

ELEKTRONIK PRAXIS

www.elektronikpraxis.de

Wissen.
Impulse.
Kontakte.

September 2016



Innovationsfeld Elektromobilität einmal anders

Die Rennstrecke als Versuchslabor für elektronische Komponenten – die Formel E macht's möglich.

Lebensdauer von Stromversorgungen

Wie langlebig ist eine Stromversorgung? Die Antwort auf diese Frage ist nicht so einfach. **Seite 14**

Energie aus der Umwelt nutzen

Energie ist überall, wir müssen sie nur ernten – Energy Harvesting macht's möglich. **Seite 18**

So finden Sie das optimale Netzteil

Bei der Auswahl eines Netzteils sollte man einen geeigneten Lieferanten wählen. **Seite 52**

Blitzschutz für PV-Anlagen

Was beim Schutz von Photovoltaik-Anlagen gegen Blitz und Überspannungen zu beachten ist. **Seite 56**



■ TRACO POWER



POWER KONGRESS

25./26. Oktober 2016, Vogel Convention Center VCC, Würzburg

Alle Details zu Programm und Kongress unter:

www.power-kongress.de

Kennen Sie wirklich alle Faktoren, die die Lebensdauer Ihrer Stromversorgung beeinflussen?
 Wie können Sie innovative Technologien wie Übertragungsspannungen effizient einsetzen?
 Auf dem „Power-Kongress“ teilen Experten praxisorientierte Lösungen und Best Practices, dank derer Sie die Entwicklung von Stromversorgungen sowie deren Auswahl und Integration optimieren.



Vogel Business Media

www.vogel.de

Qi sorgt immer öfter für eine ausgeglichene Energiebilanz

Qi steht im asiatischen Kulturkreis für alles durchdringende Energie. Und so denkt man bei Qi unwillkürlich an Tai Qi und Qi Gong, die für einen ausgeglichenen Qi-Haushalt sorgen und quasi den inneren Akku des Menschen wieder aufladen.

Die 150 Qi-Anhänger, die sich Ende August in München trafen, sahen das Thema weniger esoterisch, wenngleich auch nach deren Verständnis Qi für volle Akkus sorgt. Die Rede ist vom europäischen Treffen des Wireless Power Consortiums, das den Standard Qi für drahtlose Energieübertragung schuf.

Im Jahr 2011 kam das erste Smartphone auf den Markt, das sich dank Qi induktiv laden ließ und heute gibt es mehr als 1000 Qi-kompatible Produkte.

Wurden 2014 „nur“ 55 Millionen Geräte verkauft, die sich via Qi mit Energie versorgen ließen, werden es 2016 schon über 200 Millionen sein und Marktexperten erwarten, dass 2020 die Milliardengrenze durchstoßen und der Markt bis 2025 auf 2,5 Milliarden anwachsen wird.

Der Markt mit Qi-Empfängern boomt, da das Angebot an Lademöglichkeiten wächst. So gibt es immer mehr öffentliche Ladepunkte in Restaurants, Hotels und

„Der Markt für drahtlose Energieübertragung boomt, es gibt immer mehr Lademöglichkeiten und neue Anwendungen“



Thomas Kuther, Redakteur
thomas.kuther@vogel.de

Flughäfen, IKEA bietet Möbel mit Qi-Lader an und die Zahl der Lademöglichkeiten zuhause, im Büro und in immer mehr Automodellen wächst weiter.

Zudem erschließen höhere übertragbare Leistungen neue Anwendungen. Anfangs waren es 5 Watt – genug für ein Smartphone. Heute können 15 Watt übertragen werden, was ein deutlich schnelleres Laden ermöglicht. Der nächste Schritt sind 60-Watt-Lader, die sich unter anderem auch zur Versorgung von elektrischen Power-Tools wie Akkuschraubern oder Kettensägen eignen. Auch Systeme, die mehr als 2000 Watt übertragen, sind bereits in der Entwicklung, was völlig neue Anwendungen in der Industrie oder der Küche ermöglicht. So könnten auch leistungsstarke Industrieroboter und Küchenmaschinen ohne störende Leitungen betrieben werden.

Herzlichst, Ihr

HIGHLIGHT-VORTRÄGE

- ✓ Dos und Don'ts beim Schaltnetzteil-Design
- ✓ Kondensatorauswahl und -belastung entscheiden über Zuverlässigkeit und Lebensdauer von SNTs
- ✓ Wie Sie schnell und sicher zum optimalen Schaltnetzteil kommen
- ✓ Mysterium Datenblatt: richtige Auswahl und Anwendung von DC/DC-Wandlern

www.power-kongress.de

**POWER
KONGRESS**

25./26.10.2016, VCC, Würzburg

VERANSTALTER:

**ELEKTRONIK
PRAXIS**
Akademie

INHALT

BEDEUTUNG DER FORMEL E

Innovationsfeld Elektromobilität einmal anders

Seit über 40 Jahren unterstützt das Unternehmen Würth den Motorsport. Dabei stehen nicht nur Werbeaspekte im Vordergrund – der Hersteller nutzt den Motorsport als besonders anspruchsvolles Versuchsfeld für technologische Entwicklungen. Das gilt auch für die Formel E – die neue Rennserie für Elektroboliden und moderne FIA-Schwester der klassischen Formel 1. Das Versuchslabor „Rennstrecke“ in der Formel E vereint viele Herausforderungen. Extreme Beschleunigungskräfte, brennende Hitze oder tropischer Regen sind weitere Herausforderungen für Fahrer und Technik.

6



SCHWERPUNKTE

TITELTHEMA

6 Formel E – Innovationsfeld Elektromobilität

Seit über 40 Jahren unterstützt Würth den Motorsport. Dabei nutzt der Hersteller den Motorsport auch als anspruchsvolles Versuchsfeld. Das gilt auch für die Formel E – die neue Rennserie für Elektroboliden.

10 Bipolare Spannungen störungsarm erzeugen

Alle unterschiedlichen Möglichkeiten, positive und negative Versorgungsspannungen zu erzeugen, haben Vor- und Nachteile. Neue Schaltregler-ICs bieten hier effiziente und störungssarme Alternativen.

14 Lebensdauer von Stromversorgungen

Wie langlebig ist eine Stromversorgung im Endgerät? Die Antwort auf diese Frage findet sich nicht einfach als Zahlenwert in den Spezifikationen der Hersteller.

18 Energie aus der Umwelt nutzen

Energie ist überall, wir müssen sie nur ernten. Worauf es dabei konkret ankommt, erklärt Tony Armstrong, Director Product Marketing Power Products bei Linear Technology Corporation.

22 Chip ersetzt konventionelle Stromversorgung

Die Schwachstelle bei der Beleuchtung mit LEDs ist die Treiberschaltung. Wir sprachen mit Wolfgang Endrich, Geschäftsführer von euroLighting, über die Vorteile von treiberlosen LED-Leuchten.

24 Bleibatterien halten Windräder auf Kurs

Für einen problemlosen Betrieb von Windkraftanlagen auch im Störungsfall sorgen Sicherheitsvorkehrungen wie ein System, das die Rotorblätter optimal ausrichtet.

26 Eine Aussage über die Qualität der Stromversorgung

Mit Oszilloskop und Tastkopf lassen sich Stromversorgungen auch unter Spannung messen und eine Aussage über eine saubere Versorgungsspannung machen.

30 Schalten bei Nullspannung

Wenn eine Busspannung von 48 V auf wenige Volt heruntergesetzt werden soll, sind mit herkömmlichen Wählern mehrere Stufen nötig.

34 Kapazitive Stromversorgungen

Kapazitive Stromversorgungen eignen sich vor allem für Anwendungen kleiner Leistung. TDK bietet für diese Designs nahezu alle notwendigen passiven Bauelemente.

38 Stromversorgung rechtzeitig einplanen

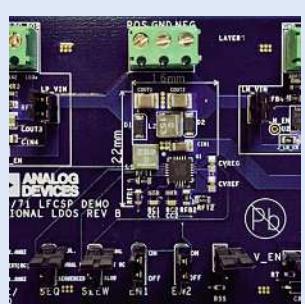
Der Weg von der Idee bis hin zum marktreifen Produkt ist anspruchsvoll und oft stellt sich die Frage nach einer geeigneten Stromversorgung eigentlich zu spät.

42 Stromversorgungen mit SIP-Power-Modulen

SIP-Module der Himalaya-Familie für verschiedene Ströme und Spannungen sind pinkompatibel und ermöglichen hohe Design-Flexibilität und einfache Migration.

46 Offline-Flyback-Wandler mit 90% Wirkungsgrad

Zwei optimierte Schaltregler-IC-Serien verbessern die Laufzeit mobiler Systeme und machen Hilfs- sowie Standby-Stromversorgungen für beispielsweise Haus- und Konsumgeräte effizienter.



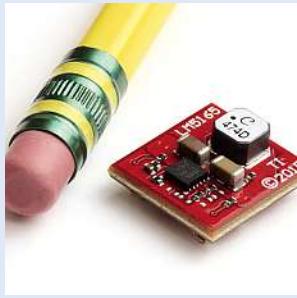
10 Bipolare Spannungen
störungsarm erzeugen



24 Bleibatterien halten
Windräder auf Kurs



38 Die Stromversorgung
rechtzeitig mit einplanen



48 Buck-Wandler für intelli-
gente Feldsensoren

- 48 Buck-Wandler für Feldsensor-Applikationen**
Intelligente Feldsensor-Applikationen stellen hohe Anforderungen an die Stromversorgung, da die Signale möglichst ungestört übertragen werden müssen.
- 52 Schnell und sicher zum optimalen Netzteil**
Bei der Auswahl eines Netzteils für Ihre Entwicklung sollten Sie auf einen geeigneten Lieferanten setzen.
- 54 Das Design eines Akku charakterisieren**
Netzteile arbeiten unauffällig, sind aber unverzichtbar. Bei der Auswahl eines Netzteils für Ihre Entwicklung sollten Sie auf einen geeigneten Lieferanten setzen.
- 56 PV-Anlagen vor Blitz und Überspannungen schützen**
In Reihe geschaltete PV-Module sind wirtschaftlich, aber die Überspannungsschutzsysteme in der Anlage müssen für die höhere Spannung ausgelegt sein.

RUBRIKEN

- 3 Editorial**
41 Impressum

Power-Kongress
25.-26.10.2016, Würzburg
Der Power-Kongress befasst sich mit Design und Auswahl von Stromversorgungen und bietet eine Fachausstellung mit neuesten Power-Komponenten & -Lösungen.
www.power-kongress.de

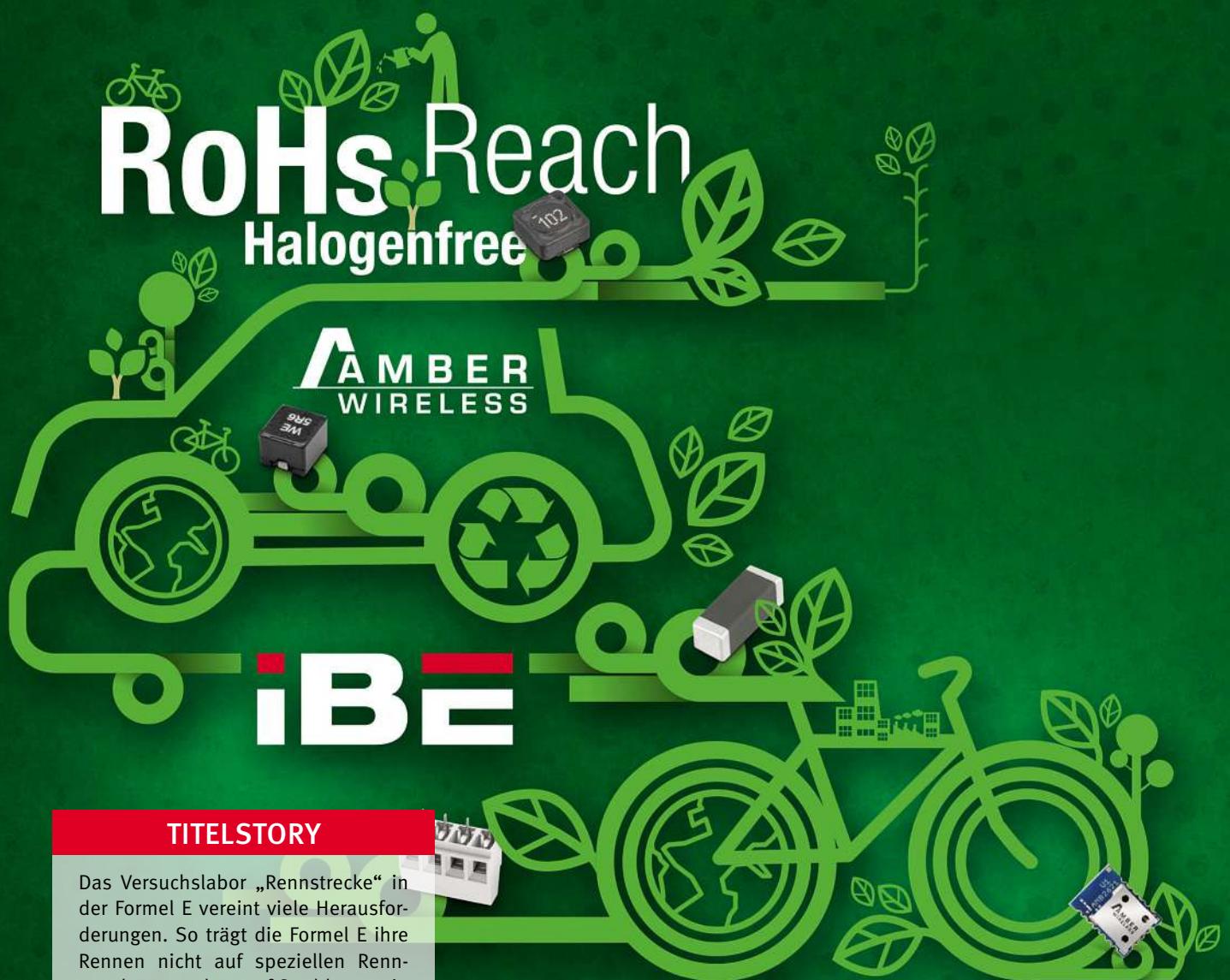
POWER
KONGRESS

**Wir haben
die passende
Pausenlektüre!**



Alle Ausgaben im Heftarchiv unter
www.elektronikpraxis.de/heftarchiv

ELEKTRONIK
PRAXIS



TITELSTORY

Das Versuchslabor „Rennstrecke“ in der Formel E vereint viele Herausforderungen. So trägt die Formel E ihre Rennen nicht auf speziellen Rennstrecken, sondern auf Stadtkursen in Metropolen auf nahezu allen Kontinenten aus. Das bedeutet teils wenig optimale Straßenbelagsverhältnisse, Randsteine und Unebenheiten, die die Elektrorennwagen bei Geschwindigkeiten von über 200 km/h zum Springen bringen. Extreme Beschleunigungskräfte, brennende Hitze oder tropischer Regen sind weitere Herausforderungen für Fahrer und Technik. Würth Elektronik eiSos beschäftigt sich seit geraumer Zeit mit der E-Mobilität und hat hier Entwicklungsressourcen konzentriert.

Formel E – Innovationsfeld Elektromobilität einmal anders

Seit über 40 Jahren unterstützt Würth den Motorsport. Dabei nutzt der Hersteller den Motorsport auch als anspruchsvolles Versuchsfeld. Das gilt auch für die Formel E – die neue Rennserie für Elektroboliden.

OLIVER OPITZ *



Mitten in Berlin, London, Moskau, Peking und auf weiteren Großstadtkursen in aller Welt rasen seit September 2014 die elektrisch betriebenen Rennwagen der Formel E. Auf den Wagen des erfolgreichen Teams ABT Schaeffler Audi Sport leuchtet das Logo der Würth Elektronik eiSos. Die Botschaft: Würth Elektronik eiSos ist schnell, weltweit präsent und unterstützt die Zukunftstechnologie der E-Mobility.



* Oliver Opitz
... ist Division Manager Strategische Produktentwicklung bei der Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG.

Weil der Einsatz im Rennwagen zudem als Härtetest für die Elektronik gilt, wird das Engagement für die Formel E den Entwicklern der Würth Elektronik eiSos wertvollen Input für die Entwicklung elektronischer Bauelemente liefern – zum Beispiel in den Bereichen Wärmemanagement und Energieeffizienz.

Der Hersteller für elektronische Komponenten beschäftigt sich seit geraumer Zeit mit dem Innovationsfeld E-Mobilität und hat hier Entwicklungsressourcen gezielt konzentriert. Der breite Markt ist aber allgemein erst in der Entstehung und die Formel E kann hier als Feldversuch für die praktische Anwendung moderner E-Mobilität dienen.

In den ersten Jahren fuhren alle Teams der Formel E mit einem „Einheitsauto“. Mit Beginn der Formel-E-Saison 2015/2016 sind den Rennställen und beteiligten Unternehmen erste Entwicklungen – unter anderem – im Bereich des Antriebsstrangs erlaubt. Dies hat es Würth Elektronik eiSos gestattet, seine Partner aktiv mit Komponenten und Anwendungswissen in diesem Umfeld zu unterstützen. Induktivitäten für das wichtige Power Management oder zur Entstörung, Steckverbinder in Kommunikation, Signalübertragung oder Leistungsverteilung: Der Einsatz von passiven und elektromechanischen Baukomponenten von Würth Elektronik eiSos hat das Ziel, die Effizienz auf das oberste Treppchen



Breites Angebot an Komponenten und Services: die Würth Elektronik eiSos

zu heben. Der Wettbewerb und die Arbeit in der Rennserie wirken dabei sehr anregend und so kooperiert Würth Elektronik eiSos weltweit mit verschiedenen Universitäten, um neue Entwicklungen voranzutreiben.

Leitbild E-Mobilität geht über das reine Fahrzeug hinaus

Oliver Opitz, Division Manager Strategische Produktentwicklung bei Würth Elektronik eiSos erläutert: „E-Mobilität ist für uns das Leitbild, das über das reine Kraftfahrzeug hinausgeht. Wir vereinen in diesem Bereich verschiedene Innovationsfelder. Dazu gehören Komponenten, Konnektivität – sowohl drahtgebunden als auch drahtlos, Energiespeicher, Sensorik, Ladeinfrastruk-

turen und Ladetechnologien, ja sogar die Transporttechnik in der Lean Factory. Alles, was sich mit dem Antrieb oder Vortrieb durch einen Elektromotor realisieren und vereinfachen lässt, gehört für uns in den Bereich E-Mobilität. Wir sind überzeugt: Engagierte Hersteller dieses Industriezweigs haben von Anfang an einen Zugewinn.“

Dabei konzentrieren sich die Bauteilspezialisten auf verschiedene Systeme. Dazu gehören unter anderem der Inverter und die Bordspannungsversorgung. Oliver Opitz erklärt: „Bewusst reden wir von Fokusystemen, nicht von Fokusprodukten. Von uns als Serviceführer wird erwartet, dass wir die neuesten und innovativsten Systeme, Anwendungen und Technologien bis ins kleinst-

te Detail kennen. Durch dieses geballte Knowhow untermauern wir unsere Kompetenz in der E-Mobilität. Kürzlich konnten wir mit einem strategischen Zukauf, der Integration der Amber Wireless GmbH, diese Entwicklung noch schneller nach vorne treiben. Unser Anspruch ist es, alle Kunden zu jeglichen Anwendungen rundum zu beraten. Dies führt zur optimalen und strukturierten Auswahl der richtigen Bauteile bei unserem Kunden vor Ort.“

Gesamtsystem Rennauto im Fokus der Innovationsbrille

Dieser Systemansatz zeigt sich auch in der Beratung des Formel-E-Teams. Das Rennfahrzeug birgt nur wenige Ansätze zur Entwicklung einzelner Komponenten. Vielmehr muss stets das Gesamtsystem Rennauto im Fokus der Innovationsbrille stehen, nur so lassen sich Systeme optimieren, die Performance verbessern und Siege einfahren.

In Zeiten immer strengerer Regularien bei der Emission von umweltschädlichen Gasen im Verbrennungsmotorbereich erlebt das

„Elektromobilität ist für uns das Leitbild, das über das reine Kraftfahrzeug hinausgeht. Wir vereinen in diesem Bereich verschiedene Innovationsfelder.“

Oliver Opitz, Würth Elektronik eiSos

Thema E-Mobilität eine Hochkonjunktur. Auch E-Motoren belasten die Umwelt mit CO₂-Emissionen, wenn auch nur mittelbar durch ihre Herstellung und Stromgewinnung. Aber: Ergebnisse einer Studie der Universität Stuttgart zeigen, dass sich dieser Ausstoß im Vergleich zu einem Verbrennungsmotor auf unter 50% verringern lässt und dies bei einer Verdreifachung der Effizienz. In der Entwicklung der E-Mobilität gilt es nun, mit verbesserten Komponenten und optimalen Systemdesigns den thermischen Wirkungsgrad zu verbessern. Damit lässt sich beispielsweise entweder die Größe des Gesamtsystems reduzieren oder der Wirkungsgrad erhöhen.

Ressourcen- und umweltschonende Produktion

Wichtiger Aspekt in der nächsten Generation der Mobilität ist die ressourcen- und umweltschonende Produktion. Das beginnt beim Rohmaterial und zieht sich durch bis zum späteren Recycling. Auch hier hat Würth Elektronik eiSos früh Maßstäbe gesetzt und sich selbst dazu verpflichtet, alle Komponenten nach den Richtlinien für RoHS und REACh zu produzieren. Jegliche Rohmaterialien müssen mit dem strengen Katalog sowohl der halogenfreien als auch der Conflict-free-Materialien verglichen, und wenn not-

wendig, ersetzt werden. Auch diese teils kostenintensiven Prozesse müssen für eine zukunftsgerchte E-Mobilität durchgängig etabliert und stabilisiert werden, sind wichtige Beiträge für die Umwelt.

ABT Schaeffler Audi Sport Formula E Team will WM-Titel

Um all diese Lernkurven schneller durchlaufen zu können, hat sich Würth Elektronik eiSos von Beginn an in der Formel E engagiert. Was Anfang 2014 durch die Partnerschaft mit der Familie Abt begann, soll sportlich in einem WM-Titel mit dem ABT Schaeffler Audi Sport Formula E Team enden. Die Kunden und Partner des Unternehmens aber werden den direkten Vorteil haben, dass durch dieses Engagement Produkte entstehen, die dem neuesten Stand der Technik entsprechen und teilweise unter extremen Bedingungen getestet wurden. Mit der neuen Saison 2016/2017 – das erste Rennen startet am 9. Oktober in Hongkong – werden Bauteile von Würth Elektronik eiSos einen nicht zu unterschätzenden Beitrag im Technologiewandel liefern und in Anwendungen wie Ladegeräten, Invertern und Spannungsversorgungen, aber auch zur Entstörung der E-Motoren Anwendung finden. // TK

Würth Elektronik eiSos

Bilder: Würth Elektronik eiSos



Einblick: die Technik eines Formel-E-Boliden der Saison 2015/2016

PLAY
IT
COOL!

THE NEW (M)WLC SERIES OFFERS:

FORCED-AIR CONDUCTION CONVECTION COOLING



(M)WLC550

MEDICAL AND INDUSTRIAL VERSIONS

EFFICIENCIES UP TO 93%

- 40 TO 70 DEGREE OPERATION
- MEDICAL VERSION IS EDITION 4 EMC COMPLIANT
- 3 X 5 X 1.5 INCH PROFILE
- 550 WATT FORCED AIR COOLED RATING

Hall A2, Stand 475

 electronica

Wie sich bipolare Spannungen störungsarm erzeugen lassen

Alle unterschiedlichen Möglichkeiten, positive und negative Versorgungsspannungen zu erzeugen, haben Vor- und Nachteile. Neue Schaltregler-ICs bieten hier effiziente und störungsarme Alternativen.

FREDERIK DOSTAL *

In vielen Anwendungen ist für den Signalfeld sowohl eine positive als auch eine negative Versorgungsspannung notwendig. Damit werden beispielsweise bipolare Operationsverstärker oder auch Analog-Digital-Wandler versorgt. Die negative Spannung kann auf unterschiedliche Weise erzeugt werden. Die üblichsten sind eine negative Sekundärwicklung auf einem bereits vorhandenen Transformator, eine Erzeugung mit einer invertierenden Ladungspumpe, eine invertierende CUK-Schaltung und die Inverting-Topologie.

Alle diese Topologien sind altbekannt und werden häufig verwendet. Es gibt jedoch Weiterentwicklungen auf diesem Gebiet, mit denen sich Störungen reduzieren und die Effizienz erhöhen lassen.

