord + Bauer |
| 16:40 Uhr | Einfluss der Motorfeedback-Sensorik auf Effizienz und Zuverlässigkeit in einer gängigen Automotive-PSM, demonstriert mittels vollständiger Antriebssimulation. Christian Kehrer Altair Engineering Ulrich Marl Lenord+Bauer |
| 17:20 Uhr | Ende des zweiten Veranstaltungstages |
| 19:00 Uhr | Abendveranstaltung: Bowling |

Donnerstag, 19. März 2020

| | |
|--|---|
| 08:00 Uhr | Registrierung der Teilnehmer |
| 08:50 Uhr | Begrüßung zum dritten Veranstaltungstag: Gerd Kucera Vogel Communications Group |
| Schwerpunkt am Vormittag: Zusammenspiel zwischen Mechanik und Elektronik optimieren | |
| 09:00 Uhr | Keynote: Brushless True DC ist eine neue Motorengeneration, die High-Torque-Technik mit hochpräzisiertem Gleichlauf kombiniert. Sie unterscheidet sich von bekannten Bauarten u.a. durch Axialfluss-Rotorscheiben und nutenlosen Ringanker. Dr. Ulrich Clauß Dr. Clauß Bild- und Datentechnik |
| 09:40 Uhr | Getriebemotor oder Direktantrieb? Auswahlkriterien und Vergleichsmethoden Dr. Ulrich Clauß Dr. Clauß Bild- und Datentechnik |
| 10:20 Uhr | Kaffeepause & Ausstellung |
| 11:00 Uhr | Die transparente Maschine: Was Servoverstärker und Servomotor über die Applikation preisgeben. Manfred Winter Jenaer Antriebstechnik |
| 11:40 Uhr | Fehlerbilder im Condition Monitoring: Ursachen und Auswirkungen von Schwingungen und Vibrationen an Maschinen. Andreas Wiengarn PCB SYNOTECH |
| 12:20 Uhr | Mittagspause & Ausstellung |
| Schwerpunkt am Nachmittag: Einsatz von Sensoren, Mikrocontroller und Software | |
| 13:40 Uhr | Best Practice: Encoder für Condition Monitoring in geregelten Industrie-4.0-Antrieben. Marcel Reuter iC-Haus |
| 14:20 Uhr | Best Practice: MR-Sensoren für hochdynamische Weg-, Winkel- und Zustandsüberwachung in High-Speed-Antrieben für Industrie und Automotive (z.B. Hochfrequenzspindeln, Auswuchtmaschinen, Schwungradspeicher, Traktionsantriebe, Motorenprüfstände). Dr. Rolf Slatter Sensitec |
| 15:00 Uhr | Kaffeepause & Ausstellung |
| 15:40 Uhr | Best Practice: Von Batterie bis Netzspannung – wie eine Motor-MCU mit integriertem Gate-Treiber die HW/SW-Skalierbarkeit smarter BLDC-Motoren für Industrielösungen vereinfacht. Andreas Herder ST Microelectronics |
| 16:20 Uhr | Best Practice: Wie die Nutzung des Rotormagnetfeldes die direkte Winkelerfassung am BLDC-Motor vereinfacht und präzisiert. Marko Hepp MPS Europe |
| 17:00 Uhr | Best Practice: Safety- versus Standard-Geber. Fallstricke und Lösungen aus der Praxis bei der funktionalen Sicherheit. Stefan Schubert Fritz Kübler |
| 17:40 Uhr | Ende der Veranstaltung |

www.praxisforum-antriebstechnik.de/anmeldung

Bremswiderstände und ihr Einsatz in elektrischen Antrieben

Trotz aller Effizienzvorgaben: In sicherheitsrelevanten Anwendungen der elektrischen Antriebe muss weiterhin über Bremswiderstände Energie abgeführt werden. Auch und erst recht bei Netzausfall.