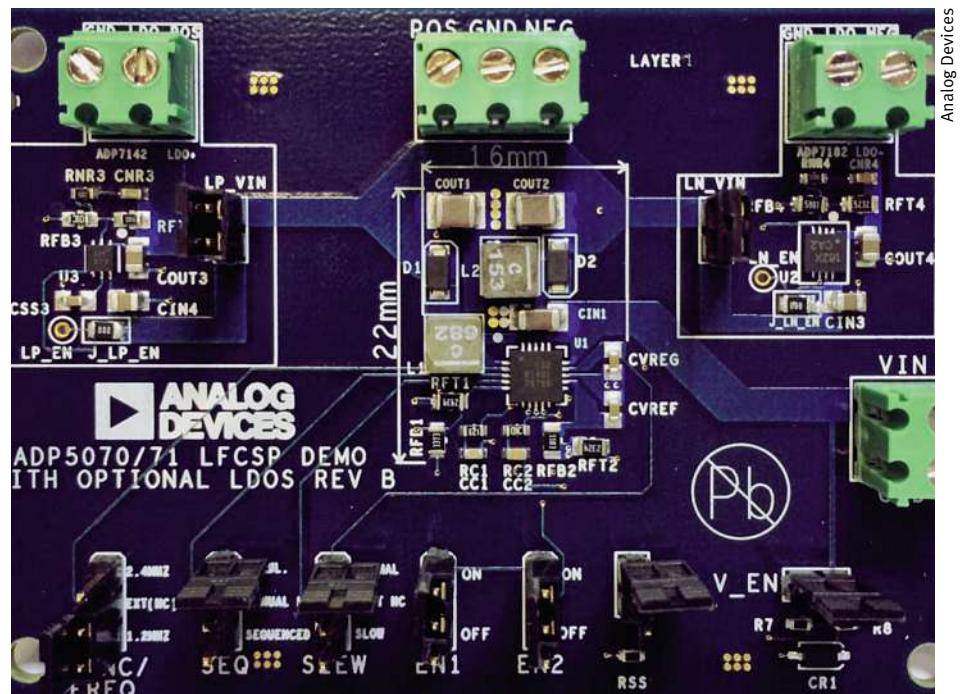
Ein Transformator erzeugt die negative Spannung

Die Verwendung eines Transformators zur Erzeugung einer negativen Spannung ist nur sinnvoll, wenn im System aus anderen Gründen bereits ein Transformator vorgesehen ist oder galvanische Trennung gefordert ist. Der Einsatz eines Transformators nur für den Zweck der Generierung einer negativen Spannung ist üblicherweise zu aufwändig und zu teuer.

Bild 1 zeigt, wie eine negative Spannung mit einem bestehenden Transformator für eine 3,3-V-Versorgung erzeugt werden kann. Eine zusätzliche Wicklung funktioniert gut, hat jedoch auch einige Nachteile. Die Regelung des Sperrwandlers erfolgt auf die generierten 3,3 V. Somit muss die negative Spannung mit einem negativen Linearregler wie dem ADP7182 nachgeregelt werden, wobei relativ hohe Verluste entstehen.



* Frederik Dostal
... arbeitet als Power Management Expert bei Analog Devices in München.



Das Evaluation Board ADP5070CP-EVALZ: Mit ihm lässt sich die Funktionalität des DC/DC-Wandlers ADP5070 demonstrieren

Eine weitere Möglichkeit ist der Einsatz einer Ladungspumpe, mit der sich negative Spannungen recht einfach erzeugen lassen. Ladungen auf Kondensatoren werden dabei mithilfe von Schaltern zu anderen Spannungen hinzufügt. Bild 2 zeigt den Aufbau einer Ladungspumpe, die negative Spannungen erzeugen kann.

Eine Ladungspumpe benötigt keine Induktivitäten

Die Vorteile einer Ladungspumpe sind, dass es durch diese Methode relativ einfach ist eine negative Spannung zu erzeugen. Es werden keine Induktivitäten benötigt. Es gibt aber auch Nachteile. Die maximale Leistung ist klein und liegt üblicherweise mit 100 mA bei -5 V bei 500 mW. Zudem hat die erzeugte Spannung eine starke Welligkeit. Diese Tat-

sache erfordert für viele Anwendungen zusätzliche Filterstufen. Für kleine Leistungen ist diese Art der Generierung einer negativen Spannung sehr beliebt.

Die CUK-Topologie generiert wellenarme negative Spannung

Eine sehr elegante Möglichkeit eine negative Spannung zu erzeugen, ist die CUK-Topologie (nach Slobodan Ćuk, der die Schaltung 1976 vorstellte). Bild 3 zeigt eine entsprechende Schaltung. Sie generiert eine negative Spannung mit sehr geringer Welligkeit. Dieses Verhalten ist auf die beiden Induktivitäten zurückzuführen: Eine Induktivität ist eingeschaltet und die andere ausgeschaltet. Dies stellt sicher, dass eine CUK-Topologie sowohl eingeschaltet als auch ausgeschaltet nur geringe

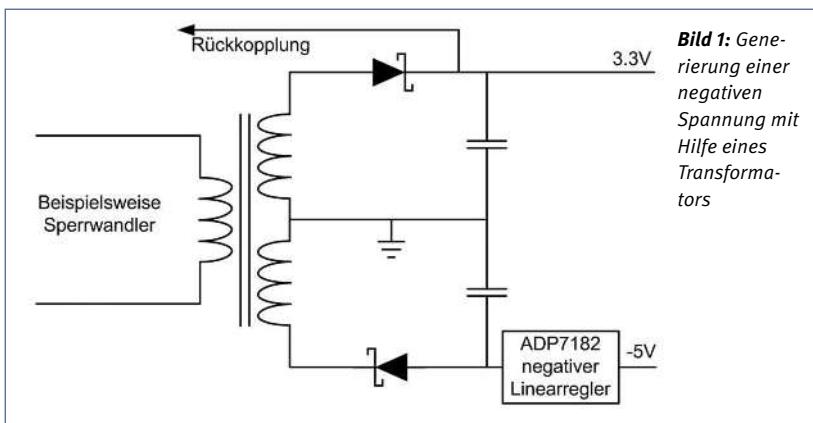


Bild 1: Generierung einer negativen Spannung mit Hilfe eines Transfornators

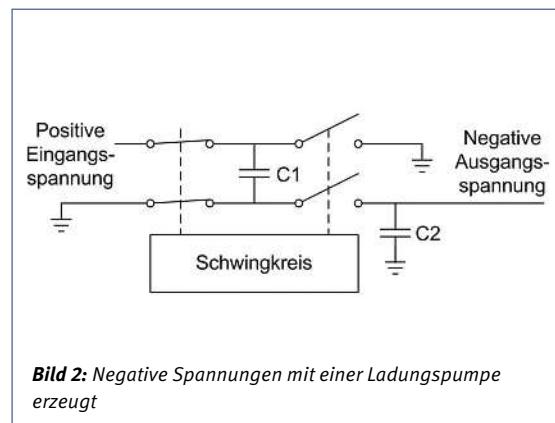


Bild 2: Negative Spannungen mit einer Ladungspumpe erzeugt

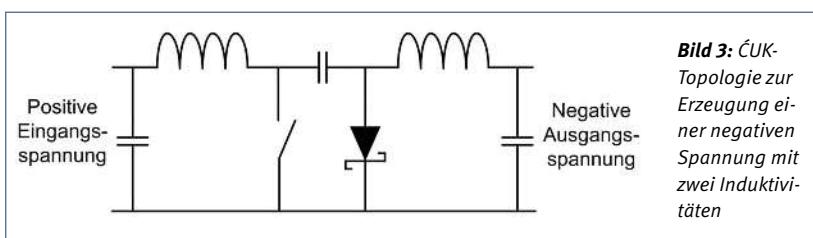


Bild 3: ĆUK-Topologie zur Erzeugung einer negativen Spannung mit zwei Induktivitäten

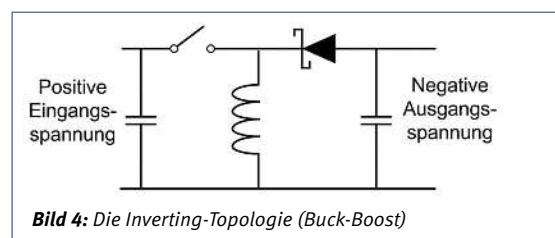


Bild 4: Die Inverting-Topologie (Buck-Boost)

Störungen erzeugt. Nachteilig ist, dass zwei Induktivitäten benötigt werden und dass es nur wenige Schaltregler gibt, die den notwendigen negativen Rückkoppelpfad bieten.

Inverting-Topologie braucht nur wenige Komponenten

Eine Inverting-Topologie kann eine negative Spannung mit nur einer Induktivität erzeugen. Bild 4 zeigt eine solche Schaltung. Sie gehört zu einer der drei grundlegenden Schaltregertopologien, die neben einem Eingangs- und Ausgangskondensator mit nur jeweils einem Schalter, einer Diode und einer

Induktivität auskommt. Zu dieser Gruppe gehören der Abwärtswandler (Buck) der Hochsetzsteller (Boost) sowie die Inverting-Topologie. Somit hat der Inverting-Regler nur einen geringen Bauteilebedarf und hat eine generell hohe Leistungseffizienz. Praktisch kann für eine Inverting-Schaltung ein beliebiger Buck-Regler oder -Kontroller verwendet werden. Er wird so betrieben, dass der Masseanschluss des Buck-Reglers zur negativen Ausgangsspannung wird. Dies funktioniert gut, bringt jedoch weitere Auswirkungen mit sich. Dadurch haben die Interface-Pins des Buck-Reglers, beispielsweise Soft-Start, Ena-

ble, Frequenzeinstellung und ähnliches keinen Systemmassebezug mehr, sondern Bezug zur erzeugten negativen Spannung, also zum Masseanschluss des Schaltreglers. Dies kann eine zusätzliche Schaltung zum Umsetzen von Signalspannungen erfordern.

Doppel-Schaltregler-IC optimiert die Schaltung

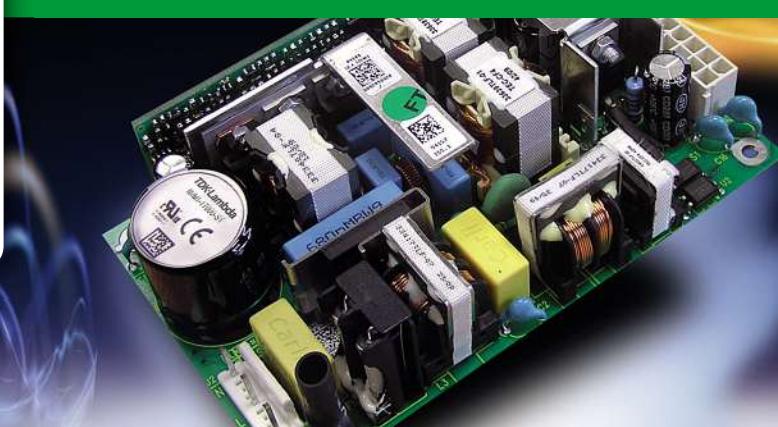
Eine sehr geschickte Möglichkeit eine negative Versorgungsspannung zu erzeugen, ist die Verwendung eines integrierten Stromversorgungsbausteins. Bild 5 zeigt eine solche Schaltung mit dem Schaltregler IC

BUSINESS SPONSOR



■ TRACO POWER

ENTWICKLUNG & AUSWAHL VON STROMVERSORGUNGEN



Alle Details zu Programm und Kongress unter:
www.power-kongress.de

VERANSTALTER:

**ELEKTRONIK
PRAXIS**
Akademie

**POWER
KONGRESS**

ADP5070 von Analog Devices. Er besteht aus zwei voneinander getrennten DC/DC-Wandlern, die aus einem Eingangsspannungsbe- reich von 2,85 bis 15 V sowohl eine positive als auch eine negative Spannung erzeugen. Die positive wird mit einer Boost-Topologie erzeugt und kann bis 39 V betragen, die negative wird mit der Inverting-Topologie erzeugt und kann bis auf bis zu -39 V eingestellt werden. In den meisten Systemen geht man davon aus, dass, wenn eine negative Spannung gebraucht wird, auch eine positive Spannung notwendig ist. Somit ist es vorteilhaft, beide Schaltregler in einem IC zusammenzufassen. Diese Integration hat neben einem geringen Platzbedarf weitere Vorteile. So sind die Schaltfrequenzen der beiden getrennten Schaltregler in diesem einen IC mit einem Phasenversatz synchronisiert. Das hilft, die von dem Schaltregler erzeugten Störungen, zu minimieren. Wie bei einer invertierenden Topologie üblich, kann der Betrag der negativen Ausgangsspannung größer oder kleiner sein, als die Eingangsspannung selber (Buck-Boost). Die positive Ausgangsspannung des ADP5070 kann ebenfalls größer oder kleiner sein als die Eingangsspannung. Hierfür kann der Regler in einer üblichen „Boost“-Topologie als auch in einer „SEPIC“-Topologie betrieben werden. Die Regelschleife ist so ausgelegt, dass beide Betriebsarten zulässig sind.

Der integrierte Schaltregler für die Inverting-Topologie beinhaltet automatische Spannungsanpassungen für alle Interface Anschlüsse. Somit können beispielsweise Signale zum Ein- und Ausschalten, oder zum Einstellen der Schaltfrequenz, einen Systemmassebezug haben und müssen nicht, wie bei der Inverting-Topologie allgemein üblich, mit Spannungsumsetzern angepasst werden. Es sind unterschiedliche Arten der Einschal- tung vorgesehen. Entweder ein gleichzeitiges Anlaufen der positiven und der negativen Ausgangsspannung oder ein sequentielles Anlaufen, wobei eine Spannung erst eine gewisse Schwelle (ca. 85%) der eingestellten Ausgangsspannung erreichen muss, bevor die andere Spannung aktiviert wird. Neben der flexiblen Anlaufmöglichkeit kann die Anlaufgeschwindigkeit jeweils getrennt mit einem eigenen Soft-Start eingestellt werden.

Um eine kleine Bauform der Stromversorgung zu ermöglichen, ist die Schaltfrequenz bis 2,4 MHz einstellbar und bis 2,6 MHz mit einem externen Takt synchronisierbar. Diese sehr hohen Schaltfrequenzen ermöglichen die Verwendung von kleinen und kostenopti- mierten Induktivitäten. Zudem hilft der hohe Freiheitsgrad der Schaltfrequenz dabei, erzeugte Störungen auf Frequenzbereiche zu

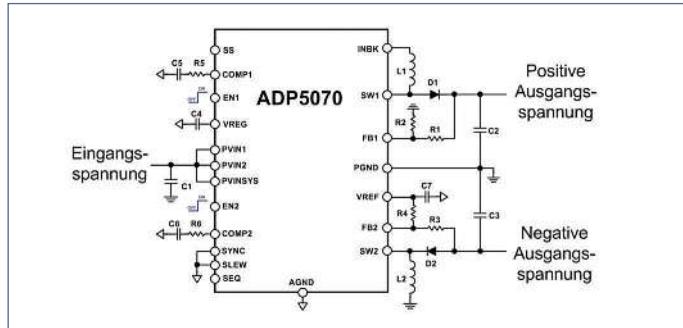


Bild 5: Erzeugen einer positiven und negativen Spannung mit einem Schaltregler-IC

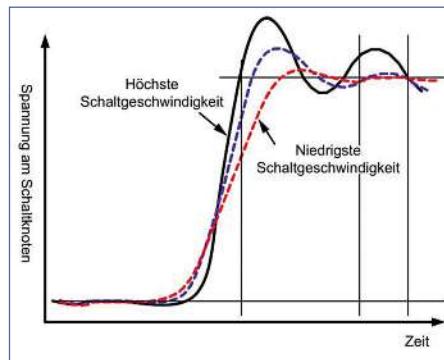


Bild 6: Einstellbare Geschwindigkeit der Schaltüber-gänge

setzen, bei denen das System besonders we- nig gestört wird.

Wie sich sehr störungsarme Spannungen erzeugen lassen

Viele Anwendungen, die negative Versor- gungsspannungen benötigen, müssen mit störungssarmen Spannungen versorgt werden. Ein Beispiel ist der Signalpfad einer messtechnischen Anwendung. Hier benötigt ein bipolarer Operationsverstärker oder auch die bipolare Eingangsstufe eines Analog Digital Umsetzers sowohl eine positive, als auch eine negative Versorgungsspannung. Schaltregler erzeugen eine gewisse Aus- gangsspannungswelligkeit, die mit einem guten Ausgangskondensator mit niedrigem ESR (Equivalent Series Resistance) und ho- hem Kapazitätswert sowie einer großen In- duktivität minimiert werden kann. Darüber hinaus helfen zusätzliche Filterstufen, be- spielsweise mit einem LC-Filter oder einem Linearregler.

Ein größeres Problem sind üblicherweise die von den Schaltübergängen erzeugten Störfrequenzen. Sie werden generiert, indem ein Stromfluss in nur wenigen Nanosekun- den geschaltet wird. Vorhandene parasitäre Induktivitäten im geschalteten Stromlauf- pfad erzeugen bei schnellem Schalten, hoch- frequente Spannungsspitzen, die sich leicht in der gesamten Schaltung verbreiten. Die

parasitäre Induktivität kommt beispielswei- se von den Leiterbahnen auf der Platine oder auch von den Gehäusen der verwendeten Bauteile. Beim Entwurf der Stromversorgung ist darauf zu achten, die AC-Strompfade, al- so die Leiterbahnen, auf denen der Stromfluss in einer Stromversorgung im Betrieb an- und abgeschaltet wird, so kompakt wie mög- lich auszuführen. Dies minimiert die parasitäre Induktivität und reduziert die von den Schaltübergängen erzeugten Störungen.

Wenn ein optimiertes Platinenlayout er- stellt wurde und es trotzdem zu Störungen kommt, kann passende Abhilfe sehr aufwändig sein. Diese Tatsache ist bei Entwicklungen besonders unangenehm, da Störungen häufig erst sehr spät im Entwicklungsprozess bemerkt werden. Dann ist es meist mit ho- hem Kosten- und Zeitaufwand verbunden, Abhilfe zu schaffen.

Der ADP5070 hat eine wertvolle Funktion integriert, die zum Reduzieren von Störungen erheblich beitragen kann: Für eine hohe Leistungseffizienz können die Schaltüber- gänge sehr schnell ausgelegt werden. Sollte es im Laufe der Systementwicklung zu Pro- blemen bezüglich Störungen kommen, las- sen sich die Schaltübergänge um zwei Stufen verlangsamen. Dies reduziert zwar die Leis- tungseffizienz durch höhere Schaltverluste, reduziert aber auch die durch die Schaltüber- gänge generierten Störungen. Bild 6 zeigt die Auswirkung auf die Schaltflanken bei unter- schiedlichen Einstellungen. Wenn der SLEW- Pin mit VREG verbunden wird, ist die mittlere Schaltgeschwindigkeit ausgewählt. Ein schnelleres Umschalten für höchste Leis- tungseffizienz wird erreicht, wenn der SLEW- Pin mit keiner Leitung verbunden wird. Um die geringsten Störungen zu erhalten wird der SLEW-Pin mit Masse verbunden. Diese Einstellmöglichkeit schafft ein optimiertes System im Bezug auf Leistungseffizienz sowie EMV-Verhalten und es beruhigt die Nerven eines Entwicklers ungemein.

// TK

Analog Devices

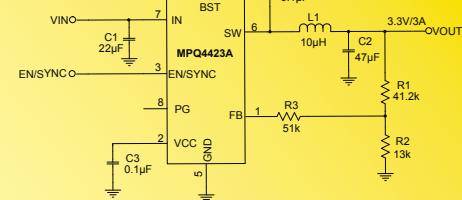
+49(0)89 769030

Design 101: Call MPS

MPQ4423A

**Excellent Efficiency, 3A, 36V
Synchronous Step-Down Converter**

Easy



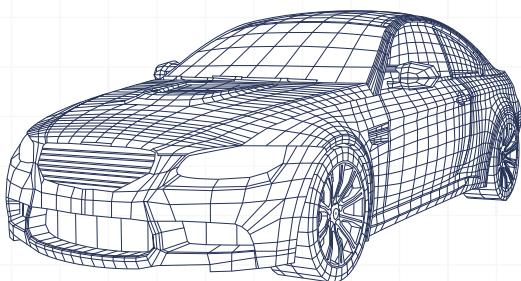
Key Highlights

- AEC-Q100 Qualified
- Wide 4V to 36V Continuous Operating Input Range
- 95% Efficiency Synchronous Mode Operation
- Good EMI, Compliant with CISPR25 Class 5
- Low Dropout Voltage for Automotive Cold Crank



www.monolithicpower.com

© 2016 Monolithic Power Systems, Inc. Patents Protected. All rights reserved.



Follow us on:



Was Sie über die Lebensdauer von Stromversorgungen wissen sollten

Wie langlebig ist eine Stromversorgung unter den vorgegebenen Einsatzbedingungen im Endgerät? Die Antwort auf diese Frage findet sich nicht einfach als Zahlenwert in den Spezifikationen der Hersteller.

Es war ein schwüler Sommertag. Das Thermometer zeigte 30 °C – und das Display des Magnetresonanztomographen den Ausfall einer Stromversorgungseinheit. Die Maschine war erst fünf Jahre alt. Der sofort kontaktierte Service kündigte sich für den nächsten Morgen an. Zu spät für den Patienten, der bereits im MRT lag und alle anderen im vollen Wartezimmer der radiologischen Praxis. Die Patienten mussten nach Hause geschickt und neue Termine vereinbart werden. Viel Ärger, Verdienstausfall und auch ein Stück weit Vertrauensverlust in die Verfügbarkeit der Technik bei Personal und Patienten.

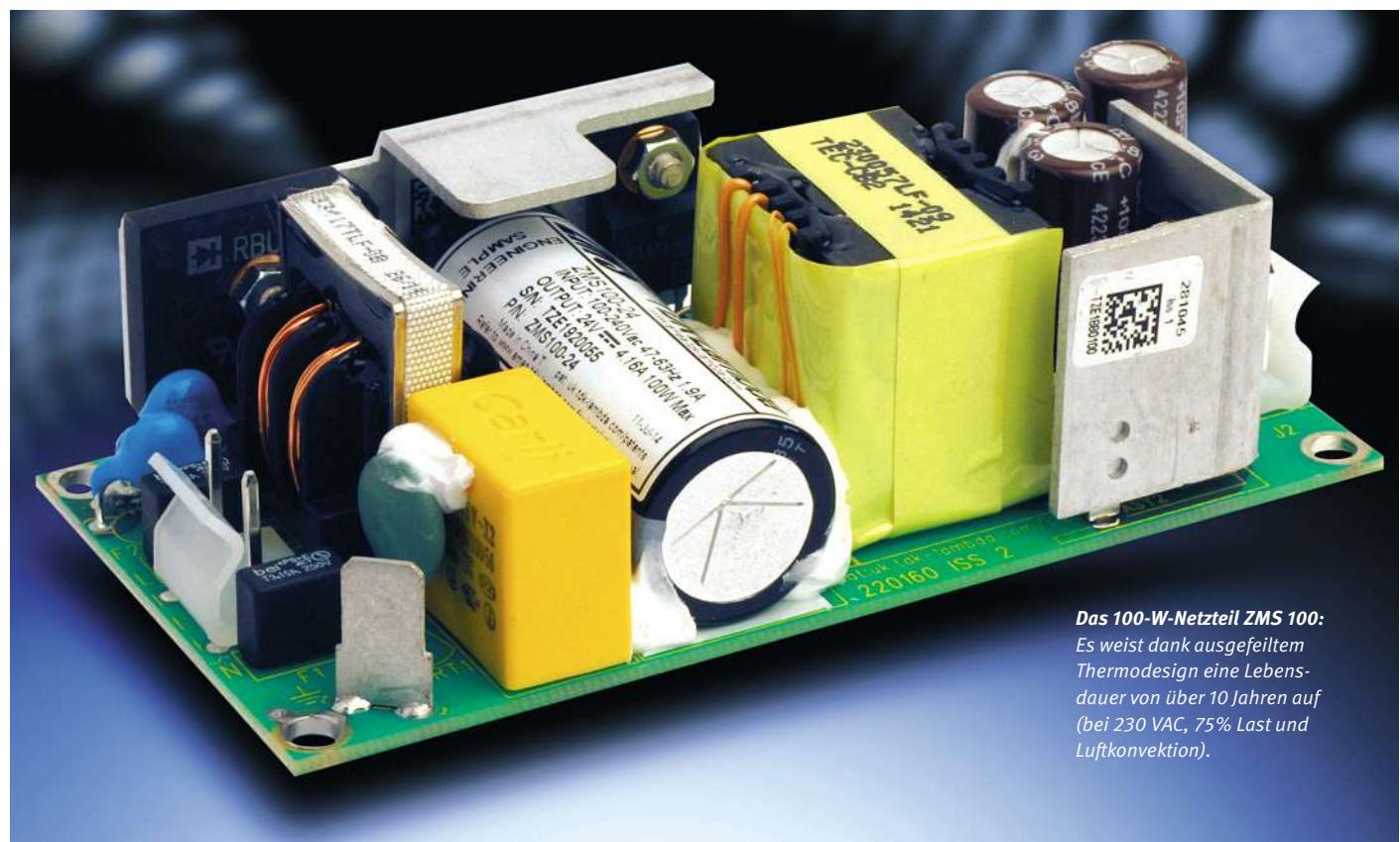
Und das alles wegen eines Elektrolyt-Kondensators, wie sich später beim Netzteilhersteller herausstellte. Der Kondensator hatte

aufgrund der Erwärmung sein Leben ausgehaucht. Dabei war das Medizintechnikunternehmen bei der Auswahl dieser Stromversorgung von einer ausreichend langen Lebensdauer ausgegangen. Als MTBF-Wert, Mean Time Between Failure, wurden vom Hersteller 270.000 h angegeben, das entspricht einer Zeitspanne von 30 Jahren. Weitere Eigenschaften, wie Überlast-, Kurzschluss-, und Überspannungs-Schutz versprachen darüber hinaus ein langes, störungsfreies Produktleben.

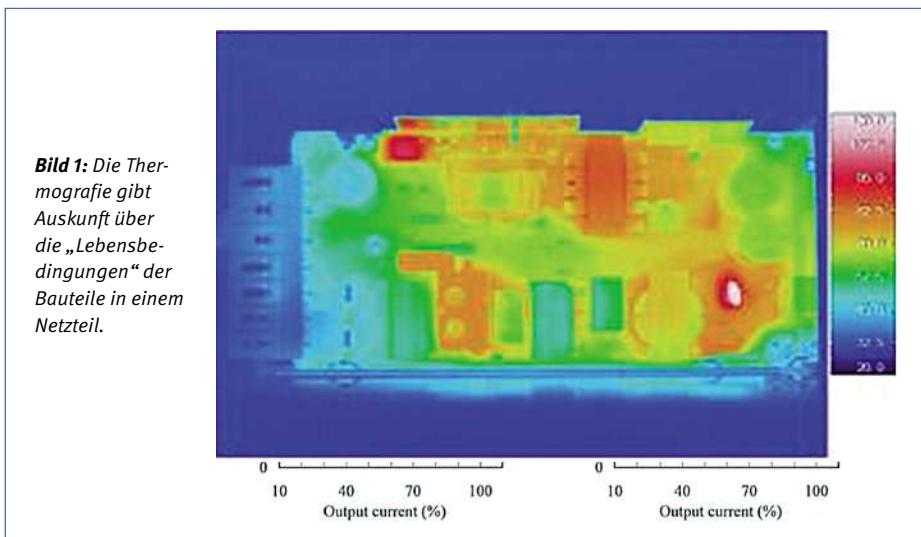
Ohne Lüftungsschlitzte steigt die Innentemperatur

Der Hersteller hatte sich für Netzteile mit Konvektionskühlung entschieden. Elektrik und Elektronik des MRT-Geräts waren bereits

im Labor erfolgreich ausgetestet, als das Produktdesign noch einmal Veränderungen am Gehäuse vornahm. Die Lüftungsschlitzte verschwanden und alles sollte kompakter werden. Die Folge war eine Erhöhung der InnenTemperatur. Udo Schweizer vom Stromversorgungshersteller TDK-Lambda hält es nicht für abwegig, dass die Änderungen an der Gehäusegestaltung des Kunden für das Versagen des Netzteils verantwortlich waren. Schweizer, als Product Manager und Field Application Engineer für Standard-Einbaustromversorgungen zuständig, wird täglich mit Fragen der Lebensdauer von Stromversorgungen konfrontiert. „10 Kelvin Temperaturerhöhung am Kondensator halbieren die Lebensdauer“, so sein ernüchterndes Resümee.



Das 100-W-Netzteil ZMS 100:
Es weist dank ausgefeiltem Thermodesign eine Lebensdauer von über 10 Jahren auf (bei 230 VAC, 75% Last und Luftkonvektion).



Am Elko addiert sich zur Umgebungs-temperatur die Eigenerwärmung, hervorgerufen durch einen mehr oder weniger ausgeprägten Ripple-Strom in den Elko. Im Industriebereich sind Betriebstemperaturen bis 50 °C der Standard. Angenommen ein 105 °C-Elko mit 10.000 h Lifetime ist bei 50 °C Umgebungstemperatur einer Eigenerwärmung von 25 °C ausgesetzt, das sind 30 K unter Spezifikation. Daraus resultiert eine Lebenserwartung von 80.000 h – etwa 9 Jahren. In besagtem MRT-Gerät treten jedoch in einigen Zonen des Gehäuses bis zu 70 °C und mehr auf. Selbst bei einer deutlich reduzierten Eigenerwärmung lassen sich mit den gebräuchlichen 105 °C Elkos hier nur noch wenige Jahre Lebenserwartung realisieren. Höherwertige Elkos bis 130 °C gibt es zwar, in Standard-Stromversorgungen findet man diese jedoch selten.

Was bei der Evaluation konkret zu beachten ist

Schweizer rät dazu, stets die Einbau- und Betriebssituation der Netzteile zu berücksichtigen. Die Hinweise zur MTBF allein sind keine Entscheidungskriterien: „Die publizierten Spezifikationen der Hersteller liefern keine konkreten Zahlenangaben zur Lebenserwartung der Geräte. Zu viele äußere Faktoren spielen eine Rolle. So dass sich die Lebenserwartung nicht einfach als Zeile unter den Spezifikationen mit auflisten lässt. Die gewährte Garantie gibt sicher einen ersten Anhaltspunkt, wie lange das Gerät wohl halten wird“, sagt der Netzteil-Spezialist.

Viele verlassen sich bei der Auswahl der Bauteile auf die Angabe der MTBF. Für diese gibt es verschiedene Berechnungsmethoden – z.B. MIL-HDBK-217, Bellcore/Telcordia oder auch Siemens Norm. Abweichungen um den

Faktor 10 bis 50 sind dabei üblich. Ohne konkrete Aussagen zur Berechnungsgrundlage der MTBF sind die Angaben der Hersteller wenig hilfreich. Klammt der Hersteller zudem verschleißanfällige Komponenten wie zum Beispiel Lüfter – aus der Berechnung aus, werden Produktvergleiche erst recht fragwürdig.

Wesentliche Parameter zum Ermitteln der Lebenserwartung

Der MTBF-Wert wird als Kehrwert aus der Addition aller Fehlerraten ermittelt. Welchem Stress jedes Bauteil innerhalb des Gerätes ausgesetzt ist, spielt bei dieser Betrachtung keine Rolle. Doch Auslastung, Temperatur und andere Umgebungseinflüsse sind die maßgebenden Parameter, um die Lebenserwartung eines Gerätes zu ermitteln.

Dabei wären über die Service-Retouren ermittelte, tatsächlich aufgetretene Ausfälle eine viel verlässlichere Quelle für die Lebenserwartung eines Gerätes. Das Problem: Diese Daten werden erst im Laufe der Zeit – oft nach mehreren Jahren – wirklich aussagekräftig. Beim Design der Anwendung liegen meist noch keine verwertbaren Langzeiterfahrungen aus dem Feld vor.

Um Alterung und Verschleiß in einem Netzteil zu bestimmen, werden einige Prototypen eines Gerätes erhöhten Betriebstemperaturen und mechanischen Belastungen ausgesetzt. Mittels dieses sogenannten Highly Accelerated Life Test (HALT) lassen sich Schwachstellen des Designs aufzudecken. Diese Erkenntnisse fließen dann in die weitere Produktentwicklung ein. Obwohl HALT sich wenig für eine Prognose zur Ausfallwahrscheinlichkeit im Normalbetrieb eignet, zeigt das Verfahren jedoch eindrucksvoll: bei Standard-Stromversorgungen sind immer die

DIN-Hutschienen-Netzteile



75 - 960W

Serie SDR

- 1-Phasen-Weitbereichseingang
- Peak-Power bis 150 %
- Effizienz bis 94 %
- SEMI F47 & GL geprüft (modellspezifisch)
- 3 Jahre Herstellergarantie



120 - 480W

Serie WDR

- 1/2-Phasen-Weitbereichseingang
- Effizienz bis 93 %
- 3 Jahre Herstellergarantie



75 - 480W

Serie NDR

- 1-Phasen-Weitbereichseingang
- Effizienz bis 92,5 %
- 3 Jahre Herstellergarantie

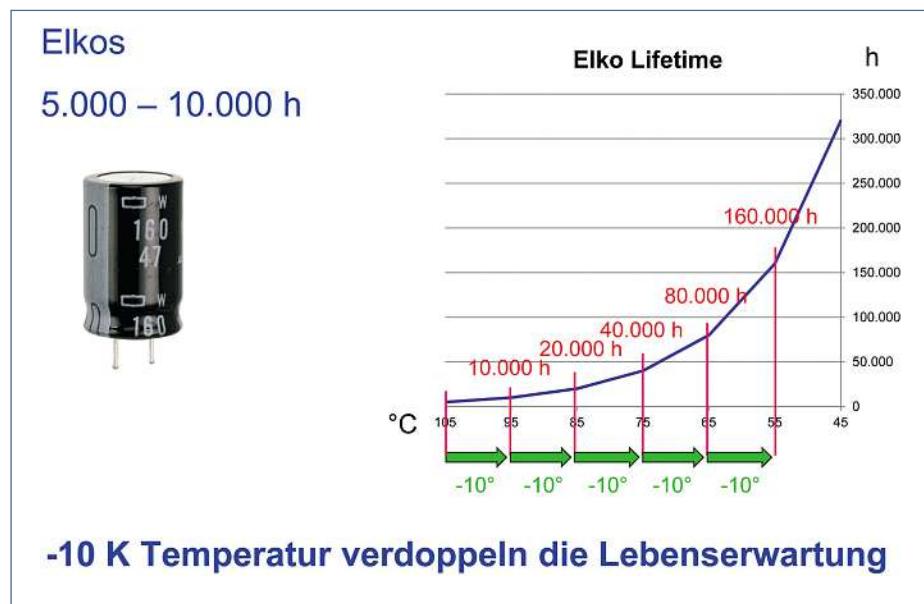


Bild 2: Einfluss der Temperatur auf die Lebenserwartung eines Aluminium-Elektrolyt-Kondensators.

gleichen Komponenten für die Lebenserwartung entscheidend. Namentlich: Lüfter, Relais und immer wieder die Elektrolyt-Kondensatoren.

Mit zunehmender Leistung wird ein Lüfter immer wichtiger

Während Relais weitgehend durch Halbleiterelemente ersetzt werden, für die die Zahl der Schaltvorgänge eine untergeordnete Rolle spielt, kommt man an Lüftern nicht vorbei. Gerade in Schaltnetzteilen ab einer Ausgangsleistung von etwa 300 W gewährleisten Lüfter die Kühlung des Netzteiles und wirken sich zunächst einmal positiv auf die Lebenserwartung aus. Gleichzeitig aber unterliegen sie als mechanisches Bauteil dem Verschleiß. Je kleiner der Lüfter, z.B. in hoch integrierten Netzteilbauformen mit 1 HE Front-Ends – desto höher der Verschleiß aufgrund erhöhter Drehzahlen.

Wärme beschleunigt die Alterung der Bauteile und damit ihr Ausfallrisiko, besonders bei Elkos. Somit sind Elektrolytkondensatoren in der Regel das lebenszeitbestimmende Element in jedem Netzteil. Die Lebenserwartung von Elkos wird bei Ihrer spezifizierten Maximaltemperatur angegeben. Bei Erreichen der genannten Lebenszeit hat der Elko aber bereits ca. 20% seiner ursprünglichen Kapazität eingebüßt. Ab diesem Punkt führt der gestiegene Innenwiderstand zu einer immer stärkeren Eigenerwärmung und damit zu einer sich beschleunigenden Alterung, die in absehbarer Zeit zum Ausfall führt. 5000 bis 10.000 h – das bedeutet, dass bei einer Temperatur von 105 °C die Lebenserwartung eines Elkos bei gerade einmal einem Jahr

liegt – ein Wert, der weit unterhalb jeder akzeptablen Einsatzdauer eines Endgerätes liegt.

Was ein Hersteller von Stromversorgungen bieten muss

Zunächst sollte es eine Selbstverständlichkeit sein, die Bauteilespezifikation auch unter ungünstigsten Einsatzbedingungen nicht auszureißen. Der Hersteller sollte der Temperaturrentwicklung aller Bauteile besonderes Augenmerk schenken. Das Design muss eine zuverlässige Kühlung aller kritischen Bauteile sicherstellen. Insbesondere die Elektrolytkondensatoren sind sorgfältig zu dimensionieren und so innerhalb des Netzteiles zu platzieren, dass ihre Temperatur so gering wie möglich bleibt.

Vor diesem Hintergrund sollten Anwender abwägen, ob das aktuell leistungsstärkste Modell innerhalb einer Standardbaugröße – z.B. im 2“-x-4“-Format – die beste Lösung darstellt. Bei extrem kompakten Designs werden möglicherweise Kompromisse eingegangen, die sich negativ auf die Lebenserwartung des Gerätes auswirken.

TDK-Lambda dokumentiert in seinen „Reliability Data“ umfangreiche Informationen zur Temperaturrentwicklung. Neben der obligatorischen MTBF-Berechnung findet man dort eine Tabelle zur den Reserven in der Dimensionierung der Bauteile – die „Component Derating List“. Diese Übersicht zeigt, zu wieviel Prozent das Bauteil bei Nennbelastung des Netzteiles tatsächlich ausgelastet ist. Wird ein Transistor bei Einsatz unter Nennlast im Netzteil gerade einmal 99,7 °C warm, obwohl er nach Bauteile-Spezifikation

bis zu 150 °C warm werden darf, ist er nur zu 66,5% ausgelastet. Eine Tatsache, die sich sehr positiv auf die Lebenserwartung auswirkt.

Wie der Anwender die Lebenserwartung erhöhen kann

Aber auch Endanwender können etwas für die Lebenserwartung ihrer Stromversorgung im Endgerät tun. Denn was für das Design innerhalb des Netzteiles gilt, das gilt auch beim Einbau des Netzteiles im Endgerät. Entscheidend ist die Temperatur, bei der das Netzteil innerhalb des Endgerätes betrieben wird. Daraus ergibt sich die Entscheidung für das passende Kühlkonzept. Man unterscheidet hier grob vier Arten: Konvektionskühlung, Lüfterkühlung, Kontaktkühlung über eine Baseplate und Kühlung über einen Luftstrom.

Am besten geeignet ist ein Bereich mit möglichst geringer Wärmeentwicklung und ausreichend Freiraum zur Luftzirkulation, bzw. gut gekühlt durch Luftstrom, Lüftungsschlitzte usw.

„Wie stark ist die Temperaturerhöhung innerhalb des Endgerätes gegenüber der Umgebungstemperatur? Wie wärmedurchlässig ist das Gehäuse des Endgerätes? Kann die innerhalb des Gehäuses entstehende Wärme schnell an die Umgebung abgegeben werden, oder bildet sich ein Wärmestau?“ fragt Udo Schweizer und warnt: „Möglichst kompakte Gehäuse sind sicher chic und der Verzicht auf Lüftungsöffnungen ist je nach Einsatzfeld zwingend – aber die Auswirkungen auf die Temperaturrentwicklung im Gerät dürfen nicht außer Acht gelassen werden!“

Der Aufstellort beeinflusst die Gerätetemperatur

Was Entwickler auch beachten sollten: den Einfluss des Aufstellorts auf die Temperatur des Endgerätes. Auch Sonneneinstrahlung und benachbarte Geräte können die Betriebstemperatur deutlich erhöhen. Und selbst jahreszeitliche Einflüsse können eine Rolle spielen. Weniger problematisch sind jahreszeitliche Schwankungen mit wenigen, heißen Hochsommertagen und überwiegend moderateren Bedingungen. Stellt die Spezifikation eine Maximalanforderung dar, die nur in seltenen Fällen wirklich benötigt wird? Dann kann die Kalkulation der Lebenszeit des Gerätes auf den typischen Einsatzbedingungen beruhen, mit einem eventuell früheren Ausfall bei den wenigen Extremwendungen.

// TK

TDK-Lambda
+49(0)7841 6660

Optimales Design und sinnvolle Auswahl von Stromversorgungen

Der Power-Kongress 2016 am 25./26. Oktober in Würzburg befasst sich mit Design und Auswahl von Stromversorgungen und bietet eine begleitende Fachausstellung: www.power-kongress.de



Hermann Pütthe, Inpotro: Wie Sie schnell zum Schaltnetzteil kommen



Dr. Martin Moerz, RevisionOne: Dos und Don'ts beim SNT-Design



Nils Dirks, DCC: EMV von Stromversorgungen und Wechselwirkungen



Johann Wiesböck, ELEKTRONIKPRAxis: Ich freue mich auf Sie

Der Power-Kongress 2016 teilt sich in zwei unterschiedliche Stränge. Am ersten Tag geht es ausschließlich um das Stromversorgungs-Design und die Zielgruppe setzt sich aus Stromversorgungs-Entwickler zusammen, die ihre Stromversorgungen selber entwickeln. Am zweiten Tag geht es um die richtige Auswahl der passenden Stromversorgung sowie um begleitende Themen, Speziallösungen und aktuelle Trends für Geräte- und Anlagenbauer, die eine optimierte Stromversorgung für ihr System im Gerät integrieren wollen.

Der Power-Kongress wendet sich an Hardwareentwickler, Systemdesigner, Geräte- und Anlagenbauer in den Bereichen Industrieelektronik und Automation, Telekommunikation und Computertechnik sowie in Medizin, Energie und Luftfahrttechnik.

Von den Basics zu Best Practice

Folgende Themen und Referenten gestalten das Programm am 25. Oktober. Motto an diesem Tag: „Design von Stromversorgungen – von den Basics zu Best Practice“.

Vortrag 1: Dos und Don'ts beim Schaltnetzteil-Design. Referent ist Dr. Martin Moerz von RevisionOne Engineering.

Vortrag 2: Benefits of 1200V SiC MOSFETs in Soft-Switching Topologies. Referent ist Vladimir Scarpa von ROHM Semiconductor.

Vortrag 3: New digital power controller for reliability and availability improvement of DC/DC converter. Referent ist Dr.-Ing. Bernhard Strzalkowski von Analog Devices.

Vortrag 4: Bidirektionaler Energiefluss durch den Einsatz von DC-Leistungs-Übertragern. Referent ist Alexander Mezin, Vicor.

Vortrag 5: Der Flyback als optimaler Wandler für offline – SNTs bis > 250 W.

Vortrag 6: Kondensatorauswahl und -belastung entscheiden über Zuverlässigkeit und Lebensdauer von Schaltnetzteilen.

Vortrag 7: Negativer Eingangswiderstand von SNTs – eine selten erkannte Falle.

Vortrag 8: Oszilloskop-Messtechnik in der Schaltnetzteilentwicklung, Referent der Vorträge 5, 6, 7 und 8 ist Dr.-Ing. Artur Seibt.

Auswahl, Integration, Trends

In der Vortragsreihe am 26. Oktober geht es um die Auswahl von Stromversorgungen und um die Integration ins System.

Vortrag 1: Werden SiC und GaN Silizium binnen 2 Jahren ersetzen? Soll man deshalb mit Anschaffungen warten? Reifegrad, Vor-

und Nachteile, sinnvolle Anwendungsbereiche. Referent ist Dr.-Ing. Artur Seibt.

Vortrag 2: Wie Sie schnell und sicher zum optimalen Schaltnetzteil kommen. Referent ist Hermann Pütthe von Inpotron.

Vortrag 3: Kalibrierung von Präzisionsstromwandlern bis 1000A von DC bis 100kHz. Referent ist Helmut Rohrer, Rohrer GmbH.

Vortrag 4: Testing the Power Side of a DUT. Referent ist Dr. Christian Miesner von CME.

Vortrag 5: Die Suchmaschine für DC/DC-Wandler, Alexander Friebe, DCDCselector.

Vortrag 6: Mysterium Datenblatt richtige Auswahl und Anwendung von DC/DC-Wandlern, Frank-Peter Romeis, RECOM.

Vortrag 7: EMV von Stromversorgungen – Problemstellungen und Wechselwirkungen im System trotz zertifizierter Komponenten. Referent ist Nils Dirks von DCC.

Vortrag 8: Implementierung von Stromversorgungen ins System auf der Basis von Datenblattangaben. Referent ist Prof. Dr. Werner Wölflé von Traco Power Solutions.

Vortrag 9: Wie lange lebt meine Stromversorgung tatsächlich? Markus Obritzhauser, EGSTON System Electronics.

//W

www.power-kongress.de

Wie sich Energie aus der Umwelt praktisch nutzen lässt

Energie ist überall, wir müssen sie nur ernten. Worauf es dabei konkret ankommt, erklärt uns Tony Armstrong, Director Product Marketing Power Products bei der Linear Technology Corporation.



Tony Armstrong: Director of Product Marketing Power Products, Linear Technology Corporation

ELEKTRONIKPRAXIS: Herr Armstrong, was sind die Herausforderungen beim Energy Harvesting, besonders bei kleinen Stromversorgern, da die geerntete Energie schließlich nicht gleichmäßig fließt?

Tony Armstrong: In Photovoltaik-Syste- men entfällt der Löwenanteil der Kosten auf Panel und Batterien. Jede kosteneffiziente Lösung maximiert dabei die Kapazitätsausnutzung und die Lebensdauer der Bauteile. So verlängert etwa ein hochwertiger Lader die Laufzeit der Batterie, d.h. kleinere Kapazitäten reichen aus, die Lebensdauer verlängert sich und die Kosten für Wartung sowie Austausch werden reduziert. Verwendet man einen DC/DC-Controller, der die maximale verfügbare Energie zur Verfügung stellt,

reicht ein kleineres und damit kostengünstigeres Panel.

Der LT8490 zum Beispiel ist ein Ladecontroller für Blei- und Lithium-Akkus, der von einem Solarpanel oder jeder anderen DC-Spannungsquelle versorgt werden kann. Er bietet echtes Maximum Power Point Tracking (MPPT) für Solarpaneel und optimiert den Batterieladealgorithmus für verschiedene Batterietypen. Mit 80 V an Eingang und Ausgang kann der LT8490 an Panels mit bis zu 96 Zellen in Serie eingesetzt werden. In der Leistungsstufe kommen vier externe N-Kanal-MOSFETs und eine Spule in einer Buck-Boost-Konfiguration zum Einsatz. Die Buck-Boost-Konfiguration ermöglicht das Laden mit Panelspannungen, die unter oder über

der Batteriespannung liegen oder gleich sind, wobei die niedrigste Panelspannung 6 V beträgt.

Batterien halten länger und liefern länger, wenn der Ladealgorithmus auf den Batterietyp optimiert ist. Ebenso ermöglicht ein leistungsfähiger MPPT-Lader, der dem maximalen Powerpoint (MPP) bei Abschaltung folgt, den Einsatz von kleineren und preiswerteren Panels. Eine diskrete Lösung würde einen Mikrocontroller, einen Hochleistungsschaltregler und einen langen Firmware-Entwicklungszeitraum erfordern und wäre damit deutlich teurer und zeitaufwändiger. Ein integrierter MPPT-Algorithmus, der keine Firmware-Entwicklung erfordert, reduziert die Time-to-Market deutlich, ein integrierter Buck-Boost-Controller ermöglicht eine Eingangsspannung V_{IN} über, unter oder gleich der Batteriespannung V_{BAT} . Unterstützt werden Blei- und Lithium-Ionen-Akkus, erlaubt sind 6 bis 80 V_{in} sowie 1,3 bis 80 V_{BAT}.

Der LT8490 kann von Solarpanels oder anderen DC-Spannungsquellen gespeist werden. Dabei lassen sich die verschiedensten Solarpanel verwenden, mit Panelspannungen die unter, über oder gleich der Batteriespannung liegen. Von 6 V (Kalttemperatur) bis 80 V an Eingang und Ausgang kann der LT8490 an Panels von 16 Zellen bis zu 96 Zellen in Serie eingesetzt werden. Da die Leistungsstufe extern ist, kann sie für die jeweilige Applikation optimiert werden. Falls nötig, kann der Ladestrom begrenzt werden (bei anderen DC-Quellen die Eingangsspannung). Bei Betrieb an Solarpanels folgt der LT8490 dem MPPT auch bei Abschaltung, wenn mehr als ein lokaler MPP auftritt. Escheint z.B. der MPP mit 200 W bei 25 V bei voller Panelbestrahlung, beträgt bei partieller Abschaltung die erzielbare Leistung beim 25-V-Punkt nur noch 50 W, mit einem neuen echten MPP bei 16 V und 128 W. Das MPP folgt von der ursprünglichen Leistungsspitze von 25 V/200 W dem neuen lokalen Maximum bei ~32 V/63 W. Dieser Effekt des doppelten lokalen Maximums ist der Nachteil bei traditionellen MPPT Funktionen, die man in vielen

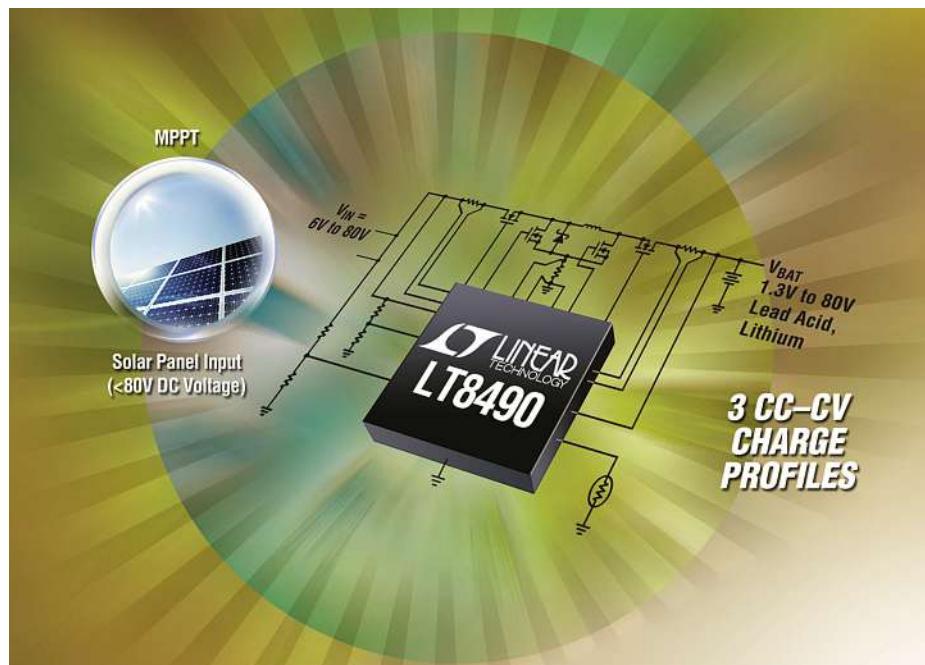
Controllern finden kann, diese bleiben bei der ursprünglichen 25 V/200 W Spitze statt auf die 32 V/63 W Spitze zu folgen. Der LT8490 dagegen findet den echten neuen MPP bei 16 V/128 W, was zusätzliche 65 W vom Panel bringt. Er macht dies durch Messung der gesamten Leistungskurve des Panels in regulären Intervallen und durch Festlegen des echten MPP bei dem gearbeitet wird. In diesem Fall wird mehr als die doppelte Leistung dem Panel entnommen, es wird sogar bei Abschattungen mehr Leistung erzeugt.