JOACHIM KLINGLER *

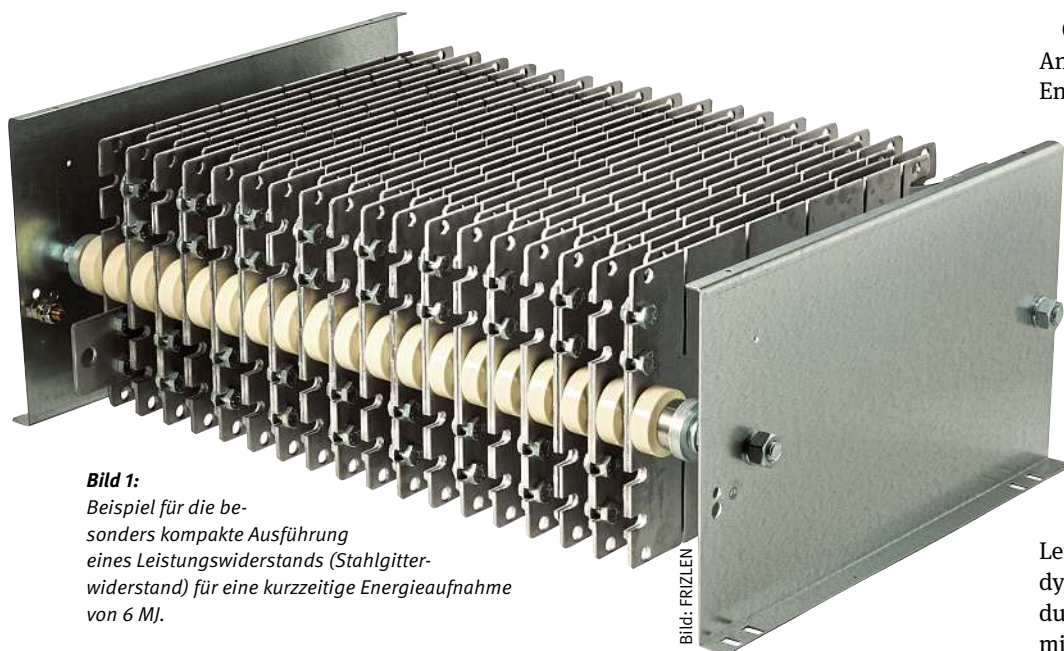


Bild 1: Beispiel für die besonders kompakte Ausführung eines Leistungswiderstands (Stahlgitterwiderstand) für eine kurzzeitige Energieaufnahme von 6 MJ.

Die unterschiedlichen Anforderungen an passive Bauelemente, insbesondere an Leistungswiderstände, machen inzwischen sehr differenzierte Lösungen notwendig. Wesentliche Parameter bei den Leistungswiderständen sind einerseits der Leistungswert und andererseits der Widerstandswert. Auf diese zwei Parameter war in der Vergangenheit quasi das Hauptaugenmerk gerichtet; jetzt gewinnen durch leistungsfähigere Elektronik und geänderte Normvorschriften und politische Vorgaben zunehmend andere Parameter an Bedeutung. Auch können, getrieben durch weltweiten Wettbewerb, seither eingerechnete Sicherheiten oft nicht mehr in altbewährter Weise vorgehalten werden.



* Joachim Klingler
...ist Vertriebsleiter bei FRIZLEN, Murr.

Deshalb sind heute nicht nur in der Entwicklung tiefere Kenntnisse der eingesetzten Produkte notwendig, die vielfach über die Datenblattangaben der Hersteller hinausgehen. Durch verschärfte Sicherheiten und umfangreichere Nachweispflichten sind auch aufwändigere Test in der Entwicklungsphase unumgänglich. Stellvertretend für die Vielfalt der Forderungen sollen die nachfolgenden Beispiele unterschiedliche Anforderungen und Lösungsansätze dazu aufzeigen.



Bild 2: Beispiel eines Belastungswiderstands im 19-Zoll-Rack für eine Vielzahl von Anwendungen. Es gibt ihn mit variabler Bauhöhe und Einschubtiefe.

Obwohl in der Automatisierung und in der Antriebstechnik das Einsparen elektrischer Energie weiter an Bedeutung gewinnt, auch und besonders gefordert durch die Energiesparrichtlinien der EU, nimmt die Zahl der Applikationen kontinuierlich zu, bei denen Leistungswiderstände zum Einsatz kommen. Ihre Aufgabe ist es beispielsweise Bewegungsenergie abzuführen bzw. durch Strombegrenzung Bauteile vor Überlast zu schützen.

Rückspeiseeinheiten und Zwischenkreiskopplung

Frequenzgeregelter Antriebe benötigen Widerstände zum Abbremsen des Antriebes. Durch optimal bemessene Leistungswiderstände ist es möglich, hochdynamische Maschinen zu realisieren, die durch schnelles Beschleunigen im Wechsel mit schnellen Bremsvorgängen wirtschaftliche und effektive Produktionsprozesse ermöglichen.

Das steht zwar im allgemeinen Widerspruch zu den Bemühungen um einen möglichst geringen Energieverbrauch, ist jedoch mit Abstand die wirtschaftlichste Methode, leistungsfähige dynamische Antriebe zu bauen.

Vermehrter Einsatz von Rückspeiseeinheiten und Zwischenkreiskopplung verändern hierbei die Anforderungen an Bremswiderstände. Waren Widerstände seither dimensioniert auf wiederkehrende Spitzenbremsleistungen, so werden Widerstände in diesen Fällen bevorzugt auf einmalige Bremsvorgänge innerhalb bestimmter Intervalle ausgelegt.

Die Sicherheit in den Anwendungen geht vor

Der Fokus wechselt damit von einer Dauerleistungsbetrachtung in Intervallen hin zu einer Kurzzeitleistungs- bzw. Energiebetrachtung für Einzelsätze mit größeren dazwischen liegenden Pausen. Weil das The-

ma Sicherheit in der elektrischen Antriebstechnik höchste Priorität hat, sind bestimmte Anlagenteile innerhalb vorgeschriebener Zeiten gefahrungsfrei stillzusetzen, sofern ein Notfall eintritt bzw. ein Not-Aus betätigt wird. Dies könnte unter anderem mechanisch erfolgen. In sicherheitsrelevanten Applikationen besteht aber oft die Anforderung, bei Netzausfall trotzdem auf Bremswiderstände zurückzugreifen, um nicht auf eine mechanische Bremsung angewiesen zu sein. Die Vorteile einer elektrischen Bremsung liegen klar in einer einstellbaren materialschonenden Bremsrampe sowie einem verschleißfreien und damit wartungsfreien Bremsvorgang.

Gegenüber einer möglichen Rückspeisung der Energie im Notfall sind Widerstände wesentlich störungsunempfindlicher gegenüber äußeren Umwelteinflüssen, wie etwa die der vorhandenen Netzqualität, die ja für eine erfolgreiche Rückspeisung Voraussetzung ist. In Versorgungsnetzen mit schlechter oder wechselnder Netzqualität kann eine Rückspeisung eventuell auch schon von vornherein ausgeschlossen werden.

Bild: FRIZLEN



Bild 3: Der DC-Überlastschalter Powerswitch dient zum Schutz von Widerständen vor dauernder Überlast und vor kurzzeitig zu hohen Leistungsspitzen, die über den normalen Pulslastbetrieb hinausgehen.

Widerstände für diese sogenannten Not-Aus-Anwendungen werden völlig anders dimensioniert. Hier ist einzig und allein die Menge der in der Applikation gespeicherten kinetischen Energie entscheidend, gepaart mit der Anforderung innerhalb welcher Zeit ein Antrieb stillgesetzt werden muss (diese kann von wenigen Millisekunden bis hin zu Minuten reichen).

Bremswiderstände bedeuten bei Normalbetrieb immer gleichzeitig auch Wärmeentwicklung, da die zugeführte überschüssige

Energie innerhalb der Bremswiderstände in Wärme umgewandelt wird. Außerhalb der Nennbedingungen betrieben kann es dabei bis zum Brand des Leistungswiderstands kommen, mit entsprechendem Schadenspotenzial für die umgebenden Komponenten, beispielsweise im Schaltschrank.

Die Leistungswiderstände schützen bei Überlast

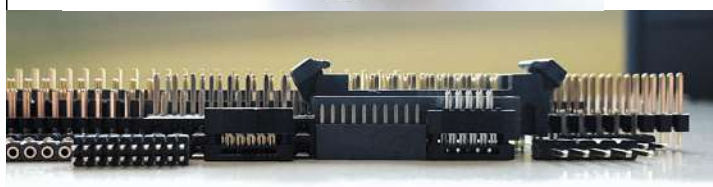
FRIZLEN entwickelte gekapselte Widerstände, die durch ihre geschlossene Bauart eigensicher ausgeführt sind. Sie lassen sich dann charakteristisch mit einer Gleichstromsicherung vergleichen. Abhängig von Spannungshöhe, Widerstandswert und Belastungsdauer werden intern Maßnahmen getroffen, um bei Überlast eine sichere interne Trennung zu gewährleisten.