Ladealgorithmen können konfiguriert werden entsprechend den Anforderungen der jeweiligen Applikation, dies mit der Spannung an zwei Konfigurationspins. Bleibatterien als AMG, als Geltypen oder Säuretypen benötigen unterschiedliche Ladespannungen für lange Lebensdauer. Li-Ionen- und LiFePO₄-Zellen haben andere Anforderungen an die Ladung als Bleibatterien. Einige dieser eingebauten und konfigurierbaren Ladekontrollfunktionen sind:

- Ladespannungs-Temperaturkompensation (typisch für Bleibatterien) nutzt NTCs,
- Batterieüber- und -untertemperaturerkennung halten den Ladestrom an, um Batterien zu schützen,
- Erkennung defekter Batterien stoppt die Ladung, um Gefahren abzuwenden,
- Einstellbare Erhaltungsladung von tief entladenen Batterien verhindert Schäden,
- Laden mit Konstantstrom bis zum Endwert, dann Laden mit Konstantspannung,
- Reduzieren der Ladespannung beim Erreichen des Endwertes,
- Begrenzung der Ladezeit bei Betrieb an Gleichspannungsquellen.

Effizienz ist der Schlüsselparameter bei der Leistungsumwandlung. Mit welcher Technologie verbessern Sie diese?

Auf der Welt gibt es genügend Umgebungsenergie und der konventionelle Ansatz für die Energieernte erfolgt mit Solarzellen und



Der LT8490: ein Ladecontroller für Blei- und Lithium-Batterien, der auch von einem Solarpanel oder jeder anderen DC-Spannungsquelle versorgt werden kann.

Windgeneratoren. Neue Erntetools ermöglichen uns aber, elektrische Energie auch aus einer ganzen Reihe von weiteren Umgebungsquellen zu gewinnen.

Darüber hinaus ist nicht die Umsetzungseffizienz der Wandlerschaltungen wichtig, sondern der Betrag der durchschnittlich geretteten Energie, die verfügbar ist, sie zu speisen. So wandeln zum Beispiel thermoelektrische Generatoren Wärme in Elektrizität, Piezoelemente wandeln mechanische Vibration, Photovoltaik aus Sonnenlicht (oder jede Photonenquelle) und galvanische Elemente erzeugen Energie aus Feuchtigkeit. Somit werden abgesetzte Sensoren möglich, oder es können Speicher wie Kondensatoren oder Dünnschichtbatterien aufgeladen werden, so dass man Mikroprozessoren oder Transmitter in abgelegenen Orten mit lokalen Quellen versorgen kann. Das wiederum zeigt, dass die Energy-Harvesting-Produkte von Linear in Frage kommen. ICs für diesen Zweck müssen aber auch folgende Kriterien erfüllen:

- Niedrige Standby-Ruheströme – typisch <6 µA bis 450 nA,
- niedrige Start-up Spannungen – herunter bis 20 mV,
- hohe Eingangsspannung bis zu 34 V kontinuierlich und 40 V transient,
- AC-Eingang,
- Mehrfach-Ausgänge und unabhängiges System-Power-Management,
- Arbeiten an unterschiedlicher Polarität,
- Maximum Power Point Control (MPPC) bei Solarversorgung,
- Energieernte aus geringen Temperaturunterschieden ab 1 °C,

Save Energy in Your Power System

4:1 R3 DC/DC Converter

► 3-30W cULus CE CB



- High efficiency up to 90%
- Stand-by power consumption as low as 0.12W
- 4:1 Input range: 9-36VDC, 18-75VDC, 40-160VDC
- Operating temperature: -40°C to +85°C
- Isolation: 1500/3000/6000VDC
- Input under-voltage, output over-voltage, over-current and short-circuit protections

Product Lines



1-240W
AC/DC Converter



0.25-150W
DC/DC Converter



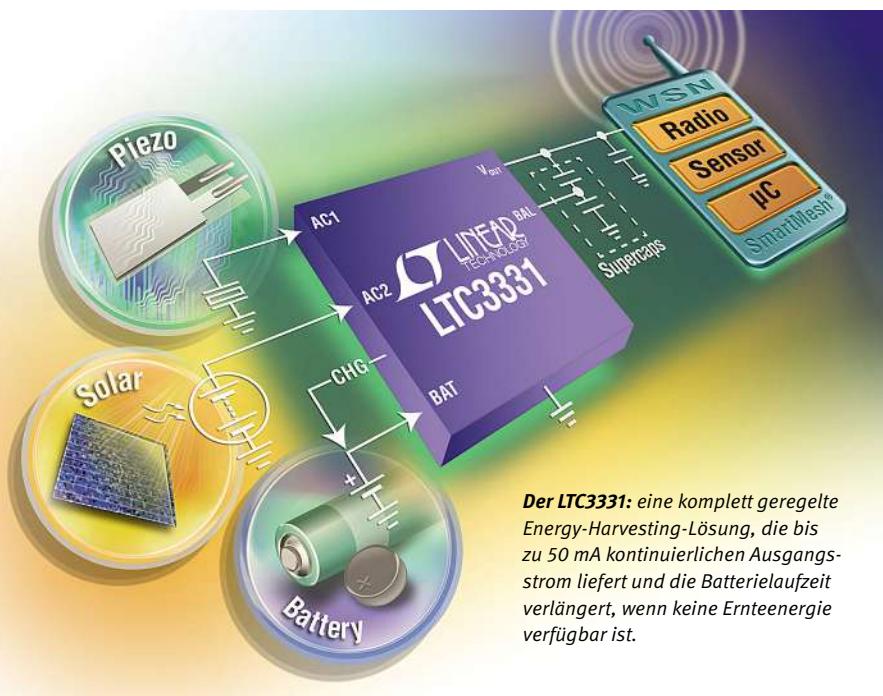
IGBT Driver



EMC Auxiliary Device

* For the detailed information, please refer to datasheet.





- kompakte Lösungen mit nur wenigen Komponenten.

Was sind die Herausforderungen beim Design von Produkten für die Umwandlung von Ernteenergie? Wie ist Ihre Strategie?

Traditionell werden die verschiedenen Sensortypen über Kabel versorgt. Heute jedoch ist es möglich, anstelle viele Kabel in der Fabrik zu verlegen, zuverlässig passende Sensoren drahtlos anzubinden, die dann über viele Jahre von einer Batterie versorgt werden oder mit Ernteenergie aus Quellen wie Licht, Vibration oder Temperaturänderungen. Außerdem ist es möglich, Kombinationen aus aufladbaren Batterien und verschiedenen Ernteenergiequellen zu nutzen. Zusätzlich ist es aus Sicherheitsgründen oft erforderlich die aufladbaren Batterien nicht über Kabel zu laden, sondern über drahtlose Versorgungstechniken.

Moderne und verfügbare Energy-Harvesting- (EH) bzw. Energieernte-Technologien, z.B. aus Vibration oder Solarzellen in Räumen, bieten unter normalen Bedingungen Leistungspegel von Milliwatt. Das klingt wenig, bei Betrieb über Jahre ist die aber vergleichbar mit Long-Life Primärbatterien bezüglich Energiebereitstellung und Kosten pro Energieeinheit. Darüber hinaus laden Energieerntesysteme sich ständig nach der Installation, das ist mit Primärbatterien nicht möglich, die müssen erneuert werden.

Trotzdem nutzen Systeme, die primär auf Ernteenergie beruhen, zusätzlich eine Batterie, auf die umgeschaltet wird, wenn die Ern-

te ausfällt oder unterbrochen ist. Je nach Endapplikation kommt dann eine aufladbare Batterie oder eine Primärzelle zum Einsatz, die leicht und günstig austauschbar sein sollte, was nicht immer möglich ist. Besser ist es deshalb, Akkus einzusetzen. Dann stellen sich bei der Suche nach der optimalen Lademethode folgende Fragen:

- Kann über Kabel geladen werden?
- Steht genügend Ernteenergie zur Verfügung, um das drahtlose Sensornetzwerk zu versorgen und die Batterie zu laden?
- Ist aus Sicherheitsgründen oder Umweltgegebenheiten (schwieriger Austausch) drahtloses Laden erforderlich?

Egal, welche EH-Lösung angestrebt wird, Linears Strategie bietet IC-Lösungen, die die Anforderungen der WSN-Systemdesigner erfüllen und die einfach und schnell deren Wünsche erfüllen.

Welche PMICs eignen sich fürs drahtlose Laden oder Energy Harvesting?

Linear Technology bietet speziell für diese Zwecke zwei ICs an. Der erste ist der LTC3331, ein EH-IC und Batterielaufzeit-Verlängerer. Es handelt sich um eine komplett geregelte EH-Lösung, die bis zu 50 mA kontinuierlichen Ausgangsstrom liefert und die Batterielaufzeit verlängert, wenn keine Ernteenergie verfügbar ist. Er benötigt für die geregelte Versorgung der Last keinen Strom von der Batterie und nur 950 nA, wenn keine Last anliegt. Der LTC3331 enthält eine Hochspannungs-EH-Versorgung und einen synchronen Buck-Boost-DC/DC-Wandler, der von einer

aufladbaren Batterie versorgt wird, um unterbrechungsfreie Energie für EH-Applikationen wie WSNs zur Verfügung zu stellen.

Die EH-Versorgung des LTC3331 nutzt einen Vollbrückengleichrichter für den AC- oder DC-Eingang, einen hocheffizienten synchronen Buck-Wandler und kann Ernteenergie aus Quellen wie Piezoelementen (AC), Solar (DC) oder Induktion (AC) gewinnen. Ein 10-mA-Shunt ermöglicht die einfache Ladung von Batterien mit Ernteenergie, wobei mittels Schutzfunktion eine Tiefentladung verhindert wird. Die aufladbare Batterie versorgt den synchronen Buck-Boost-Wandler, der an Eingangsspannungen von 1,8 bis 5,5 V arbeitet und der verwendet wird, wenn keine Ernteenergie zur Verfügung steht, um den Ausgang zu regeln, wenn die Eingangsspannung über, unter oder gleich der Ausgangsspannung ist.

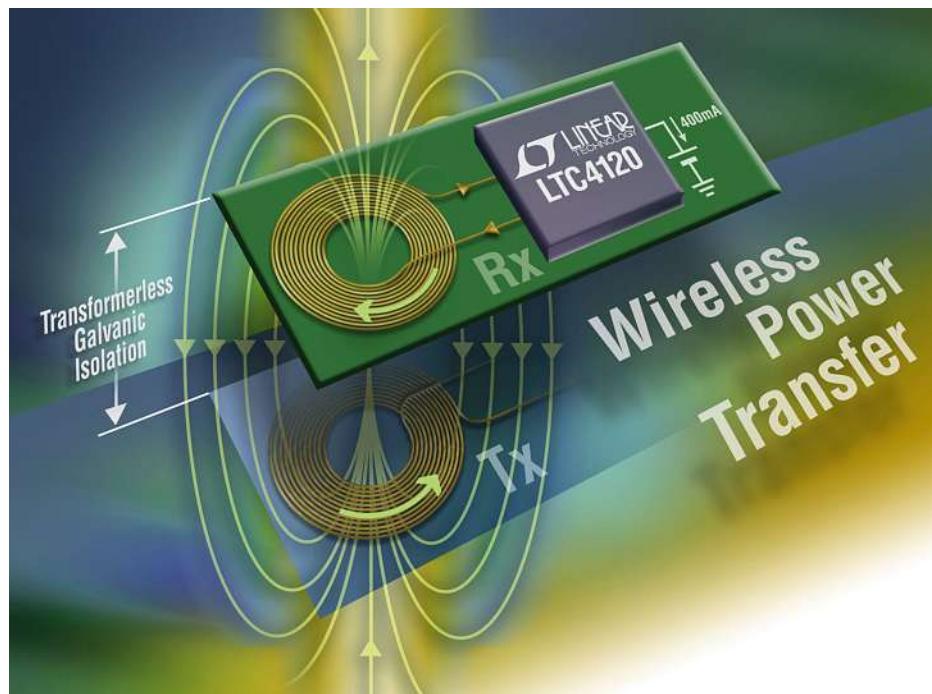
Das Batterielade-IC LTC3331 hat ein wichtiges Merkmal im Zusammenhang mit Mikro-Power-Quellen: Es enthält die Ladelogik, die die Batterie nur dann lädt, wenn genügend Ernteenergie vorhanden ist. Ohne diese Logik würde die EH-Quelle in der Startphase an einem nicht optimalen Betriebspunkt beharren und wäre nicht in der Lage, die Applikation in der Startphase korrekt zu versorgen. Der LTC3331 schaltet dagegen automatisch auf die Batterie, wenn keine Ernteenergie ansteht. Damit ergibt sich ein zusätzlicher Vorteil, der es Batterie betriebenen WSNs ermöglicht, ihre Laufzeit von 10 auf über 20 Jahre zu verlängern, wenn die passende EH-Quelle zu mindestens die Hälfte der Zeit oder länger vorhanden ist. Es ist auch ein Superkondensator-Balancierer integriert für weitere Speicher am Ausgang. Zusätzlich zu den EH-Optionen, profitiert das Internet of Things (IoT) von der verbesserten drahtlosen Ladetechnik, da es Batterieladung ermöglicht, wo ein physikalischer Kontakt nicht praktikabel ist.

Der zweite IC von Linear für drahtlose Ladetechniken ist der LTC4120. Zum effizienten Managen der Energieübertragung unter allen Bedingungen integriert der drahtlose Energieempfänger LTC4120 eine Technologie von PowerbyProxi, einem Partner von LT. Die patentierte Dynamic Harmonization Control, oder DHC-Technik von PowerbyProxi ermöglicht hocheffizientes kontaktloses Laden ohne thermischen oder elektrischen Stress im Empfänger. Damit lassen sich bis zu 2 W über 1,0 cm übertragen. Durch Veränderung der Resonanzfrequenz des Empfängers von abgestimmt auf nicht abgestimmt liefert DHC auch im Worst-case genügend Energie ohne Probleme bei den Best-case-Bedingungen. So können drahtlose

Ladesysteme über einen weiten Bereich von Abständen arbeiten, auch wenn die Lage der Spulen zueinander abweicht. Darüber hinaus vermeiden LTC4120-Systeme alle Interferenzprobleme, die eine Energielieferung unterbrechen würden.

Bei Ein-Zellen-Li-Ionen-Akkus beträgt die maximale Ladespannung 4,2 V und der maximale Ladestrom ist 400 mA, was die Leistung auf 1,7 W begrenzt. Bei zwei in Serie geschalteten Lithium-Ionen-Akkus liegt diese Grenze bei 2 W (8,4 V maximale Ladespannung bis 240 mA maximaler Ladestrom). Die Kennzahlen von Leistung, Effizienz, Abstand und Größe bestimmen die Systemleistung, und so kann ein auf dem LTC4120 basierendes drahtloses Powersystem bis zu 2 W in die Batterie übertragen und dies über eine Entfernung von 1 cm, wenn eine der verschiedenen Sendeoptionen genutzt wird. Berechnungen der Effizienz variieren stark mit den verwendeten Techniken und Komponenten. Typischerweise erhält die Batterie 45% bis 55% der DC-Eingangsleistung, die in den Sender eines LTC4120-basierten Systems gespeist wird.

Die von PowerbyProxi patentierte DHC-Abstimmtechnologie im LTC4120 bietet große Vorteile gegenüber anderen drahtlosen Powerlösungen. Entsprechend den Umgebungs- und Laständerungen variiert DHC dynamisch die Resonanzfrequenz des Resonanztankreises am Empfänger. DHC erzielt so größere Übertragungseffizienz, ermöglicht so kleine Empfänger und einen größeren Übertragungsabstand. Im Gegensatz zu anderen drahtlosen Powerübertragungslösungen ist das DHC-eigene Powerpegel-Management Teil des induktiven Übertragungs-



Der LTC4120: ein IC für drahtlose Ladeapplikationen zum effizienten Managen der Energieübertragung unter allen möglichen Bedingungen

felds. Damit entfällt die Notwendigkeit eines separaten Kommunikationskanals, um den Empfänger zu erkennen oder Lastvariationen im Ladezyklus zu regeln. DHC löst alle fundamentalen Probleme drahtloser Powersysteme. Jedes System muss so entwickelt sein, dass es einen bestimmten Energiebeitrag bei einer gegebenen maximalen Übertragungsentfernung empfängt. Jedes System muss aber auch so aufgebaut sein, dass es ohne Last bei der geringsten Übertragungsentfernung betrieben werden kann, ohne

Schaden zu nehmen. Wettbewerbsprodukte lösen dieses Problem mithilfe eines komplizierten digitalen Kommunikationssystems, das zusätzliche Komplexität und Kosten bedingt und die Übertragungsentfernung limitiert. Ein auf dem LTC4120 basierendes drahtloses Powersystem hingegen bewältigt dieses Problem mittels der DHC-Technologie von PowerbyProxi. // TK

Linear Technology
+49(0)89 9624550

KOMPENDIUM ELEKTRISCHE ANTRIEBSTECHNIK

ELEKTRONIK PRAXIS

Wissen.
Impulse.
kontakte.

www.elektronik-praxis.de

Power Devices auf dem Forum Antriebstechnik 2016

Bewegungsaussteuerung verlangt die brachialtechnisch optimale Interaktion von Sensortechnik, Software und Mechatronik. Rücksichtigen Sie diesen Anspruch.

Motion Chip macht Design leicht für Motorsteuerungen
Diese kleine Leistungsschaltung ist der Baustein für die Steuerung von Schrittmotoren. Sie übernimmt die Steuerung und die Schutzschaltung. Seite 20

Sinusfirming Motoransteuerung reduziert Verluste
Motor Ansteuerung mit Sinusfirming ist eine Methode, um die Ansteuerung eines Schrittmotors zu optimieren. Seite 20

Signalprozessor in mehrachsen Servoantrieben
Herausforderungen bei der Entwicklung von Mehrachsen-Servoantrieben sind die hohe Setztreppigkeit und die Position. Seite 20

Die Zukunft der Antriebstechnik sieht Integration aus
Die moderne Antriebstechnik kann nur durch den Einsatz von Systemen realisiert werden, die die Komponenten vernetzen. Seite 20

Geballtes Know-how hier **kostenlos** abrufen:

www.elektronikpraxis.de/antriebstechnik-kompendium-2015

Kostenloses DIGITAL-KOMPENDIUM

Antriebstechnik & Antriebselektronik

Themen:

- Weg- und Winkelsensoren
 - Leistungselektronik
 - Motion Control
 - Stromversorgung
 - Embedded Software

Jetzt als
ePaper
lesen!

Ein Chip ersetzt die konventionelle Stromversorgung

Die Schwachstelle bei der Beleuchtung mit LEDs ist die Treiberschaltung. Wir sprachen mit Wolfgang Endrich von euroLighting über die Vorteile von treiberlosen LED-Leuchten.



euroLighting

Treiberlose LED: Wolfgang Endrich bietet über euroLighting eine Lösung, um die konventionelle Stromversorgung zu ersetzen.

Mit der Gründung von euroLighting im Jahr 2009 sind Sie ins LED-Geschäft eingestiegen. Was war Ihre Motivation?

Ich bin seit über 40 Jahren in der Distribution für elektronische Bauelemente tätig. Nach meinem Rücktritt als Geschäftsführer bei der Firma Endrich Bauelemente Vertriebs GmbH habe ich die Geschäftsführung an meine Tochter, Frau Dr. Christiane Endrich, übergeben. Durch Zufall bekam ich Kontakt mit einer Firma, die Straßenlampen fertigt. Diese hat mich vom Gebiet der reinen Bauelemente-Distribution auf die Vertriebsidee elektrischer Leuchtmittel gebracht. Zunächst musste ich mich vom

Massengeschäft mit langen Lieferverträgen auf das Projektgeschäft umstellen, wovon ich wenig Erfahrung hatte. Schwierig war es, weil wir für einen Nischenmarkt die richtigen Produkte suchen mussten.

Warum gerade der Markt der LED-Beleuchtung?

LEDs verbreiten sich überall in der Beleuchtungstechnik. Heute sind Retrofit-Lampen als Ersatz für Energiesparlampen, Neonröhren und andere Produkte kein Thema mehr. Der Markt wächst derzeit mit über zweistelligen Zuwachsralten. Mit unserer Firma fahren wir nun eine Doppel-

strategie: erstens der Vertrieb von Retrofitlampen, T8-Röhren, Lichtpanelen, Deckentiefstrahlern und mehr, alles auf LED-Basis, und zweitens das Angebot von fertigen AC-Modulen, die Schaltung und LEDs auf einer Platine vereinen. Ein Hersteller in Ostasien hatte einen neuartigen Chip entwickelt, mit dem sich die konventionellen Stromversorgungen ersetzen lassen. Konventionelle Stromversorgungen sind voluminös, unhandlich und relativ teuer und besitzen einen eigenen Stromverbrauch von ungefähr 15 Prozent bezogen auf die Gesamtleistung. In unseren AC-Modulen sind keine Elektrolytkondensatoren oder andere Bauelemente enthalten.

Welche Neuerungen gibt es bei den D-COB-Modulen mit ihrer treiberlosen AC-Technik?

Wir haben kürzlich die zweite Generation der D-COB-Module in treiberloser Technik vorgestellt und liefern diese seit Mai in Serie. Es wird nicht nur der Chip auf die Leiterplatte gelötet, sondern die Dice des speziellen IC-Chips wird direkt auf die Leiterplatte gebondet. Damit lässt sich die gesamte Schaltung am Rande der Leiterplatte unterbringen. Diese rundum geführte Schaltung wird dann mit Epoxy vergossen. Mit einer neuen Plastikabdeckung lassen sich die AC-Module abdecken und erreichen damit Schutzklasse II.

Was unterscheidet Ihr Angebot von vergleichbaren Produkten?

Wir sind derzeit an der Spitze der Entwicklung mit unserer AC-Schaltung und unseren ICs. Der wesentliche Unterschied besteht in zwei Punkten: Erstens die Dimmbarkeit jeder AC-Schaltung von 10 bis 100 Prozent und zweitens die Verteilung der IC-Chips am Rand der Leiterplatte. Somit ist die Schaltung nicht nur an einem Punkt konzentriert und es kann zu keinen thermischen Problemen kommen. Durch die Anordnung am Rand wird die Wärmeent-

wicklung gleichmäßig über die ganze Fläche verteilt. Mit einer Wärmebildkamera lässt sich sehr genau nachweisen, dass unsere Platinen eine gleichmäßige Erwärmung durch die LEDs und die Schaltung erfahren.

Lassen sich mit der neuen AC-Technik auch Kosten einsparen?

Es sind nicht nur die Kosten für die Power Supply und die Montage, die eingespart werden, sondern es zählen auch die in Geld nicht messbaren Vorteile durch die kleine Bauweise. Ein Kunde, der Netzteile mit Leistungen von 10 bis 20 W einsetzt, könnte bereits bei Bezug unserer Module nennenswerte Beträge einsparen. Das wirkt sich natürlich bei Großserien entsprechend vorteilhaft aus.

In welchen Anwendungen kommen die Platinen zum Einsatz?

Wir haben bisher Lösungen für Tischlampen, Stehlampen, Strahler und Hochleistungsstrahler bis 200 W entwickelt. Neben

Standard-Modulen bieten wir kundenspezifische Lösungen. In unserem Entwicklungsbüro in Deutschland werden Schaltung und Layout erstellt und die fertige Schaltung dann in Ostasien in unserem Auftrag produziert.

Wo geht Ihrer Meinung nach die Entwicklung der LED hin?

Der Trend geht klar zu höheren Lumen/Watt-Leistungen. Derzeit werden 130 lm/W als normal angesehen und dazu eine Steigerung des Farbwiedergabeindex in Richtung CRI >90.

Welche Referenzprojekte gibt es bereits mit Ihren LEDs?

Wir haben mehrere Referenzprojekte am Laufen, unter anderem bei einem bekannten Lampendesigner. Auch bei anderen namhaften Lampenherstellern in Deutschland und im Ausland sind unsere Produkte im Einsatz. Wenn ein Kunde sich einmal mit unserer Technik befasst hat, ist er fasziniert und kommt nicht mehr davon los.

Sechs Jahre euroLighting – wo sehen Sie das Unternehmen zum 10-jährigen Jubiläum?

Wir stellen konsequent alle unsere LED-Vertriebsprodukte auf die neue AC-Technik um. Dazu gehören beispielsweise auch Straßenlampen, T8-Röhren, Flächenleuchten, Deckenleuchten, Retrofitlampen, Deckentiefstrahler und andere Produkte. Wir wollen mit neuester Technik an der Spitze der Entwicklung zu stehen. Dafür sind wir gerne bereit, mit Lampenherstellern unterschiedliche Kooperationen einzugehen, um dieser Technik zu einer schnellen Verbreitung auf dem Markt zu verhelfen. Mit diesem Schritt erhoffen wir uns, Umsätze im zweistelligen Millionenbereich zu erzielen und damit ein leistungsfähiges Mitglied in unserer Firmengruppe zu werden.

Das ausführliche Interview mit Wolfgang Endrich über die treiberlose LED-Technik lesen Sie hier: <http://goo.gl/az43i0> // HEH

euroLighting
+49(0)7452 6007965

BUSINESS SPONSOR



■ TRACO POWER

ENTWICKLUNG & AUSWAHL VON STROMVERSORGUNGEN



POWER KONGRESS

25./26. Oktober 2016, Würzburg, Vogel Convention Center VCC

Alle Details zu Programm und Kongress unter:

www.power-kongress.de

Versorgen Sie Ihre Geräte effizient, sicher und zuverlässig. Auf dem Power-Kongress lernen Sie in Fachvorträgen aktuelle Best Practices in Entwicklung, Auswahl und Integration von Stromversorgungen kennen – und dank der Fachaustellung die passenden Komponenten gleich dazu.

VERANSTALTER:

ELEKTRONIK
PRAXIS
Akademie



Vogel Business Media

www.vogel.de

TÜV-geprüfte Bleibatterien halten Windräder immer auf Kurs

Für einen problemlosen Betrieb von Windkraftanlagen auch im Störungsfall sorgen Sicherheitsvorkehrungen wie das batterie-gestützte Pitch-System, das die Rotorblätter optimal ausrichtet.



visdia-Fotolia.com / Yuasa

Windkraftanlagen im Betrieb: Bleibatterien sorgen dafür, dass die Rotorflügel auch im Störungsfall immer optimal ausgerichtet sind.

Windkraftanlagen produzieren Strom aus erneuerbaren Energiequellen. Da sie vielerlei Einflüssen ausgesetzt sind, ist jede Turbine mit Sicherheitssystemen ausgestattet, die den problemlosen Betrieb gewährleisten. Eines davon ist das batteriegestützte Pitch-System. Raphael Eckert, Group Sales Manager Yuasa Battery (Europe) GmbH, beschreibt die Aufgaben der Bleibatterien in solchen Systemen und erklärt, warum sie sich für diese Anwendung hervorragend eignen.

ELEKTRONIKPRAXIS: Welche Aufgabe erfüllen Bleibatterien in Windkraftanlagen?

Raphael Eckert: Um den Betrieb einer Windturbine sicherzustellen, muss bei einem Spannungsausfall gewährleistet sein, dass die Rotorblätter in die sogenannte Fahnenstellung geführt werden

können. Dafür gibt verschiedene Lösungen, z.B. das batteriegestützte Pitch-System. Es sorgt dafür, dass die Rotorblätter über ihre Stellung die optimale Drehgeschwindigkeit erreichen. Fällt die Spannung aus, liefert die Batterie den Strom, um die Rotorblätter in den Wind zu drehen oder den Rotor zu stoppen bzw. auf eine ungefährliche Drehzahl zu bringen. Für diesen anspruchsvollen Einsatz bietet Yuasa u.a. die Batterie-Typen NP7-12 und NPH5-12 an.

Welche Eigenschaften haben diese Batterietypen?

Beide Typen sind 3- bis 5-Jahres-Batterien nach Eurobat und passen sich somit jedem Servicezyklus an, d.h. die Gebrauchsda-
uer ist so hoch, dass bei normalem Betrieb kein außerordentlicher Austausch not-

wendig ist, der insbesondere im Offshore-Bereich sehr kostspielig ist. Die Batterien werden ab Lager Yuasa Düsseldorf nur ausgeliefert, wenn sie geladen und voll betriebsbereit sind. Zudem testen wir die Batterien hinsichtlich der kurzen, aber doch sehr hohen Entladeströme, die Pitch-Systeme im Notfall ziehen. Beide Typen sind dafür ausgelegt. Gefertigt werden Yuasa-Batterien wie die Typen NP7-12 und NPH5-12 nur in eigenen Werken. Dies und die hohe Fertigungstiefe sichern eine kontinuierliche und reproduzierbare Qualität auch bei großen Stückzahlen. Das bedeutet Prozesssicherheit für den Kunden.

Was macht diese Yuasa-Batterien für Windkraftanlagen so besonders?

Batterien sind beim Einsatz in Windkraftanlagen ganz besonderen Belastungen ausgesetzt. Sie sind in der Spitze des Rotors in sogenannten Trögen verbaut, wobei jeder Trog für ein Rotorblatt verantwortlich ist. Man kann sich nun vorstellen, dass es in dieser Höhe auch bei schwachem Wind sehr ungemütlich zugeht. So sind die Batterien enormen Vibrationen und auch kurzen Stößen, also Schocks ausgesetzt. Um die Eignung von Batterien sicherzustellen, orientieren sich die Hersteller von batteriegestützten Pitch-System an den Normen DIN EN 60068-2-6:2008, DIN EN 61373:2011 und DIN EN 60068-2-27:1995. Auch an Yuasa wurde diese Anforderung gestellt. Diese Normen sind inhouse nur sehr schwer zu testen. Allerdings haben wir uns nicht deshalb für einen unabhängigen Test durch den TÜV entschieden, sondern weil uns dies hinsichtlich der Glaubwürdigkeit und der Professionalität am sinnvollsten erschien. Die Tests sind schon seit längerem abgeschlossen, und die frei verfügbaren Zertifikate nicht nur in der Windenergie von Nutzen. Fakt ist: Wir sind zurzeit der einzige Hersteller, der durch den TÜV für Batterien dieser Art und für diese spe-

zielle Anwendung den Nachweis zur Prüfung nach diesen Normen erbringt.

Ist die Wartung und Lagerung der Batterien kompliziert?

Nein, überhaupt nicht. Beide Typen sind VRLA-Batterien, also quasi wartungsfrei. Durch die fast 100%-ige Rekombinationsfähigkeit ist die Gasung dieser Batterietypen mit der vorgeschriebenen Ladetechnik nur minimal. Außerdem verfügen die Batterien über ein sehr breites Temperaturspektrum bei Ladung, Entladung und Lagerung. Unsere Batterien dürfen in jeder beliebigen Lage außer dauerhaft über Kopf betrieben werden. Ihre Gehäuse sind aus schlagfestem ABS-Kunststoff gefertigt.

Wie gewährleisten Sie Ihre gute Qualität?

Allein für den Europäischen Markt werden die Industriebatterien in sechs eigenen Werken, u.a. in Japan, Taiwan, China und Großbritannien, produziert. Alle diese Werke haben eine sehr hohe Fertigungstiefe, d.h. die sensiblen Komponenten der Batterie stellen wir selbst her. Die Qualitätskontrolle findet bei jedem Fertigungs-



Raphael Eckert: „Unsere Bleibatterien sorgen in den Pitch-Systemen von Windkraftanlagen für einen problemlosen Betrieb.“

schritt statt, sodass fehlerhafte Batterien erst gar nicht die Endkontrolle erreichen. Zusätzlich sind die Werke alle nach ISO 9001 und 14001 zertifiziert. Dies alles führt zu einer dauerhaft reproduzierbaren Qualität auch bei sehr hohen Stückzahlen. Im Bereich Windenergie pflegen wir eine enge Kooperation mit der Fey Elektronik GmbH. Fey ist nicht nur offizieller Distributor von Yuasa, sondern verfügt in diesem Marktsegment auch über langjährige und um-

fangreiche Erfahrungen und ist deshalb ein idealer Partner für uns.

Welchen Vorteil haben Industrikunden mit dem Erwerb von Yuasa-Batterien?

Standard-Bleibatterien sind heute an jeder Ecke erhältlich und jeden Tag bietet ein neuer Importeur unter einem Fantasie-Markennamen eine noch billigere Variante an. Auf den ersten Blick sehen alle gleich aus: Eine Box mit Plus- und Minus-Pol, und es kommt Strom heraus. Der Unterschied zwischen Billigprodukt und Qualitätsmarke zeigt sich bei Fragen wie diesen schnell: Wie verhalten sich die Batterien langfristig, wie bei Temperaturschwankungen? Was passiert bei Parallelschaltung? Was geschieht bei massiver mechanischer Belastung, etwa beim Einsatz in Windturbinen? Und wie steht es mit dem technischen Support? Auf diese und alle anderen Fragen hat Yuasa eine Antwort. Deshalb vertrauen viele namhafte Anwender weltweit auf unsere Produkte. // TK

Yuasa

+49(0)211 417900

GÜNTER
POWER SUPPLIES

SNP-HF3
30 Watt/Med/ITE
Abm.: 1,57"x 2,76"x 0,93"

SNP-HF6
60 Watt/Med/ITE
Abm.: 2"x 3,17"x 0,95"

SNP-HF8
80 Watt/Med/ITE
Abm.: 2"x 4"x 1,12"

THE RELIABLE SOURCE

www.guenter-psu.de

ELEKTRONIK
PRAXIS

elektronikpraxis.de/newsletter

MIKROFLAMM - LÖTEN

Videoclips und Beispiele auf www.spirig.tv
Kostenlose Anwendungsversuche

Reinklicken und mitdiskutieren!

analog-praxis.de
Der Blog für Analog-Entwickler.

Vogel Business Media www.vogel.de

RAILWAY POWER SUPPLIES

**HALTEN SIE DIE SPUR.
MIT UNSEREN INNOVATIONEN.**

Besuchen Sie uns auf der InnoTrans 2016
20. - 23. September, Berlin
Halle 17, Stand 208

DIE ANTWORT AUF SCHOCK, VIBRATION, TEMPERATUR, ...

MTM Power Produkte sind unempfindlich gegen mechanische Beanspruchung und verfügen über alle geforderten Nachweise für den Einsatz in der Bahntechnik.

Vertrauen Sie MTM Power – Marktführer für Railway Power Supplies in Deutschland.

www.mtm-power.com

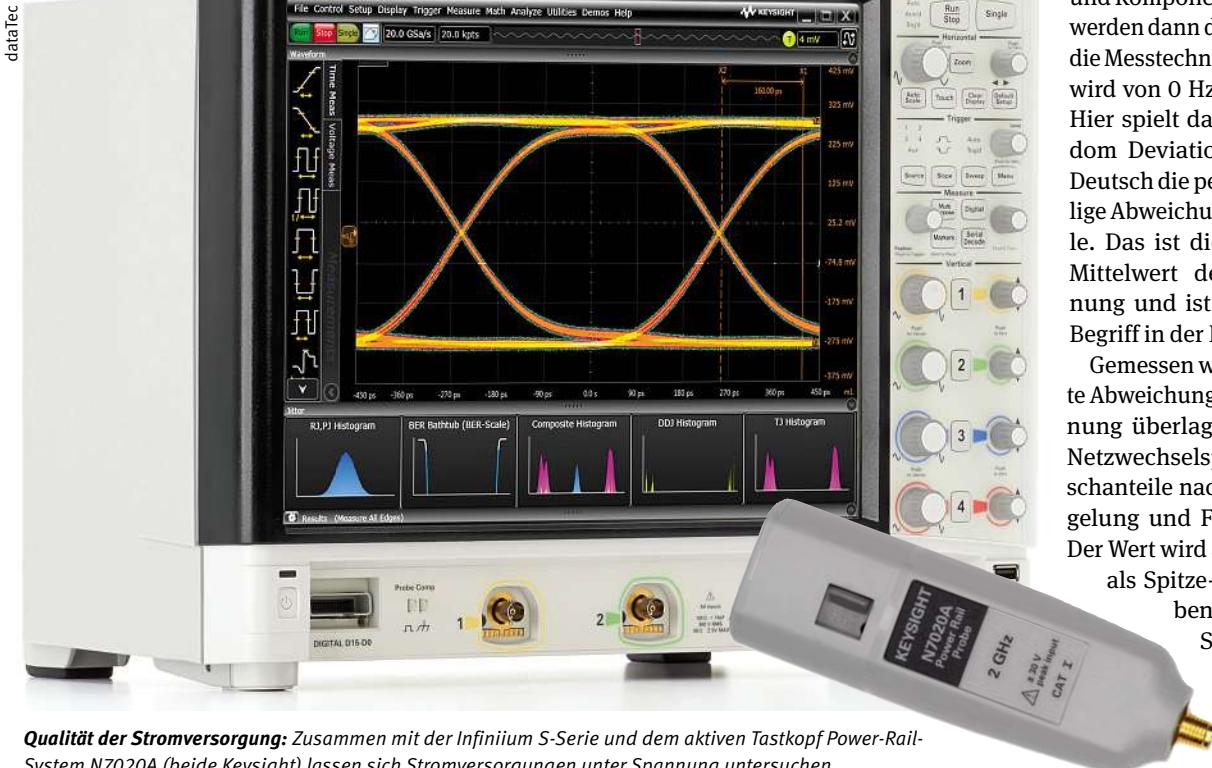


MTM POWER®

Eine Aussage über die Qualität der Stromversorgung

Mit Oszilloskop und Tastkopf lassen sich Stromversorgungen auch unter Spannung messen und eine Aussage über eine saubere Versorgungsspannung machen.

KLAUS HÖING *



Qualität der Stromversorgung: Zusammen mit der Infinium S-Serie und dem aktiven Tastkopf Power-Rail-System N7020A (beide Keysight) lassen sich Stromversorgungen unter Spannung untersuchen.

W^{er} elektronische Geräte entwickelt, muss besonders auf die Stromversorgung achten. Denn viele Geräte enthalten einen Mikrocontroller, der einerseits empfindlich auf Störungen reagiert, andererseits durch seine Taktung Störung auf die Versorgungsleitungen initiiert. Geräte aus Haushalt, Automobil, Medizin, des Internet of Things, Smartphones und alle Steuerungen und Regelungen im industriellen Umfeld fordern eine saubere Versor-

gungsspannung. Und eine wesentliche Voraussetzung ist, dass das Leistungs-Verteilungs-Netzwerk in der Geräteentwicklung beachtet wird. Um Aussagen über die Reinheit der Stromversorgung zu machen, werden oft Oszilloskope verwendet. Dabei ist es wichtig, dass man sich über ein paar Prinzipien im Klaren ist und danach die richtigen Werkzeuge wählt.

In der Elektronik-Industrie gibt es den feststehenden Begriff der Power Integrity oder auf Deutsch der Leistungsintegrität. Der Begriff beschreibt, wie effektiv und sauber die Versorgungsspannung der Geräte zur Verfügung gestellt wird. Die Versorgungsleistung wird dann in einem Gerät durch das Power Distribution Network an die einzelnen Mo-

dule und darin an die einzelnen ICs und Komponenten verteilt. Daraus werden dann die Anforderungen an die Messtechnik gestellt: Gemessen wird von 0 Hz bis in GHz-Bereich. Hier spielt das Periodic and Random Deviation (PARD) oder auf Deutsch die periodische und zufällige Abweichung eine wichtige Rolle. Das ist die Abweichung vom Mittelwert der Soll-Gleichspannung und ist ein gebräuchlicher Begriff in der Industrie (Bild 1).

Gemessen wird die unerwünschte Abweichung, die der Gleichspannung überlagert ist und von der Netzwechselspannung und Rauschanteile nach der Spannungsregelung und Filterung herrühren. Der Wert wird als Effektivwert oder

als Spitze-Spitze-Wert angegeben, wobei die Spitze-Spitze-Angabe für Werte im unteren Frequenzbereich von 20 Hz bis ungefähr 20 MHz genutzt wird. Werte

unterhalb der 20-Hz-Grenze werden als Drift bezeichnet.

Saubere Signale bei einer Stromversorgung messen

Obwohl eine saubere Versorgungsspannungen gefordert wird, haben sich die Schaltgeschwindigkeiten, Taktfrequenzen und die Packungsdichte der Schaltungen erhöht. Dadurch haben sich Takt und Daten-Jitter erhöht. Ein kurzer Spannungseinbruch verzögert die Datenübertragung. Es kommt zu kürzeren Zeit-Toleranzen beim Design, um Bit-Fehler zu vermeiden. Zusammen führt das zu Toleranzen für die Spannungsversorgung von 5 Prozent. Nachdem die Schaltgeschwindigkeiten in digitalen Systemen erhöht wurden und damit auch die Flankens-



* Klaus Höing
... ist für die Öffentlichkeitsarbeit bei dem Messtechnik-Distributor dataTec in Reutlingen zuständig.



... scannen und
Short-Movie sehen

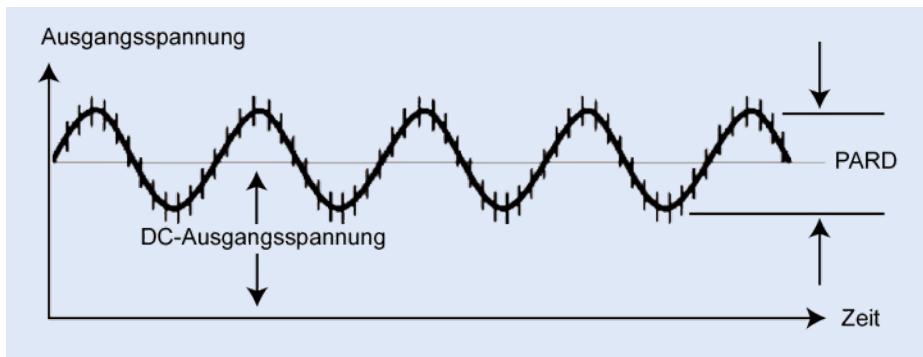


Bild 1: Die periodischen und zufälligen Abweichungen einer Versorgungsspannung idealisiert dargestellt.

teilheiten, erhöht sich das Rauschen im Power Distribution Network und kann dabei Frequenzen von 1 GHz leicht überschreiten.

Reduzierte Signalamplituden in digitalen Systemen ermöglichen es, die Schaltgeschwindigkeiten zu erhöhen. Allerdings setzt das reduzierte Rauschpegel voraus. Der verbesserte Wirkungsgrad erfordert geringere Toleranzbänder bei der nominellen Versorgungsspannung, um Energie zu sparen. Damit einhergehend sind geringere Driften, Spannungsspitzen und geringeres Rauschen erforderlich.

Ein Gaussscher Rauschanteil lässt sich nicht verhindern. Er entsteht durch die thermische Rauschen der Elektronenbewegung in den Leitern. Das ist allerdings nicht der größte Rauschanteil. Der größte Anteil kommt von dem Schaltnetzteil selbst und die

Anteile, die durch die Stromveränderungen von den geschalteten elektronischen Modulen und ICs verursacht werden. Das Rauschen des Schaltnetzteils korrespondiert mit den im Schaltnetzteil vorherrschenden Schaltfrequenzen und den Harmonischen. Mit einem Oszilloskop lässt sich auf die Schaltfrequenz des Schaltnetzeils oder auf die Taktsignale des Moduls triggern. Nun haben Echtzeit- oder Breitband-Oszilloskope ein Eigenrauschen genauso wie die verwendeten Tastköpfe. Sind beide Rauschanteile gleich groß, so lassen sie sich nicht voneinander trennen.

Auch die Dynamik ist nicht trivial, wenn das Rauschen gemessen werden soll. Das Gleichspannungsnetzteil hat einen beliebigen (geforderten) Gleichanteil, der von einer AC-Rauschspannung überlagert ist. Der hat



Bild 2: Basisrauschen bei den Oszilloskopen der S-Serie mit unterschiedlichen Bandbreiten und dem Tastkopf N7020A. Dieser wurde speziell entwickelt, um an Gleichspannungsnetzteilen zu messen.



MISSION IMPOSSIBLE?

WIR MACHEN ES MÖGLICH!

AC-Quellen

bis 2.000 KVA max. und 700 VAC / 1.000 VDC

DC-Quellen

Leistung bis 1 MW max. und 1.500 VDC

DC-Quelle/Senke mit Netzteckspisung

Elektronische Lasten

Leistung bis 200 KW max. und 1.200 V
Eingangsspannung

Stromversorgungen

Wechselrichter

DC-Quelle/Senke mit Netzteckspisung

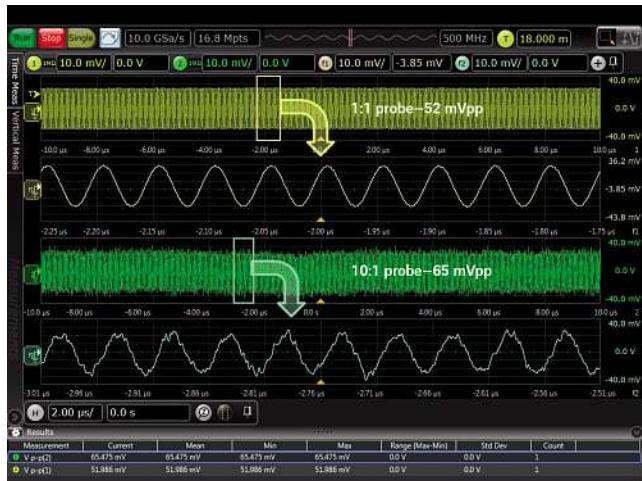
Leistung bis 210 KW und 1.500 VDC

Von der Entwicklung über die Produktion bis zum Vertrieb. Bei uns erhalten Sie alles aus einer Hand – Serienprodukt bis Einzelstück. Wir setzen bedingungslos auf das, was wir unter bester deutscher Ingenieurskunst verstehen, nämlich auf solide Qualität und durchdachte Innovationen! Kontaktieren Sie uns unter 0 62 05 / 3 94 80 oder informieren Sie sich auf www.et-system.de



ET SYSTEM

Bild 3: Vergleich der Rauschpegel mit zwei unterschiedlichen Abschwächern 1:1 und 10:1 bei Messung einer Sinus-Spannung von 50 mV_{ss}.



einen geringeren Pegel als die DC-Spannung. So wird das Oszilloskop auf eine höhere vertikale Empfindlichkeit eingestellt, um das Rauschen genauer zu analysieren. Das Scope kann nicht immer den DC-Level kompensieren. Eine höhere Scope-Empfindlichkeit reduziert nicht zwangsläufig den Eingenrauschanteil des Scopes.

10 Tipps, die Spannung einer Stromversorgung zu messen

1. Messpfad mit geringem Rauschen: Will man das Rauschen auf der Gleichspannung beobachten, so soll das Rauschen des Oszilloskops so klein wie möglich sein. Bei den meisten Oszilloskopen lässt sich die Eingangsimpedanz zwischen 50 Ω oder 1 MΩ umschalten. Dabei hat der 50-Ω-Pfad ein geringeres Rauschen als der 1-MΩ-Pfad. Das lässt sich überprüfen, indem der Eingang der Tastspitze und die Bezugsmasse miteinander

kurzgeschlossen werden. Diese Nullmessung ist zu empfehlen. Man bekommt einen Rauschpegel angezeigt, der sich mit dem späteren Messwert für das Rauschsignal des Netzgerätes vergleichen lässt. Allerdings müssen die Einstellungen des Scopes und der Tastspitze der späteren Messung entsprechen. Verwendet man einen differenziellen Tastkopf, müssen die beiden Eingänge miteinander kurz geschlossen werden.

2. Bandbreite begrenzen, um Rauschen zu reduzieren: Nicht immer ist eine große Bandbreite von Vorteil. Wird die Bandbreite des Oszilloskops und der Tastspitze soweit für die notwendige Messung reduziert, wird auch die Rauschspannung reduziert, die bei der Messung zum Tragen kommt. Das Bild 2 zeigt eine vergleichende Messung. Angewandt wurde die Nullmessung und einem Oszilloskop der S-Serie von Keysight (10 Bit A/D-Wandler, 20 GS/s) mit unterschiedlichen

Bandbreiten und dem 1:1-Tastkopf N7020A (2 GHz, 1:1 Abschwächung). Der Tastkopf ist speziell für Messungen an DC-Netzteilen. Das Ergebnis zeigt die Tabelle.

3. Tastkopf mit Abschwächung 1:1: Das Bild 3 zeigt die gleichzeitige Messung von einem Sinusunsignal mit 20 MHz und 50 mV_{ss}. Einmal gemessen mit einem 10:1-Tastkopf und einem 1:1-Tastkopf. Einziger Unterschied ist das Abschwächerverhältnis. Die Spannung bei dem 1:1-Tastkopf beträgt 52 mV_{ss}, während beim 1:10-Tastkopf die Spannung 65 mV_{ss} beträgt. Die höhere Abschwächung überhöht die Messung mit einem um 25 Prozent höheren Wert. Gründe sind ein höherer Abschwächungsfaktor und der bewerteten Zuordnung in der Anzeige. Problematisch sind kleine Signale, wenn das Oszilloskop- und Tastkopfrauschen nicht berücksichtigt wird. Zum Messen der Rauschpegel sollte ein 1:1-Tastkopf herangezogen werden.