Sofern die Betriebs- und Fehlerbedingungen bekannt sind, ist im Gegensatz zu Halbleiter-Sicherungen eine sehr gute Anpassbarkeit und damit gute dynamische Ausnutzung der jeweiligen Applikation möglich. Wirtschaftlich sind diese gekapselten Widerstände im Bereich bis etwa 1000 W Dauerleis-

Steckverbinder Lösungen einzeln und konfektioniert



HF-Steckverbinder



Platinensteckverbinder



DC-Steckverbinder

www.bkl-electronic.de

10.000 Produkte entdecken. Viele ab Lager.

Angebot hier anfragen:

02351-362120 oder info@bkl-electronic.de

BKL Electronic Kreimendahl GmbH - Märkenstück 14 - 58509 Lüdenscheld



INDUSTRIAL DRIVES

DRIVEN BY A PASSION FOR SPEED

SycoTec GmbH & Co. KG
Wangener Straße 78
88299 Leutkirch

Telefon +49 7561 86-0
info@sycotec.eu
www.sycotec.eu



tung, darüber hinaus kann ein FRIZLEN-DC-Powerswitch zum Einsatz kommen.

Mit diesem DC-Powerswitch können Bremswiderstände unabhängig von ihrer Bauart eigensicher überwacht werden, so dass ein Fehler durch rechtzeitiges Abschalten verhindert wird. Durch die skalierbare Ausführung erfolgt die Anpassung exakt an die jeweilige Applikation. Die volle Dynamik für den Antrieb ist damit gewährleistet. Das Potenzial der Bremswiderstände kann damit vollständig ausgenutzt werden, ohne es zu überschreiten.

Zudem sind diese Bremswiderstände mit UL-Zulassung für den amerikanischen und kanadischen Markt verfügbar. Im Aufbau ähnlich zu einem AC-Motorschuttschalter erkennt der DC-Powerswitch Überlasten am Bremswiderstand, schaltet die Widerstandslast ab und meldet die Abschaltung über einen Meldekontakt. Anschließend kann der DC-Powerswitch wie ein Motorschutzschalter durch Schalterumlegen wieder in Betrieb gesetzt werden. Der DC-Powerswitch ist auch als Nachrüstlösung im Schaltschrank integrierbar. Dazu wird er zwischen Frequenzumrichter und Bremswiderstand geschaltet und sichert so nicht nur den Bremswiderstand ab, sondern auch noch die Zuleitung.

Ob der Einsatz des DC-Powerswitch technisch möglich ist, lässt sich mit einer einfachen Rechnung ermitteln. Der Nennstrom des Bremswiderstands muss dafür unterhalb von 40 A liegen. Größere Nennströme oberhalb von 40 A können durch Parallelschaltung mehrerer Teilwiderstände abgesichert werden.

Multifunktionale ohmsche und induktive Widerstände

Diverse Vorschriften, wie beispielsweise Netzanschaltbedingungen, sind gegenüber den öffentlichen Energieversorgern bei der



Bild 4: Beispiel eines Schiebewiderstands für Last- und Prüfzwecke.

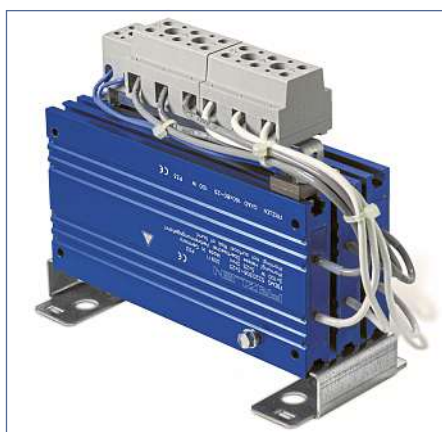


Bild 5: Ein wichtiges Einsatzgebiet für diesen gekapselten Bremswiderstand ist der elektrische Antrieb (Vierquadrantenbetrieb) mit Frequenzumrichter (eigensichere Bremswiderstände bis 18 kW Dauerleistung).