4. Offset-Einstellung des Tastkopfes: Die Offset-Einstellung einer aktiven Tastspitze ermöglicht es, den DC-Anteil eines Signals zu kompensieren. Das hilft, wenn kleine Wechselspannungen vermessen werden, die dem Gleichspannungssignal überlagert sind. In einem Versuch wurde das Rauschen auf einer Versorgungsspannung von 1,5 V gemessen. Es zeigte sich, dass die Ergebnisse einmal mit und ohne Offsetkompensation durch den Tastkopf abweichen. Der Grund für den Unterschied ist die unterschiedliche Abschwächung durch das Oszilloskop bei größeren Empfindlichkeits-Einstellungen (V/div). *Doch Vorsicht:* Viele der aktiven Tastköpfe, die eine Offset-Kompensation bieten, haben einen Abschwächungsfaktor ungleich 1:1. Das widerspricht dem Ziel, das Systemrauschen des Scopes zu reduzieren. Der Power-Rail-Tastkopf N7020A von Keysight hat ein 1:1-Tastverhältnis und kompensiert DC-Spannungen von ±24 V.

5. DC-Block-Kondensatoren nur begrenzt anwenden: Ein Block-Kondensator bietet eine große Kapazität und wird in Serie zum Eingang des Oszilloskops geschaltet. Der Vorteil: Signalgleichanteile werden unterdrückt und der AC-Anteil und die Empfindlichkeit des Oszilloskops lässt sich steigern. Sehr kleine Signalfrequenzen werden unterdrückt. Das Bild 4 zeigt eine 5-V-Versorgung mit einem Block-Kondensator. Gemessen wird mit dem Tastkopf N7020A und DC-Kompensation. Der Blockkondensator unterdrückt die niederfrequenten Änderungen, was zu Fehlinterpretationen führen kann.

6. Netzteilbelastung durch Oszilloskop und Tastkopf reduzieren: Wird ein Netzteil mit einer Tastspitze gemessen, so beeinflusst der Kontakt das zu messende Signal. Schließt

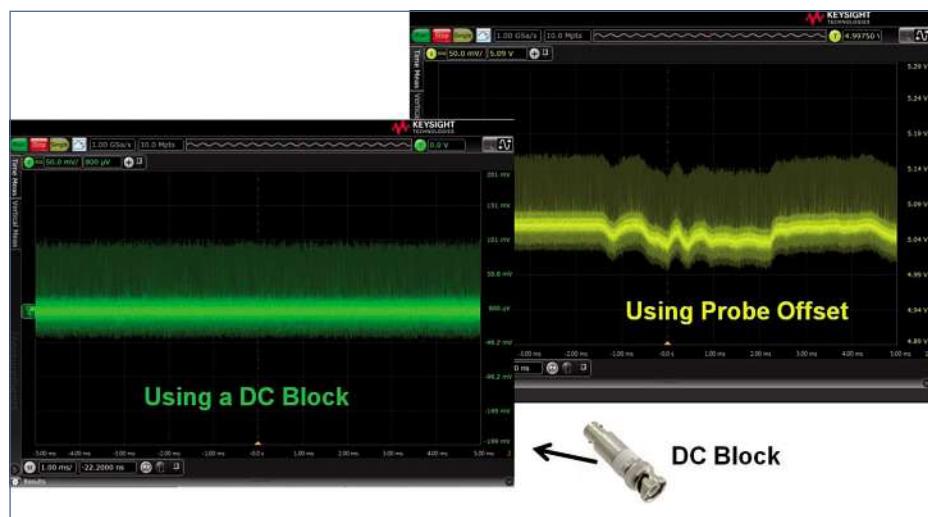


Bild 4: Der Vergleich der beiden Messungen zeigt, dass durch den Blockkondensator sehr langsame Änderungen der Ausgangsspannung (Drift) nicht erkannt werden können. Beim Tastkopf mit Offsetkompensation sind sie sichtbar.

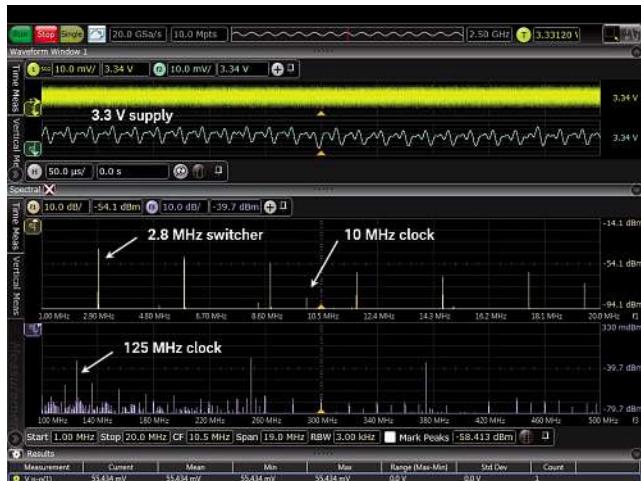


Bild 5: Eine FFT gibt Aufschluss über die einzelnen Rauschanteile. Der 2,8-MHz-Takt des Converters und die beiden im System verwendeten Takte von 10 und 125 MHz.

man ein 50-Ohm-Kabel an und dieses mit dem 50-Ohm-Eingang des Oszilloskops verbunden, so belastet das bereits das Netzteil. Das zu messende Ausgangssignal wird deutlich verändert. Eine 50- Ω -Leitung reduziert das Rauschen, stellt aber eine erhebliche Belastung dar. Bei einem 3,3-V-Netzteil ist das eine Last von 66 mA. Eine Alternative ist ein Tastkopf, der nur eine Belastung von 50 k Ω darstellt.

7. FFT bei einem Netzteil? Eine FFT macht periodisch auftretende Störungen sichtbar. Zudem sieht man, ob es sich um einen Takt der Digitalschaltung handelt oder um die Schaltfrequenz des Netzteil-Konverters. Im Bild 5 ist die Grundwelle von 2,8 MHz und ihre Harmonische zu erkennen. Ebenso sind die beiden verwendeten Taktfrequenzen von 10 und 125 MHz zu sehen. Der Power-Rail-Tastkopf auf einem Teilverhältnis von 1:1, eine Offset-Kompensation von 3,3 V und eine Tastkopf-Bandbreite von 500 MHz zeigen die Störer. Die anderen beiden Taktsignale sind erst mit einer FFT erkennbar.

8. Die richtige Triggerbedingung wählen: Um die richtigen Störsignalkomponenten zu erkennen, lässt sich auf die bekannten Takte triggern. Damit steht dann das angezeigte Bild mit dem jeweiligen Takt. Das Beispiel der 3,3-V-Versorgung sei nochmals genutzt.

Wie oben kann man über die FFT die Rauschsignal-Frequenz bestimmen. Wird die Durchschnittswertbildung aktiviert, reduzieren sich alle anderen Störsignalfrequenzen.

9. Für ausreichend Bandbreite sorgen: Unter Punkt 2 wurde gezeigt, wie die Bandbreite zu limitieren ist, um den Rauschpegel zu senken. Allerdings kann eine zu stark reduzierte Bandbreite die Sicht auf die Rausch-Realität verzerrn. Transienten und zufälliges Rauschen werden unterdrückt. Diese beeinflussen aber digitale Schaltungen und führen zu Aussetzern. So können geschaltete Ströme, ausgelöst durch den Takt oder durch das Schalten von Daten, zu erheblichem Rauschen auf den Versorgungsnetzleitungen führen. Entscheidend ist daher die Wahl des richtigen Tastkopfes mit der entsprechenden Bandbreite.

10. Der Power-Rail-Tastkopf N7020A: Die Punkte 1 bis 9 sollen es dem Ingenieur erleichtern, die richtige Auswahl eines Tastkopfes und die richtige Einstellung des Scops vorzunehmen. Es gibt Hilfsmittel, die speziell dafür entwickelt wurden, eine Aussage über die Reinheit der Versorgungsspannung zu treffen. Dazu gehört beispielsweise der aktive Tastkopf N70201A. Er kompensiert eine Offsetspannung von ± 24 V (Punkt 4). Das reicht für die meisten elektronischen Schaltungen.

Mit einem Eingangsteiler von 1:1 (Punkt 3) und einer Bandbreite von 2 GHz (Punkt 7) lassen sich Transienten erfassen. Andererseits kann die Bandbreite begrenzt werden, um Rauschen zu verringern (Punkt 2), wenn Transienten nicht untersucht werden sollen und eine Bandbreite von 2 GHz nicht benötigt wird. Seine Ausgangsimpedanz beträgt 50 Ω (Punkt 1).

// HEH

NULLMESSUNG		
BANDBREITE	V _{PP}	V _{RMS}
2 GHz	1,040 μ V	110 μ V
1 GHz	860 μ V	90 μ V
500 MHz	800 μ V	80 μ V
20 MHz	460 μ V	60 μ V

Tabelle: Rauschspannung Spitz-Spitze und RMS einer Nullmessung aufgenommen mit unterschiedlichen Bandbreiten des baugleichen Oszilloskops.

dataTec

+49(0)7121 515050

Battery Charger



MeanWell Power Supplies Serie HEP-600C

- 3-Stufen-Ladegerät für Bleiakkus
- Leistung bis 600 W
- Hoher Wirkungsgrad bis 95,5 %
- Lüfterloses Design
- Vibrationsfest bis 10 G
- Einsatzhöhe bis 5000 m
- Lange Herstellergarantie (6 Jahre)

Distribution by Schukat electronic

- Über 200 Hersteller
- 97 % ab Lager lieferbar
- Top-Preise von Muster bis Serie
- Persönlicher Kundenservice

Onlineshop mit ständig aktualisierten Preisen und Lagerbeständen

schukat.com

SCHUKAT
electronic

Schalten bei Nullspannung revolutioniert Abwärtswandler

Wenn eine Busspannung von z.B. 48 V auf wenige Volt heruntergesetzt werden soll, sind mit herkömmlichen Wendlern mehrere Stufen nötig. Einfacher geht es mit der neuen ZVS-Buck-Technologie.

ROBERT GENDRON *

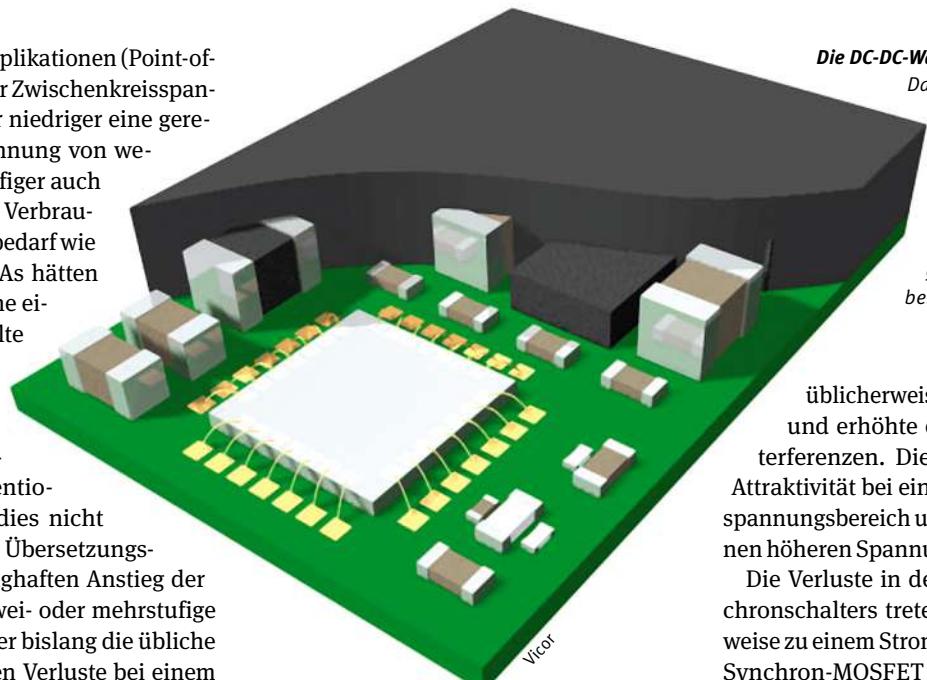
In typischen POL-Applikationen (Point-of-Load) wird aus einer Zwischenkreisspannung von 12 V oder niedriger eine geregelte Versorgungsspannung von wenigen Volt, immer häufiger auch unter 1 V erzeugt. Für Verbraucher mit hohem Strombedarf wie Prozessoren oder FPGAs hätten Systementwickler gerne eine stabile und geregelte Versorgung, die direkt aus der Busspannung von typischerweise 48 V erzeugt wird. Mit konventionellen Wendlern ist dies nicht möglich, da der hohe Übersetzungsfaktor zu einem sprunghaften Anstieg der Verluste führt. Eine zwei- oder mehrstufige Wandlernetz war daher bislang die übliche Lösung. Diese erhöhten Verluste bei einem großen Verhältnis zwischen Ein- und Ausgangsspannung stammen hauptsächlich vom harten Schalten der MOSFETs bei hohen Strömen und Spannungen. Eine neue Buck-Technologie auf Basis des Zero Voltage Switching (ZVS) reduziert die Verluste in mehrerer Hinsicht. Es werden nicht nur die Verluste beim Schalten, sondern auch die bei der Gate-Ansteuerung reduziert und es entfallen die Leitungsverluste in der FET-Body-Diode.

Diese niPOL (non-isolated POL-Regler) profitieren von Verbesserungen in der Gehäusetechnologie, der Siliziumintegration und der MOSFET-Technologie. Während bestehende Lösungen sehr gut über einen engen Eingangsspannungsbereich arbeiten, sinken Wirkungsgrad und maximale Leistung normalerweise etwas bei einem Übersetzungsverhältnis von 10:1 oder 12:1. Durch

die systembedingten Verluste hart geschalteter Regler sinken diese beiden Werte drastisch bei einem weiten Eingangsspannungsbereich und Übersetzungsverhältnissen von bis zu 36:1. Die Verluste in konventionellen Wendlern werden von verschiedenen Quellen verursacht. Hauptfaktoren sind jedoch hartes Schalten, Leitungsverluste der Body-Diode und die Gate-Ansteuerung, wie sie hier beschrieben werden.

Schalten bei hohem Stromfluss und hoher Spannung

Hoher Stromfluss zeitgleich mit dem Anliegen einer hohen Spannung: eine Situation, die während des Einschaltens auftritt und Verluste bewirkt, die proportional zu Taktfrequenz und Spannung sind. Verbesserungen in der MOSFET-Technologie sowie in Sachen Schaltgeschwindigkeit reduzieren den Zeitraum, in dem Strom und Spannung gleichzeitig anliegen. Dies bewirkt jedoch andere Probleme. Das harte Schalten erzeugt



Die DC-DC-Wandler-Familie PI33XX:

Das SiP-Gehäuse enthält die ZVS-Topologie und die Controller-Architektur, sodass für den Aufbau eines kompletten Wenders nur noch eine Ausgangsdrossel sowie einige wenige Keramikkondensatoren benötigt werden.

üblicherweise Spitzen, Oszillationen und erhöhte elektromagnetische Interferenzen. Dieser Ansatz verliert an Attraktivität bei einem breiteren Eingangsspannungsbereich und den damit verbundenen höheren Spannungen oder Frequenzen.

Die Verluste in der Body-Diode des Synchronschalters treten auf, da es normalerweise zu einem Stromfluss kommt, wenn der Synchron-MOSFET ausschaltet bevor der obere Schalter einschaltet. Dies bedeutet, dass die während des Stromflusses gespeicherte Energie ausgeräumt werden muss (Reverse Recovery), bevor die Diode eine rückwärts gerichtete Spannung wieder sperren kann. Dies bedingt ebenfalls zur Taktfrequenz proportionale Verluste. Jeder Wechsel des MOSFET-Zustandes benötigt auch von der Gate-Ansteuerung eine Leistung, die für jede Zustandsänderung identisch ist. Das bedeutet auch hier: direkt von der Taktfrequenz abhängige Verluste.

Die ZVS-Buck-Topologie ist identisch mit einem konventionellen Buck-Regler – mit Ausnahme des zusätzlichen Klemmschalters über der Ausgangsdrossel. Die in der Drossel gespeicherte Energie wird genutzt, um ein Schalten bei Nullspannung zu bewerkstelligen. Der ZVS-Schaltzyklus (Bild 1) umfasst drei Hauptzustände: Q1-Ein, Q2-Ein und die Klemmphase. Nach dem Einschalten von Q1 steigt der Strom durch die Ausgangsinduktivität von Null auf einen Maximalwert, der durch die Einschaltzeit von Q1, die Spannung über der Drossel ($V_{in} - V_{out}$) und die Induktivität bestimmt wird.



* Robert Gendron
... ist Vice President, Semiconductor Power Solutions, Vicor.

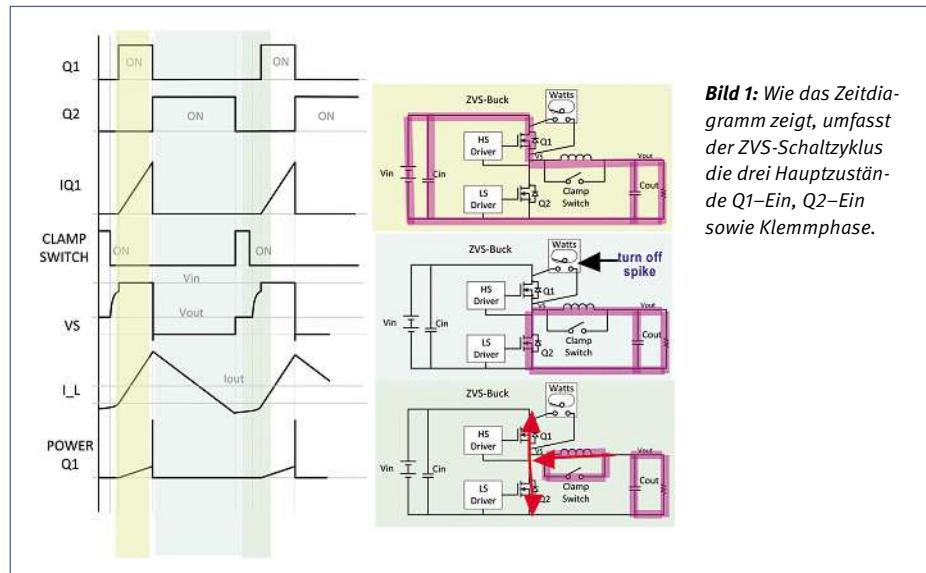


Bild 1: Wie das Zeitdiagramm zeigt, umfasst der ZVS-Schaltzyklus die drei Hauptzustände Q1-Ein, Q2-Ein sowie Klemmphase.

vität bestimmt wird. In der Drossel wird Energie gespeichert und der Ausgangskondensator wird geladen. Während dieser Phase tritt der größte Anteil der Verlustleistung im $R_{ds(on)}$ des MOSFETs auf.

Danach schaltet Q1 schnell aus, Q2 schaltet ein und agiert als Freilaufdiode für den Fluss der in der Drossel gespeicherten Energie zur Last und zum Ausgangskondensator. Durch die L-C-Serienschaltung sinkt der anfängliche Strom gemäß den Schwingkreiseigenschaften und wird sich zu einem bestimmten Zeitpunkt umkehren. Wenn Q1 abschaltet entstehen Verluste, die proportional zu dem maximalen Strom in der Induktivität sind.

Die ZVS-Buck-Topologie arbeitet im lückenden Betrieb

Die ZVS-Buck-Topologie arbeitet grundsätzlich im lückenden Betrieb. Ein wichtiger Punkt jedoch ist, dass der Synchron-MOSFET Q2 für eine längere Zeit als erwartet im ON-

Zustand bleibt, und zwar über den Zeitpunkt hinaus, bei dem der Strom zu Null wird und sich dann umkehrt. In dieser kurzen Zeit des Rückstromes wird etwas Energie in der Drossel gespeichert. Die Steuerschaltung des Wandlers bestimmt die Höhe der gespeicherten Energie gemäß der für den nächsten Zyklus benötigten Menge. Dies wird durch verschiedene Parameter bestimmt, u.a. auch durch Eingangsspannung und Ausgangslast.

Wenn der Synchron MOSFET letztendlich abschaltet, schaltet der Klemmschalter ein, lässt den Strom der Drossel weiterfließen und erhält damit die in der vorherigen Phase gespeicherte Energie, bevor der nächste Schaltzyklus beginnt. Man sollte beachten, dass während dieser Klemmphase Q2 ausgeschaltet ist, es kommt als nicht zum Stromfluss in der Body-Diode und damit auch zu keinen Verlusten durch das Ausräumen von Ladungsträgern. Am Ende der Klemmphase wird der Klemmschalter wieder geöffnet. Die

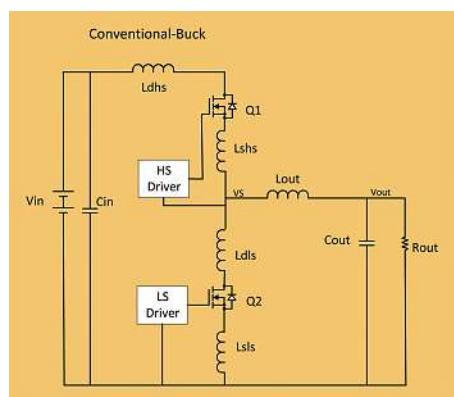


Bild 2: Die konventionelle Buck-Regler-Topologie hat im Gegensatz zum ZVS-Buck-Regler keinen Klemmschalter über der Ausgangsdrossel.

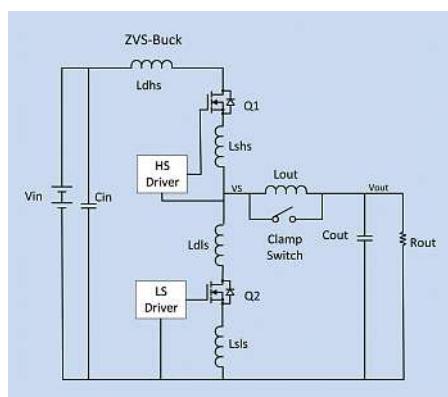


Bild 3: Der ZVS-Buck-Regler unterscheidet sich vom konventionellen Buck-Regler nur durch den Klemmschalter über der Ausgangsdrossel.

ZUHÖRER.

Wir haben immer ein offenes Ohr für unsere Kunden.
Interessiert. Ehrlich. Hilfsbereit.



SPEISE- UND RÜCKSPEISE-SYSTEM



Regatron TC.GSS

LABORSTROMVERSORGUNG



Delta Elektronika SM3300-Serie

electronica 2016

electronica, München
08.-11. November 2016

Halle A2, Stand 419 **NEU**

Schulz-Electronic GmbH

Dr.-Rudolf-Eberle-Straße 2
D-76534 Baden-Baden
Fon + 49.7223.9636.0
info@schulz-electronic.de
www.schulz-electronic.de

Bild 4: Die Kurvenformen eines konventionellen Buck-Reglers.

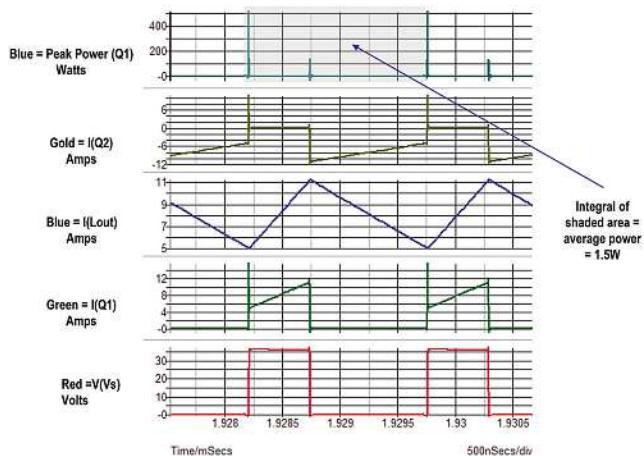


Bild 5: Kurvenformen eines ZVS-Buck-Reglers

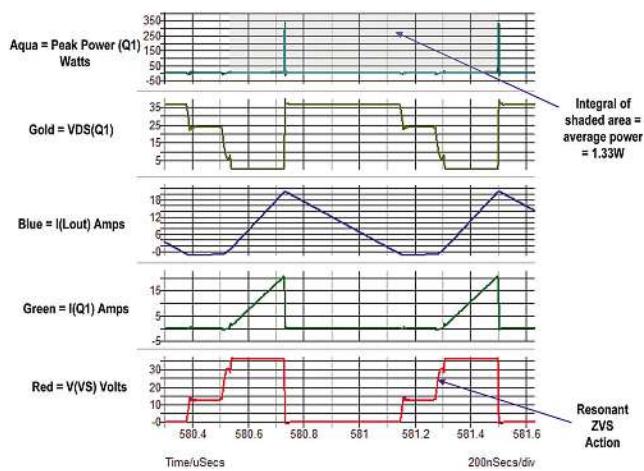
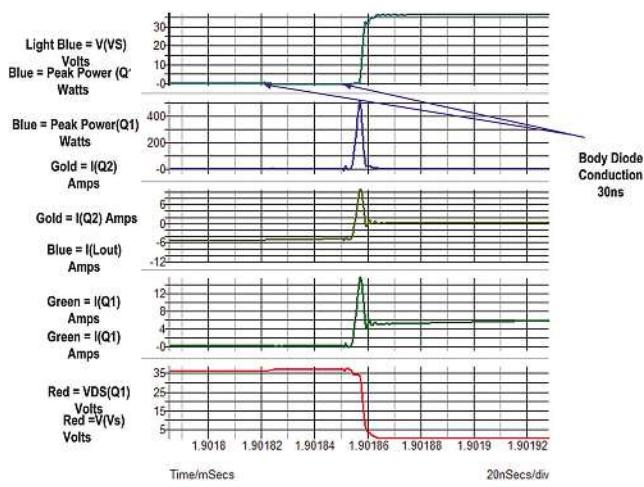


Bild 6: Detaillierte Kurvenformen beim Einschalten von Q1.



in der Drossel gespeicherte Energie fließt nun in den von der Drossel und den parallel geschalteten Ausgangskapazitäten von Q1 und Q2 gebildeten Resonanzkreis. Am Knotenpunkt V_s entsteht der erste Teil einer Sinusschwingung, die diesen Punkt in Richtung V_{in} verschiebt. Nach einer gewissen Zeit, die von der Steuerung berechnet wird, schaltet

Q1 ein, wenn die Spannung an V_s nahezu identisch mit V_{in} ist, was die Schaltverluste minimiert.

Die Bilder 2 und 3 zeigen die Grundschaltungen eines konventionellen und eines ZVS-Buck-Wandlers. In den Bildern 4 und 5 sind die Kurvenverläufe der Simulation im statischen Betrieb dieser Schaltungen mit realis-

tischen Werten dargestellt. In Bezug auf die parasitären Induktivitäten sowohl der MOSFET-Gehäuse als auch der pauschal angenommenen Werte für die Leiterbahnen wurden heutige Gehäuse- und Konstruktionsmerkmale angesetzt. In beiden Fällen wird eine Spannung von 36 V auf eine Spannung von 12 V mit einem Strom von 8 A herabgesetzt. Der konventionelle Regler hat eine Ausgangsinduktivität von 2 μ H für eine Taktfrequenz von 650 kHz. Beim ZVS-Regler sind dies 230 nH bei einem Betrieb mit 1,3 MHz.

In Bild 4 sieht man, dass beim konventionellen Buck Regler ständig ein Strom in der Ausgangsdrossel fließt, der zwischen 5 und 11 A schwankt. Beim ZVS-Buck-Regler in Bild 5 ist der Betrieb dagegen lückend und der Rückstrom während der Klemmphase lässt sich gut erkennen. In Bild 4 sieht man auch, dass beim konventionellen Buck-Wandler beim Einschalten hohe, beim Ausschalten etwas geringere Verluste entstehen, während die Durchlassverluste im MOSFET während der eingeschalteten Zeitspanne ziemlich niedrig sind. Die durchschnittlichen Verluste im oberen MOSFET betragen 1,5 W, während der Leitphase 0,24 W, beim Abschalten 0,213 W und beim Einschalten 1,047 W; d.h. die Einschaltphase dominiert. In Bild 6 wird dieser Zeitraum vergrößert dargestellt. Um einen Querstrom zu vermeiden, gibt es eine Totzeit von 30 ns zwischen dem Ausschalten von Q2 und dem Einschalten von Q1. Während dieser Zeit wird die Body-Diode von Q2 leitend, und es fließt der Freilaufstrom der Ausgangsdrossel durch diese Diode. Wenn Q1 einschaltet, müssen die Ladungsträger in dieser Diode erst ausgeräumt werden, bevor sie die Spannung wieder sperren können. Dies bedeutet eine kurze Stromspitze in Q1, während der auch eine hohe Drain-Source-Spannung an Q1 anliegt, die in etwa der Eingangsspannung entspricht. Daher die hohen Verluste beim Einschalten, zu denen auch weitere, von parasitären Induktivitäten bedingte Effekte beitragen.

Buck-Wandler-Familie auf Basis des Zero Voltage Switching

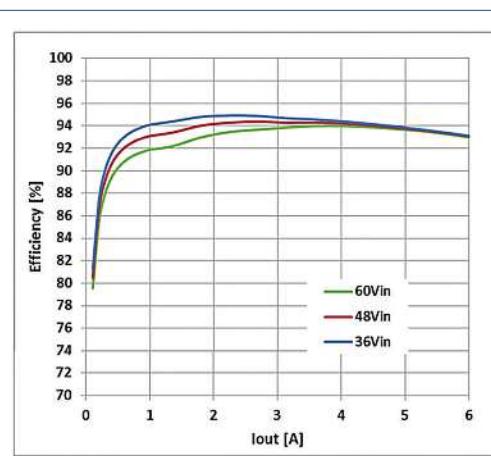
Die Simulation des ZVS-Buck-Wandlers in Bild 5 zeigt bei 1,3 MHz im oberen MOSFET Q1 eine durchschnittliche Verlustleistung von 1,33 W inklusive der Schalt- und Leistungsverluste. Dies ist trotz doppelter Taktfrequenz und wesentlich kleinerer Ausgangsdrossel weniger als in einem konventionellen Wandler. Die Simulation bestätigt auch, dass beim Einschalten von Q1 die Spannung nahezu Null geworden ist und dadurch die Einschaltverluste ebenfalls fast Null sind. Vor dem Einschalten von Q1 gibt es auch keinen

Stromfluss durch die Body-Diode und damit keinen Reverse-Recovery-Effekt sowie keine dadurch entstehenden Verluste in Q2.

Die DC-DC-Wandler-Familie PI33XX beinhalten im SiP-Gehäuse mit den Maßen 10 mm x 14 mm die beschriebene ZVS-Topologie und Controller-Architektur. Für den Aufbau eines kompletten Wandlers werden darüber hinaus nur noch eine Ausgangsdrossel sowie einige wenige Keramikkondensatoren benötigt. Die Wandler arbeiten mit einem weiten Eingangsspannungsbereich von 8 bis 36 V und liefern an den Ausgängen 1 bis 15 V mit hoher Leistung und hohem Wirkungsgrad. Wie erwähnt, kann die Ausgangsdrossel klein sein und die Taktfrequenz hoch, sodass auf einer Grundfläche von nur 25 mm x 21,5 mm eine Leistung von 120 W mit einem Wirkungsgrad von bis zu 98% realisiert werden kann.

Keine Einschränkungen beim Übersetzungsverhältnis

Der lückende Betrieb des Wandlers erlaubt auch bei einer Einschaltzeit von nur 20 ns einen effizienten Betrieb und überwindet damit die sonst üblichen Einschränkungen beim Übersetzungsverhältnis. Damit wird die



- > Input = 36-60V_{DC}
- > Output V = 2.5V to 26V (range)
- > Output I = Up to 8A
- > F_{SW} = Up to 2MHz
- > Efficiency = Up to 95%
- > Package = 10x10 SiP

Bild 7: Die Wirkungsgradkurve des PI3501 bleibt auch bei der maximalen Eingangsspannung von 60 V oberhalb von 92% (vorläufige Ergebnisse).

Forderung nach weniger Wandlerstufen in der gesamten Versorgungskette erfüllt. Ein Abwärtswandler, der aus einer Busspannung von 48 V mit Maximalwerten bis 60 V direkt die Lasten versorgen kann, ist jetzt in der Praxis möglich. Bild 7 zeigt die Wirkungsgradkurve für einen 48-V-auf-2,5-V-ZVS-Buck-Regler bei 10 A Ausgangsstrom. Auch bei der maximalen Eingangsspannung von 60 V bleibt die Wirkungsgradkurve oberhalb von

92% und erreicht bis zu 94% bei 50% Last. Diese Leistungsdaten bedeuten eine deutliche Verbesserung gegenüber einem konventionellen Abwärtswandler und zeigen die signifikante Wirkungsgraderhöhung der auf der ZVS-Topologie basierten Powerkomponenten.

// TK

Vicor
+49(0)89 9624390

Von Analog-Experten für Analog-Experten

analog-praxis.de
Der Blog für Analog-Entwickler.

HOME GRUNDLAGEN ANWENDUNGEN BAUELEMENTE REFERENZ-DESIGNS SCHALTUNG-TIPPS TOOLS

Die Unterschiede zwischen Analog- und Digitalentwicklung – Teil 1

Was macht die Analogtechnik heute immer noch so bedeutend? In diesem Artikel findet der Digitalentwickler einige hilfreiche Tipps, wenn er in die vermeintlich „dunkle“ (d.h.

Tipps zur Auswahl des passenden CMOS-Analogschalters, Teil 2

Analogschalter bieten heute bessere Schaltcharakteristiken, viele Betriebsspannungsbereiche, Leistungsmerkmale und Sonderfunktionen. Bei der Auswahl hat der Entwickler die Qualität der Wahl, besonders, wenn es um anwendungsspezifische Typen geht, die heute unser Thema sind. Im ersten Teil dieses Artikels wurden die am Markt verfügbaren Analogschaltertypen erläutert. Auf diesem Gebiet

deutschsprachig

ELEKTRONIK PRAXIS

analog-praxis.de durchsuchen ...

SPONSORED BY

ANALOG DEVICES

MARKTREPORT ANALOG-IC UND DATENWANDLER

Im Vergleich zum Vorjahr soll der Gesamtmarkt für Analog-ICs laut Database im Jahr 2012 um 3 Prozent auf 43,8 Mrd. US-Dollar steigen. Bis 2015 erwarten die Analysten hier ein Marktvolumen von mehr als 60 Mrd. US-Dollar. [weiterlesen]

BELIEBT DISKUTIERT TAGS

WEBENCH – Web basierte Entwicklungswerzeuge für Stromversorgungs-, Beleuchtungs- und Sensorelemente

Induktivitäten sind keine symmetrischen Bausteine

1. Februar 2013

- Toolsammlung
- Schaltungstipps
- Referenz-Designs
- Automotive
- Kommunikation
- Lighting
- Messtechnik
- Sensorik



---> www.analog-praxis.de

Alles für kapazitive Stromversorgungen aus einer Hand

Kapazitive Stromversorgungen eignen sich vor allem für Anwendungen mit kleiner Leistung. Sie sind einfach, kompakt und kostengünstig. TDK bietet für diese Designs nahezu alle weiteren passiven Bauelemente.

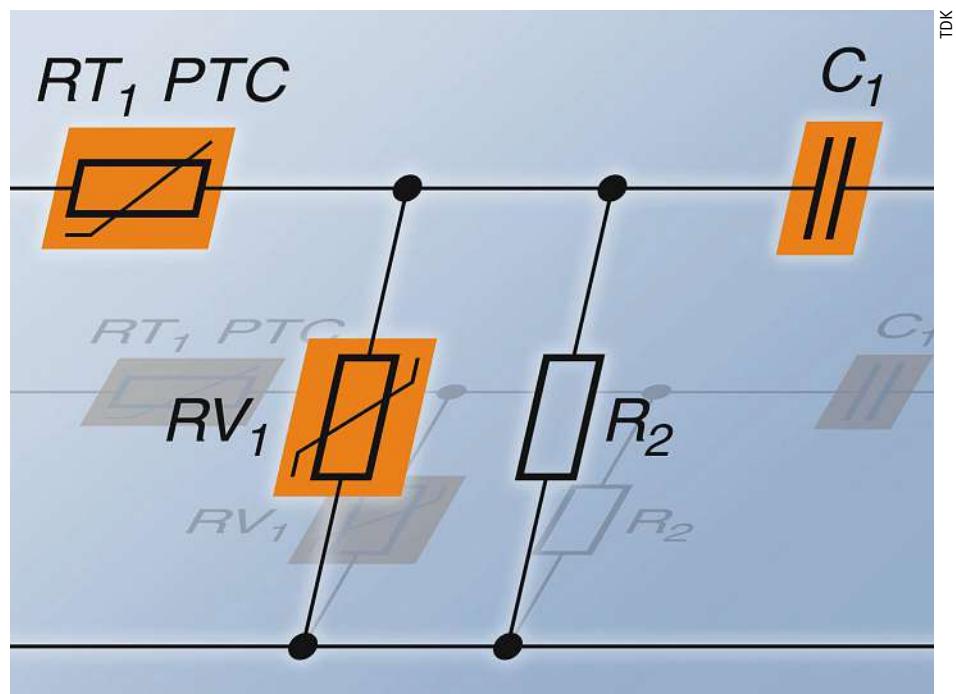
CHRISTOPH JEHLE *

Entwickler stehen vor der Aufgabe, Geräte und Systemeinheiten immer häufiger nur mit kleinen Spannungen und Strömen im Milliampere-Bereich aus dem Netz zu versorgen. Typische Beispiele sind kleine Displays für Messdaten oder Zeitanzeigen, Mikrocontroller-basierende Messsysteme sowie einfache Regelungen und Steuerungen. Ähnliche Herausforderungen stellen sich, wenn Geräte an Funknetze angebunden werden müssen – etwa bei Smartmetern, deren Zählerstände über Funk ausgelesen werden, oder im Fall netzbetriebener Geräte für das Internet of Things.

Konventionelle Stromversorgungs-Designs haben im Kleinleistungsbereich etliche Nachteile. Lösungen mit Transformatoren oder getakteten Schaltungen benötigen viel Platz und sind kostspielig, außerdem sind die Kupfer- und Eisenverluste bezogen auf die geringe Ausgangsleistung überproportional hoch. Die einfachste Lösung – das Vorschalten eines ohmschen Widerstands – ist zwar kostengünstig, erzeugt aber hohe Verluste und steht so den geforderten hohen Wirkungsgraden entgegen.

Blindwiderstand von Kondensatoren sinnvoll nutzen

Eine elegante wie auch einfache und kostengünstige Möglichkeit, kleine Lasten aus dem Wechselspannungsnetz zu versorgen, besteht in der Serienschaltung aus Kondensator und Last. Dabei wird der sonst unerwünschte Effekt der Phasenverschiebung genutzt: An einem Kondensator tritt die Spannung um 90 Grad phasenversetzt zum Strom auf; er wirkt als reiner Blindwiderstand, an dem praktisch keine realen Verluste entstehen. Somit ist ein als Vorwiderstand



Eine kapazitive Stromversorgung: einfach, kompakt und kostengünstig.

eingesetzter Kondensator die ideale Lösung. Bild 1 zeigt das Prinzipschaltbild sowie das dazugehörige Zeigerdiagramm der Spannungen. Im Gegensatz zu konventionellen Designs sind kapazitive Stromversorgungen am Ausgang kurzschlussfest.

Da der Kondensator direkt am Netz liegt, werden an seine Zuverlässigkeit sehr hohe Anforderungen gestellt. Daher empfiehlt es sich, für kapazitive Stromversorgungen ausschließlich X2-Kondensatoren mit Sicherheitszulassungen nach UL und ENEC zu verwenden.

TDK bietet hierfür ein breites Spektrum von EPCOS-X2-Kondensatoren wie die neuen Serien B3292*H/J*. Um auch unter extremen klimatischen Bedingungen wie hoher Temperatur in Kombination mit hoher Luftfeuchtigkeit einen zuverlässigen Betrieb mit stabilen Kapazitätswerten zu ermöglichen, wurde

die X2-Heavy-Duty-Serie (B32932* bis B32936*) entwickelt. Diese Bauelemente weisen bei einem 1000-Stunden-Test mit 85 °C und 85% relativer Luftfeuchte eine Kapazitätsdrift von maximal 10% auf. Ein weiterer Vorteil dieser Kondensatoren: Sie sind selbstheilend. Das heißt, dass kleinere Durchschläge zu einer lokal begrenzten Verdampfung der Metallisierung führen, ohne dass sich ein Kurzschluss bildet und die Funktion des Kondensators erhalten bleibt.

Dimensionierung einer kapazitiven Stromversorgung

In der Praxis werden meist Stromversorgungen benötigt, die am Ausgang eine Gleichspannung zur Verfügung stellen. Die einfachste Lösung besteht in der einpulsigen Gleichrichtung wie in Bild 2 dargestellt; für das Berechnungsbeispiel soll eine Ausgangs-



* Christoph Jehle
... ist Manager Produkt-Kommunikation bei der TDK Corporation in München.

spannung von rund 9 V_{DC} bei einem maximalen Laststrom von 15 mA erzeugt werden.

Widerstand zur Begrenzung des Diodenstroms

Zur Funktion der Zenerdiode: Während der positiven Halbwelle arbeitet D1 als spannungsbegrenzendes Bauelement. Um die geforderte Ausgangsspannung von 9 V zu erreichen, müsste die Zenerspannung bei 9,7 V liegen, weil an D2 rund 0,7 V abfallen. Da Zenerdioden mit diesem Wert aber nicht verfügbar sind, wird eine Diode mit einem Wert von 10 V mit einer maximalen Verlustleistung von 1,3 W gewählt. Wird die Stromversorgung im Scheitelpunkt der Netzspannung eingeschaltet, würde ein unzulässig hoher Strom durch D1 fließen, was deren Zerstörung zur Folge hätte. Zur Strombegrenzung ist daher R1 vorgeschaltet. Zenerdioden mit einer Verlustleistung von 1,3 W können in der Regel kurzfristige Ströme von etwa 1 A bewältigen. Somit kann der Wert von R1 berechnet werden:

$$R_1 = \frac{230 \text{ V} \cdot \sqrt{2}}{1 \text{ A}} = 325,27 \Omega \quad (\text{Formel 1})$$

Der nächstgelegene Normwert sind 330 Ω. R1 wird im Betrieb ständig mit dem gesamten Laststrom beaufschlagt. Zu dessen Berechnung muss das Verhältnis von Wechselstrom-Effektivwert und Gleichstrom-Mittelwert berücksichtigt werden. Da es sich um eine einpulsige Gleichrichtung handelt, liegt der Formfaktor bei 2,22. Mit den geforderten 15 mA Ausgangsstrom ergibt sich somit ein Strom durch R1 von 33,3 mA und in der Folge eine Verlustleistung von:

$$P = (33,3 \text{ mA})^2 \cdot 330 \Omega = 0,366 \text{ W} \quad (\text{Formel 2})$$

Gewählt wird ein Widerstand mit einer Belastbarkeit von 0,5 W. Der Spannungsabfall über dem Widerstand beträgt knapp 11 V.

Berechnen des erforderlichen Blindwiderstands von C1

Aus den bisher ermittelten Daten kann nun der erforderliche Blindwiderstand des Kondensators C1 berechnet werden. Um eine sichere Versorgung der Last auch bei Unterspannung sicherzustellen, sollte die Berech-

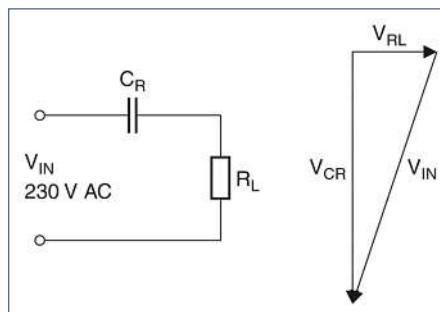


Bild 1: Prinzipschaltbild einer kapazitiven Stromversorgung: Das Zeigerdiagramm macht es deutlich: Der Großteil der Eingangsspannung fällt am Blindwiderstand des Kondensators ab. Dabei entsteht im Kondensator praktisch keine Verlustleistung.

nung mit einem Spannungsabfall der Netzspannung von mindestens 10% durchgeführt werden, außerdem ist der Spannungsabfall über R1 und D1 zu berücksichtigen. Somit ergibt sich der Blindwiderstand zu:

$$X_{C1} = \frac{230 \text{ V} - 23 \text{ V} - 11 \text{ V} - 10 \text{ V}}{33,3 \text{ mA}} = 5585,6 \Omega \quad (\text{Formel 3})$$

Daraus lässt sich bei der üblichen Netzfrequenz von 50 Hz die erforderliche Kapazität berechnen:

$$C_1 = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 5585,6 \Omega} = 0,57 \mu\text{F} \quad (\text{Formel 4})$$

Als nächster Normwert ergibt sich folglich eine Kapazität von 0,68 μF. Abhängig von den klimatischen Rahmenbedingungen eignet sich dafür zum Beispiel der EPCOS-X2-Kondensatortyp B32933A3684K* aus der Heavy-Duty-Serie. Er hat ein Rastermaß von 22,5 mm und ist für eine Effektivspannung von 305 V_{AC} bei einer höchst zulässigen Betriebstemperatur von 105 °C ausgelegt. Alternativ eignet sich Typ B32923H3684K*, der sogar für 110 °C ausgelegt ist, ebenfalls im Rastermaß 22,5 mm. Beide Typen weisen eine Kapazitätstoleranz von ±10% auf.

Sichere Versorgung durch gute Glättung

Für die Diode D2, die für die einpulsige Gleichrichtung sorgt, genügt der kostengünstige Standardtyp 1N4001 (50 V, 1 A). Diese Diode wird von etlichen Halbleiterherstellern angeboten.

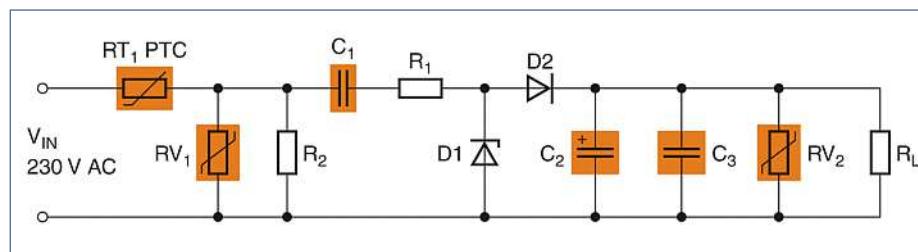


Bild 2: Einfache kapazitive Stromversorgung

PROGRAMM-AUSZUG

- ✓ EMV von Stromversorgungen – Problemstellungen und Wechselwirkungen im System trotz zertifizierter Komponenten

- ✓ Wie lange lebt meine Stromversorgung tatsächlich?

- ✓ Negativer Eingangs-widerstand von SNTs – eine selten erkannte Falle

**POWER
KONGRESS**

25./26.10.2016, VCC, Würzburg

Themenschwerpunkte

- 25. Oktober Entwicklung von Stromversorgungen
- 26. Oktober Auswahl von Stromversorgungen

Jetzt alle Details erfahren:

www.power-kongress.de

VERANSTALTER:

**ELEKTRONIK
PRAXIS**
Akademie

C₂ ist für die Glättung der Ausgangsspannung zuständig. Da es sich um eine einpulsige Gleichrichtung handelt, muss während der negativen Halbwelle der gesamte Ausgangstrom von C₂ zur Verfügung gestellt werden. Dessen erforderliche Kapazität hängt von der zulässigen Welligkeit der Ausgangsspannung ab. Für die Beispielschaltung ist ein Maximalwert von 1 V gefordert. Bei der maximalen Stromaufnahme der Last von 15 mA bei 9 V ergibt sich ein Lastwiderstand von 600 Ω. Mit einer Netzfrequenz von 50 Hz (10 ms pro Halbwelle) kann somit die Mindestkapazität von C₂ bestimmt werden:

$$C_2 = \frac{-10 \text{ ms}}{600 \Omega \cdot \ln\left(\frac{8 \text{ V}}{9 \text{ V}}\right)} = 140 \mu\text{F} \quad (\text{Formel 5})$$

Gewählt wird ein single-ended Aluminium-Elektrolyt-Kondensator mit einer Kapazität von 1500 µF und einer zulässigen Spannung von 25 V_{DC}. Um eine möglichst hohe Lebensdauer zu erreichen, sollte dieser Kondensator für eine Temperatur von mindestens 105 °C ausgelegt sein.

Optional kann zu C₂ zusätzlich ein Keramik-Kondensator parallel geschaltet werden (C₃). Er dient der Rauschunterdrückung und dem Abblocken von Spannungs-Peaks. Für diese Funktion kommt zum Beispiel ein MLCC mit einer Kapazität von 0,1 µF in Frage. Gewählt wurde dabei der Typ C1608X7R1E-104K080AA mit einer Nennspannung von 25 V_{DC} in der Baugröße 1608 (IEC) und der Temperaturcharakteristik X7R (-55 bis 125 °C, ±15%).

Ein Scheibenvaristor schützt den Netzeingang

Beim Ausschalten ohne Last kann es im ungünstigsten Fall passieren, dass C₁ mit der Scheitelpotenzial von 325 V geladen bleibt. R₂ hat dann die Aufgabe, den Kondensator möglichst schnell zu entladen. Bei der Festlegung des Widerstandswerts muss ein Kompromiss zwischen Verlustleistung und Entladezzeitkonstante eingegangen werden. Gewählt wurde in diesem Fall der Wert von 470 kΩ. Dabei tritt eine Verlustleistung von etwa 0,1 W auf und die Entladzeit auf eine maximal zulässige Berührungsspannung von 50 V beträgt rund 0,5 s. Ist die Stromversorgung ständig fest mit dem Netz verbunden, kann auf diesen Widerstand allerdings verzichtet werden. Wichtig ist natürlich auch der Überspannungsschutz am Netzeingang (R_{V1}). Hierfür bietet TDK verschiedene Serien von EPCOS-Varistorlösungen an. Für die genannte Schaltung eignen sich Typen aus der EPCOS-Standard-Serie, die ein breites Spektrum an Spannungen von 11 V_{RMS} bis 1100 V_{RMS} abdecken. Verfügbar sind diese Schutz-



Bild 3: EPCOS Kondensatoren für kapazitive Stromversorgungen: Zwei typische EPCOS X2 Kondensatoren, die sich für kapazitive Stromversorgungen eignen. Links ein Typ aus der Heavy Duty Serie, rechts ein Typ aus der Serie B3292*H/J.