Ein- bzw. Rückspeisung von regenerativer Energie ins öffentliche Netz einzuhalten, um Störaussendungen und zusätzliche Netzbelastungen durch etwa Oberschwingungen

auf ein bestimmtes Maß zu begrenzen. Zur Einhaltung dieser Regeln werden zusätzliche Filterelemente benötigt, die wiederum in ihren Grundelementen aus Kombinationen von Induktivitäten, Kondensatoren und Leistungswiderständen bestehen. Spezielle Entwicklungen gehen hin zu multifunktionalen Widerständen die in ein und demselben Bauelement ohmsche und induktive Anteile vereinen. So werden in der Endanwendung nicht nur Bauteile und Platz, sondern vor allem Montage- und Installationskosten eingespart.

Lasten für Prüfung und Simulation

Ob als Prüf- und Lastwiderstand von Spannungsquellen im Labor oder zur thermischen und elektrischen Simulation von Servern in Rechenzentren; es gibt diverse Ausführungen von Lastwiderständen mit Werten zwischen 100 W und 500 kW. Das FRIZLEN-Sortiment beispielsweise umfasst Schiebewiderstände kleinerer Leistung, fahrbare Prüf-widerstände, Leichtbauausführungen geeignet für den PKW-Transport oder Lastwiderstände zur Aufstellung im Freien mit großen Leistungen.

Darüber hinaus gibt es die Baureihe eines 19-Zoll-Belastungswiderstandes. Dieser Belastungswiderstand ermöglicht eine Vielzahl von Anwendungen und ist gut aufgeräumt in einem 19-Zoll-Rack untergebracht. Variable Bauhöhen und Einschubtiefen bieten gute Kompatibilität zu allen gängigen 19-Zoll-Racks. Gleichzeitig kann durch den Einsatz verschiedener Schalter, Stufenzahlen und Anzeigegeräte gezielt auf die Anforderungen der jeweiligen Anwendung eingegangen werden; mit mehreren Modulen lässt sich die Gesamtleistung aufstocken. // KU

FRIZLEN

Wenn der Motor zum Generator wird: wohin mit der Energie?

Drehstrom-Asynchron-Kurzschlussläufermotoren und Drehstrom-Synchronmotoren werden im Regelfall durch einen Frequenzumrichter (FU) in der Drehzahl gesteuert. Die Frequenz der FU-Ausgangsspannung bestimmt die Drehzahl des Motors und kann unabhängig von der Netzspannung eingestellt werden. In Betriebszuständen, in denen der elektrische Antrieb zum Generator wird (z.B. bei der Bergabfahrt von Seilbahnen), führt die generatorische Energie des Motors zu

einer Spannungserhöhung im Zwischenkreis des FU. Um eine Beschädigung von Komponenten zu verhindern, muss die Zwischenkreisspannung unterhalb eines kritischen Wertes bleiben. In vielen Fällen ist hierbei eine Rückspeisung der Energie ins Netz nicht wirtschaftlich. Stattdessen wird die überschüssige Energie mit Hilfe eines Choppers sowie eines einphasigen Bremswiderstands in Wärme umgewandelt. Eine weitere Variante ist die Verwendung eines dreiphasigen Bremswider-

stands im direkten Zusammenspiel mit dem Motor. Dabei wird der Widerstand mit einem Schütz in den Drehstromkreis des Motors geschaltet. Die Motorwicklungen werden dabei kontrolliert über Widerstände kurzgeschlossen. Ziel dieser sehr robusten Schaltung ist es, eine Bremswirkung unabhängig von der Chopper-Einheit des DC-Zwischenkreises sicher zu stellen. Diese Schaltung kommt oftmals für die Not-Aus-Funktion einer Anlage zum Einsatz.

Wenn die Leiterplatte hustet, bekommt die Elektronik Fieber



Viele Menschen der Elektronikbranche und ihrer Abnehmer hofften für 2020 auf eine Normalisierung der Geschäfte nach der Unruhe in 2019. Nun zerstört der Coronavirus das zarte Aufschwung-Pflänzchen.

Michael Gasch, Data4PCB: „Der Ausbruch des Coronavirus kam für die Elektronik zu einem ungünstigen Zeitpunkt.“

Die Bauteilverknappung 2018 wurde im vergangenen Jahr mit Mühe überwunden und gegen Jahresende 2019 schöpfte die Branche endlich wieder Hoffnung, dass das neue Jahr eine Normalisierung mit sich bringt. Diese Einschätzung schlug sich in entsprechenden Kommentaren nieder – doch dann kam das Coronavirus, das nun alles wieder in Frage stellt.

Der Ausbruch der Krankheit kam zu einem sehr ungünstigen Zeitpunkt, denn die Betriebe in China fuhrten gerade ihre Aktivitäten für die Feiertage zum chinesischen Neujahrsfest (24. bis 30. Januar 2020) herunter und die Mitarbeiter machten sich auf den oft langen Weg in ihre Heimatprovinzen.

Das Neujahrsfest ist traditionell das wichtigste Fest, zu dem sich alle Familienmitglieder treffen. Daher ist die Woche vor den Feiertagen der Beginn der weltgrößten Wanderbewegung (so waren im Jahr 2019 weltweit insgesamt drei Milliarden Reisende unterwegs).

Die chinesische Zentralregierung hält ihre Provinz- und Stadtbüros an einer sehr kurzen Leine, so dass diese ohne ausdrückliche Genehmigung keine noch so kleine Information verbreiten dürfen. Das war auch der Grund, weshalb der Arzt, der die Erkrankung am 30. Dezember 2019 als erster identifizierte, nur wenige Stunden nach seiner Warnmeldung verhaftet und ihm bei Strafe verboten wurde, weiterhin „Gerüchte“ zu verbreiten.

So wurde wertvolle Zeit vergeudet und erst drei Wochen später wurde Wuhan, Hauptstadt der Provinz Hubei (die Stadt, in der die Epidemie ihren Ausgang nahm) unter Quarantäne gestellt. Bahnen, Busse und Flugverbindungen wurden untersagt und eingestellt. Aber diese Schritte kamen leider zu spät, denn von den ungefähr elf Millionen Einwohnern Wuhans waren bereits etwa fünf Millionen abgereist und verbreiteten das Virus weiter.

Weil sich die Krankheitsfälle nicht nur in Hubei, sondern auch in den angrenzenden Provinzen sprunghaft steigerten, kam es ab dem

27. Januar zu weiteren Reise- und Ausgangssperren. Damit konnten fast 60 Millionen Menschen nicht mehr reisen. Diese drastischen Schritte der Regierung waren zunächst zwar publikumswirksam, brachten aber das gesamte Wirtschaftsleben zum Erliegen.

China hat heute einen Weltmarktanteil von etwa 55 Prozent für Leiterplatten. Davon wird der überwiegende Teil in den hauptbetroffenen Regionen von Chongqing bis Shanghai sowie von Shenzhen bis Guangzhou produziert. Durch die zwangsweise verordneten Betriebsschließungen gehen wöchentlich Produktionsvolumen von 150 bis 200 Millionen USD verloren.

Aber es sind nicht nur die Leiterplattenhersteller, sondern die gesamte Lieferkette ist betroffen: von der Kupferfolie über die Lamine bis hin zu den Chemikalien. Alle Zulieferer sind im Moment nicht in der Lage, zu produzieren – und selbst wenn sie es könnten, es fehlen die Transportmöglichkeiten, nicht nur in China, sondern auch nach Europa.

Zwar sollten die ersten Firmen schon Mitte Februar wieder die Produktion aufnehmen, doch noch sitzen die Arbeiter in ihren Heimatprovinzen fest und können oder dürfen nicht reisen. Vielfach sind bislang nur 60 Prozent, 50 Prozent oder sogar nur 30 Prozent der Arbeitskräfte zurück.

Und das Problem setzt sich fort, denn China liefert fast 50 Prozent aller Bauteile, die weltweit verbraucht werden. Hinzu kommt eine sprunghaft gestiegene Nachfrage durch die Einrichtung der Infrastrukturen für das neue 5G.

Das bedeutet: sobald die Fabriken (nach entsprechend langer Vorlaufzeit) überhaupt wieder in der Lage sind zu liefern, vergehen Wochen oder Monate. Dann wird das große Hauen und Stechen einsetzen, darüber, wer zuerst wen beliefert. Wahrscheinlich werden es diejenigen sein, die es sich leisten können, den besten Preis zu bezahlen.

// JW

16.–17. Juni 2020, Würzburg

TECHNOLOGIETAG LEITERPLATTE & BAUGRUPPE

SAVE
THE
DATE

Praxiswissen für die Konstruktion von Leiterplatten nach dem Stand der heutigen Technik

Die moderne Leiterplattentechnik schafft neue Freiheitsgrade für die Entwickler von Baugruppen, denn sie kann heute unglaublich viel mehr, als nur Chips zu verbinden.

www.leiterplattentag.de