Bild 4: EPCOS Schutzelemente für Stromversorgungen: Von links nach rechts: Scheibenvaristor für den Überspannungsschutz am Netzeingang und CeraDiode für den Schutz des Ausgangs, PTC zur Überstrombegrenzung am Netzeingang.

BEZEICHNUNG	TYP/WERT	BESTELLNUMMER	HERSTELLER
R ₁	330 Ω, 0,5W		diverse
R ₂	470 kΩ		diverse
R _{T2}	PTC, 90 mA	B5987C0120A570	EPCOS
R _{V1}	Varistor, 230V	B72205S0231K101	EPCOS
R _{V2}	Varistor, 14 V	B72590D0150A060	EPCOS
C ₁	0,68 µF	B3293A3684K* oder B32923H3684K*	EPCOS
C ₂	150 µF, 25 V		diverse
C ₃	0,1 µF, 25 V	C1608X7R1E104K080AA	TDK
D ₁	ZD10, 1,3 W		diverse
D ₂	1N4001		diverse

Stückliste: Alle Komponenten für die im Beitrag beschriebene kapazitive Stromversorgung.

bauelemente mit Scheibendurchmessern zwischen 5 mm und 20 mm entsprechend der geforderten Stoßstrombelastbarkeit und Energieabsorption. In diesem Fall eignet sich beispielsweise der kompakte Typ B72205S0231K101 mit einem Scheibendurchmesser von 5 mm, der bei einem Impuls von 8/20 µs eine Stoßstrombelastbarkeit von 400 A aufweist.

CeraDiode schützt vor Überspannungen am Ausgang

Zusätzlich kann auch der Ausgang der Schaltung noch gegen Überspannung geschützt werden (R_{V2}), so etwa mit der in unserem Beispiel gewählten EPCOS-SMT-CeraDiode B72590D0150A060 mit einer

DC-Spannung von 15 V. Für die Strombegrenzung am Netzeingang schließlich sorgt ein EPCOS-PTC-Thermistor B59873C0120A570 (R_{T1}), der für einen maximalen Laststrom von 90 mA bei 25 °C ausgelegt ist. Sollte in der Schaltung ein Fehler auftreten, der zu erhöhtem Stromfluss führt, erwärmt sich der PTC, wodurch sein Widerstand sehr stark ansteigt und der Strom auf unkritische Werte begrenzt wird.

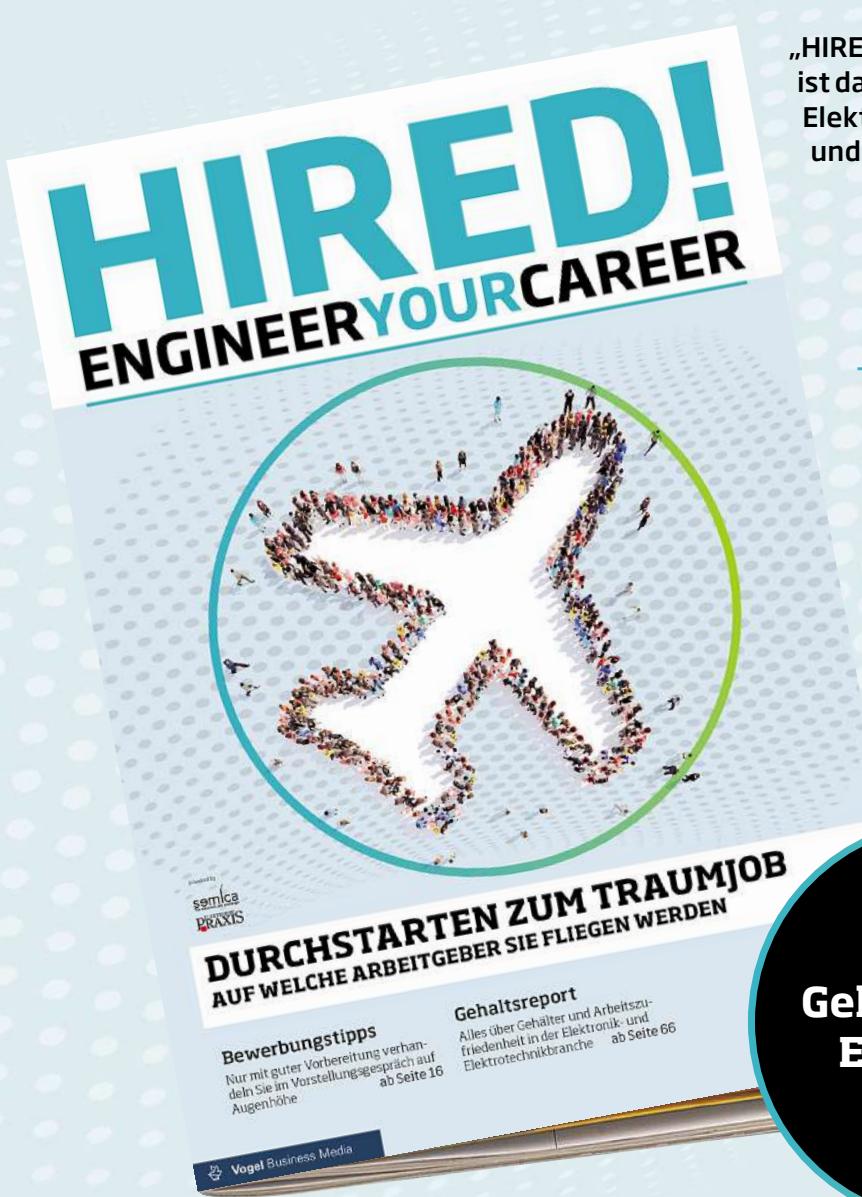
Mit dem breiten Bauelemente-Spektrum von TDK lassen sich auch kapazitive Stromversorgungen mit anderen Spannungs- und Stromwerten realisieren.

// TK

TDK
+49(0)89 540202441

SUCHEN SIE NOCH DEN PASSENDEN?

Dann finden Sie hier die besten Arbeitgeber in der Elektronik!



„HIRED! Engineer your Career“ ist das Karrieremagazin speziell für Elektronikingenieure – und damit einzigartig in Deutschland.

THEMEN:

- ✓ Karriere & Bewerbungstipps
- ✓ Die attraktivsten Arbeitgeber in der Elektronik & Elektrotechnik
- ✓ Gehaltsreport Elektronik & Elektrotechnik

INKLUSIVE
**Gehaltsreport
Elektronik
2016**

Jetzt kostenlos online bestellen!

--> elektronikpraxis.de/hired

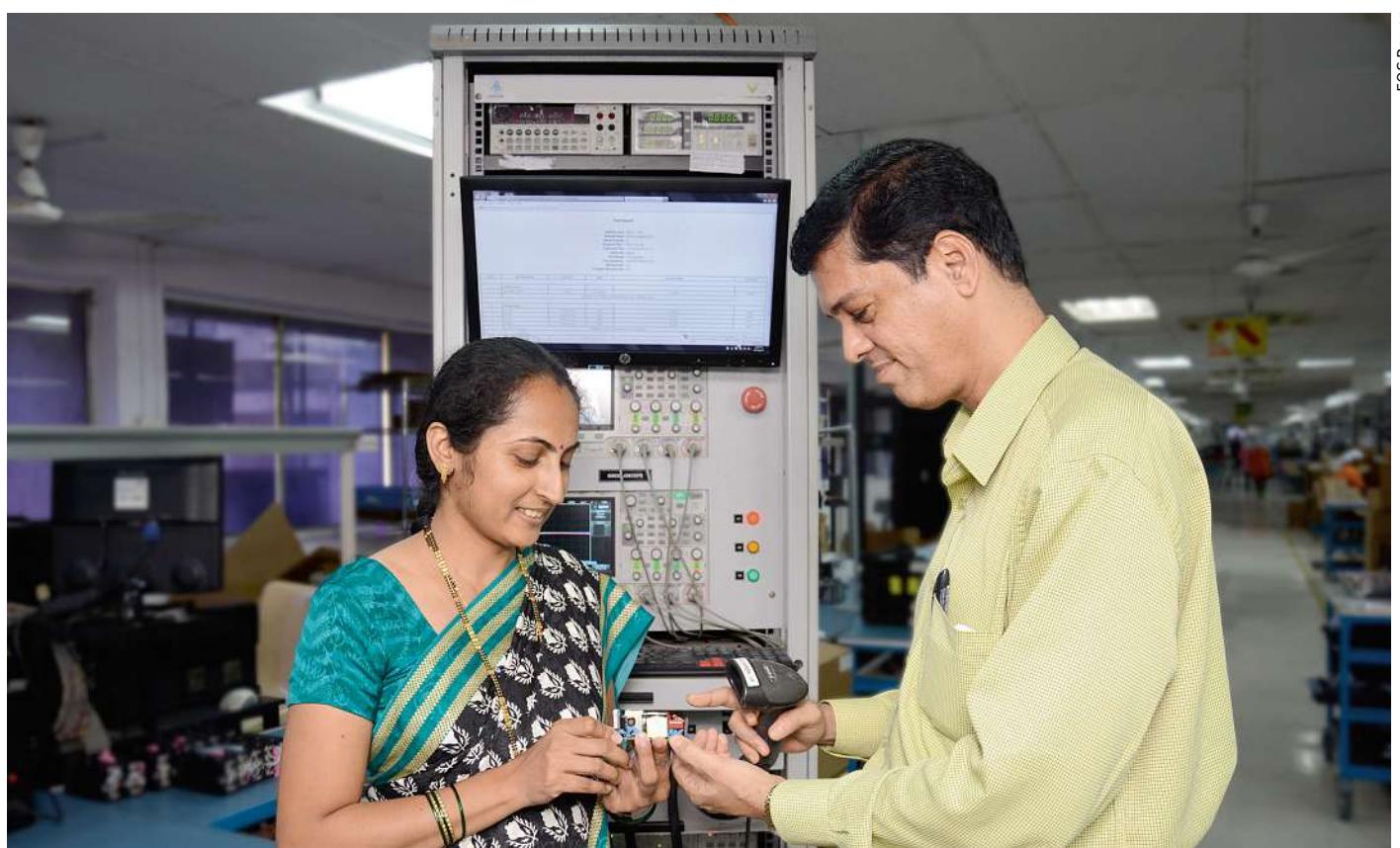
POWERED BY
semica
The electronic job exchange

ELEKTRONIK
PRAXIS

Die Stromversorgung rechtzeitig in die Geräteplanung einbinden

Der Weg von der Idee bis hin zum marktreifen Produkt ist anspruchsvoll – und oft stellt sich die Frage nach einer geeigneten Stromversorgung eigentlich zu spät.

HENRY MÜLLER *



EOS Power

Teamwork: Das R&D-Team von EOS Power arbeitet intensiv an immer kompakteren und leistungsfähigeren Stromversorgungen.

Den optimalen Zeitpunkt, bei der Entwicklung eines neuen Geräts beim Stromversorgungs-Partner auf der Schwelle zu stehen, gibt es nicht. Jeder Entwicklungsprozess ist anders. Am Anfang steht die Anwendungsidee. Preis-Leistungsverhältnisse aller Komponenten werden irgendwann für den Markterfolg des neuen Geräts entscheidend sein. Auch die Benut-

zerfreundlichkeit zieht immer mehr auch im professionellen Anwendungsgeschäft ein.

Doch: Bekanntermaßen kommt der Strom nicht einfach aus der Steckdose. Und wird das Thema Stromversorgung und -wandler rechtzeitig bedacht, könnten in vielen Entwicklungsprozessen deutlich kostengünstigere, vielleicht montage- oder energieeffizientere Lösungen gefunden werden. Vielleicht wäre dies auch attraktiver, für den Kunden des Kunden besser nutzbar, unverwechselbar gewesen? Man denke an das Klassikerbeispiel Apple Macintosh: Dessen ersten Tischnetzteile mit Wechseladapters waren extrem kompakt und wurden bei EOS

Power gefertigt. Diese waren genau durchdacht und prägen einen Teil des Bildes des Gesamtgeräts nachhaltig bis heute.

Stromversorgung – selbst entwickeln oder zukaufen?

Bei der Entscheidung für eine Stromversorgung steht am Anfang die Frage: Make or Buy? In der Regel lautet die Antwort „buy“ – gefolgt von der Überlegung: Kann ich ein Standardgerät einsetzen oder mit einer Standardplattform arbeiten, oder benötige ich eine kundenspezifische Lösung? Kundenspezifische Lösungen haben teilweise bis zu drei Jahre Vorlauf von der Idee bis zum Produkt.



* Henry Müller
... ist Sales Director EMEA bei EOS Power, Mumbai, am Standort Dobel.

Eine Standardplattform kann ich in wenigen Wochen oder Monaten an die Bedürfnisse der Applikation anpassen, wenn ich entsprechend früh in Kontakt bin und mein Gerät entsprechend rechtzeitig plane – wenn!

Immer mehr Funktionen in immer kompakteren Geräten

Der Trend geht klar zur Miniaturisierung und „Mobilisierung“ der Geräte, wobei gleichzeitig immer mehr Funktionen im selben Gerät untergebracht werden sollen. Parallel sind viele Geräte in den vergangenen zehn Jahren um bis zu 50% geschrumpft. Selbst bei stationären Geräten die größer werden herrscht inzwischen oft chronischer Platzmangel, da diese immer schmäler, schlanker und vom Design getrieben werden.

Die Folge: Immer stärkere Hochintegration der Elektronik, die meist auch noch mit weniger Bauraum auskommen muss. Endgeräte werden kleiner, aber in ihrer Performance stärker und vielfältiger. Erstrebenswert ist es daher für den Geräteentwickler, die kleinsten und effektivsten derzeit am Markt verfügbaren Stromversorgungen der jeweiligen Leistungsklasse in das neue Gerät einzubauen zu können. So wird genügend Platz für die anderen wichtigen Komponenten geschaffen.

Dabei ist es hilfreich, wenn von Beginn an die richtige Menge Platz für die Stromversorgung eingeplant werden kann. EOS Power hat hierbei das klare Bestreben, Benchmarks vorzulegen: Nach mehreren Jahren Entwicklungszeit dürfen sich die WLP und (M) – für „Medical“ – WLP-Serien von EOS Power von 75 bis 350 W nicht zufällig „kleinste Wandler ihrer Leistungsklasse der Welt“ nennen. Ein Zoll hoch (25,4 mm) und so groß wie eine Kreditkarte ist z.B. die 120-W-Komponente.

Klein alleine genügt jedoch nicht: Auch diese Ultra-Small-Komponenten können ihre Leistungsfähigkeit immer dann optimal ausspielen, wenn verschiedene Parameter wie beispielsweise Anlaufströme bei kapazitiven Lasten oder Motoren von Beginn an aufeinander abgestimmt werden, damit ein leistungsschwächeres Netzteil verwendet werden kann – und das R&D-Team rechtzeitig mit der Anpassung und gegebenenfalls normativen Absicherung der Stromversorgungs-Komponente starten kann.

Topographie und Standards beflügeln Time-to-Market

Je einfacher Topografie und Aufbau des Netzteils, umso geringer sind die Herstellungskosten. Außerdem verwendet die Entwicklungsabteilung, wann immer möglich, die am Markt problemlos verfügbar-

ren Komponenten, um in keine Lieferabhängigkeiten oder unangemessene Preissteigerungen zu geraten.

Auf dieser Basis sind die Entwickler der Stromversorgung dann sehr effizient in der Lage, kundenspezifische Anpassungen durchführen zu können. Als anschauliches Beispiel kann ein Gerät namens „Schwesternruf-Station“ eines Medizintechnik-Kunden dienen. Entwickelt wurde ein kundenspezifisches Gerät; Basis war eine EOS-Standard-Plattform mit einfacher Topografie des Netzteiles. Dann gab man dem Ganzen noch gemeinsam einen speziellen Formfaktor und einige „Added features“, durch die sich andere Komponenten im Umfeld des Kundengerätes erübrigten. Das Ergebnis war eine zuverlässige, kostengünstige Lösung, speziell nach ihren Spezifikationen und Bedürfnissen. Ein deutlicher Vorteil bezüglich Time-to-Market.

Auf die Stromversorgungsparameter kommt es an

Zudem stehen häufig unterschiedliche Komponenten oder Module zur Auswahl, die im Kundengerät zum Einsatz gebracht werden können. Fällt der Blick also bereits bei der Konzeption des Gesamtgeräts auf die Stromversorgungsparameter, beispielsweise Ausgangsspannungen, lassen sich häufig überflüssige Kosten vermeiden. Dies gilt zum Beispiel im Hinblick auf Zusatzschaltungen in Form von DC/DC-Wandlern, da z.B. EOS alle Ausgangsspannungen von 5 bis 58 V_{DC} zugelassen hat.

Solche Konzepte senken die Materialkosten und reduzieren die Total-Cost-of-Ownership, da weniger zusätzliche DC/DC-Wandler benötigt werden. Gleichzeitig verhindert frühzeitige Planung, dass Stromversorgungen präventiv überdimensioniert ausgelegt



Kleiner als eine Visitenkarte: ein 120-Watt-Netzteil der Serie (M)WLP120.

Alles zuerst online!

www.elektronikpraxis.de



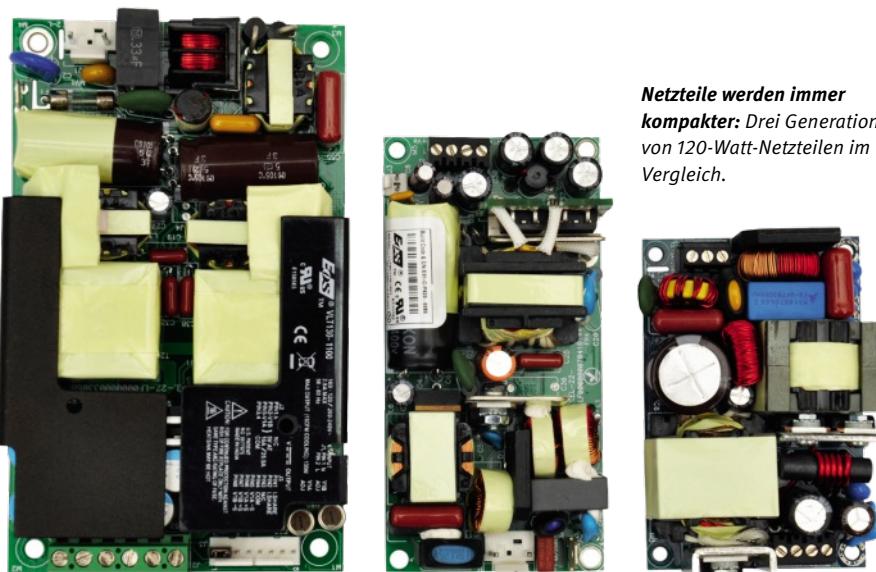
Wussten Sie schon, dass alle Fachartikel der ELEKTRONIKPRAXIS Redaktion zuerst online erscheinen?

Sie finden dort außerdem:

- Whitepaper
- Webcasts
- Heftarchiv

Bleiben Sie auf dem Laufenden und verschaffen Sie sich einen Informationsvorsprung mit www.elektronikpraxis.de

**ELEKTRONIK
PRAXIS**



Netzteile werden immer kompakter: Drei Generationen von 120-Watt-Netzteilen im Vergleich.

EOS Power die „Small Size“ und Ultra-Small-Size Power Supplies mit hohen Ratings in der Konvektionskühlung bieten hier besonders viele Möglichkeiten für den Kunden im Bereich „zukunftsähiges Design“ sowie mehr Spielraum für ästhetische Optimierungen am finalen Produkt. Hohe Wirkungsgrade in kleiner Bauform eröffnen dem Entwickler somit viele Chancen. Auch werden z.B. lüfterbetriebene Geräte im medizinischen Bereich ungern eingesetzt. Hygienische Aspekte spielen hier neben der Geräuschenwicklung eine große Rolle.

Rechtzeitige Planung kann Produktionskosten senken

Nicht rechtzeitig zu planen führt dagegen häufig zu höheren Applikationskosten und unter Umständen auch zu umständlicherem Einbau und damit höheren Produktionskosten. Den optimalen Zeitpunkt, an dem der Stromversorgungspartner einbezogen werden sollte, gibt es nicht. Die Entwicklung des ursprünglichen Geräts steht naturgemäß im Vordergrund und die Stromversorgung ist die letzte Verbindung zur äußeren und analogen Welt. Oft ist auch der Energiebedarf der ASICs und Mikrocontroller im Gerät und ihrer Firmware erst spät bekannt, was häufig spannende Last-Minute-Änderungsaktionen nötig macht. Dabei ist es auch gerade die zeitliche und technologische Flexibilität – sei es in Größe, Modifikationen oder Time-to-Market, die einen Stromversorger wie EOS zu einem guten Entwicklungspartner für die Gerätehersteller macht.

Doch nun das große „Aber“ – immer ist auch bereits im Vorfeld vieles bekannt. Es ist definiert, ob die Stromversorgung in geschlossener Bauform als Case, Open-Frame, als Wandler-Module für die Leiterplatte oder DIN Rail benötigt wird. Auch die Spannungsbereiche liegen in der Regel durch die verwendeten Komponenten fest. Wird IP-Schutz benötigt? Welche EMV-Standards müssen eingehalten werden? Ist eine medizinische Zulassung nötig?

Aufgrund der Vielfalt der Komponenten kann die erforderliche Stromversorgung zwar in der Regel erst am Ende des Entwicklungsprozesses – heißt nach dem Design des Gehäuses – endgültig festgelegt werden. Aber Fakt ist, wenn die gemeinsame Planung in den genannten mindestens neun Punkten, deutlich früher beginnt, lassen sich häufig noch viele zusätzliche Vorteile für den Kunden realisieren – die er sonst verschenken würde.

// TK

EOS Power

+49(0)7083 52230

werden. Andererseits ist jedem Stromversorgungs-Partner natürlich bewusst, dass Voraussagen immer besonders schwierig sind, wenn sie die Zukunft betreffen – kurz gesagt, dass ICs und andere Wahlkomponenten oft im letzten Moment aus funktionalen, fast häufiger aber noch aus Verfügbarkeits- oder Kostengründen, geändert werden müssen. Dann ist es wichtig, einen Stromversorgungspartner zu haben, der Spannungen, Leckageströme und EMV-Verbesserungen schnell im Entwicklungszyklus anpassen kann.

Eine optimale powerintegrierte Geräteplanung ist wichtig

Gleichzeitig lässt sich nur bei optimaler powerintegrierter Geräteplanung die optimale Performance erzielen, da man die Stromversorgung beispielsweise in den Lüftungsfluss der Applikation einbauen kann, oder die Abwärme direkt nach draußen führen kann. Werden solche Chancen eingangs verpasst, wird im schlimmsten Fall eine Lösung mit eigenem Lüfter nötig. Die Folge: Mehr Verschleiß, mehr Platzbedarf, geringere MTBF. Innovative Kühlungslösungen werden auch beim 550-Watt-Wandler, der Anfang dieses Jahres präsentiert werden soll, wieder eine große Rolle spielen.

Ein besonders eindrückliches Beispiel in Sachen Bedeutung der richtigen Kühlungsplanung lieferte jüngst ein Projekt für einen Kunden, der in den USA ansässig ist: Es gab genug Platz, aber Performance und Mean-Time-Between-Failures sollten erhöht werden. Zu designen war eine Outdoor-Beleuchtungs-Anwendung. Die R&D war rechtzeitig mit im Boot und es gelang dem Ingenieursteam letztlich tatsächlich, den Ventilator auszudenken. Bei perfektem

Timing: Kaum war die Hardware des Kunden fertig, konnten schon die gemeinsamen Tests beginnen.

Kompakte, leistungsfähige Geräte und die EMV

Je kompakter und je höher die Performance, umso größer ist nicht nur der Kühlungsbedarf, sondern auch die EMV-Herausforderung. Zwar lassen sich EMV-Probleme für das Gesamtgerät schwierig voraussagen, aber es ist empfehlenswert, rechtzeitig anhand von Messunterlagen von den Stromversorgungsexperten von EOS Power in Mumbai hilfreiche Tipps erstellen und Lösungsmöglichkeiten erarbeiten zu lassen. Erst kürzlich hatten diese ein Projekt zu bearbeiten, bei dem kein Platz für den notwendigen Eingangsfilter war. Auch Erdung zur Störungsableitung war nicht möglich – eine besondere Herausforderung, die vom EOS-R&D-Team in Indien jedoch hervorragend gelöst wurde. Gerade bei Open-Frame-Netzteilen, die in das Gerät eingebaut werden, hat man in der Regel eine ganze Reihe an Möglichkeiten der rechtzeitigen Anpassung hinsichtlich EMV – von Carbidkernen über stromkompensierte Drosseln bis hin zu komplexen zusätzlichen Netzfilttern als externe Lösungen sowie gezielte Modifikationen direkt am Netzteil.

Auf Benutzerfreundlichkeit und Design kommt es an

Eine ansehnliche Stromversorgung kann auch – zumindest wo sie gut sichtbar ist, Teil des USP eines technischen Geräts sein. Ein gut zu handhabendes Netzteil mit hoher Zuverlässigkeit und geringer Ausfallrate und Fehlbedienungsmöglichkeit ist es allzumal. Gerade die besondere Kernkompetenz von

Impressum

ELEKTRONIK PRAXIS

REDAKTION

Chefredakteur: Johann Wiesböck (jw), V.i.S.d.P. für die redaktionellen Inhalte, Ressorts: Zukunftstechnologien, Kongresse, Kooperationen, Tel. (09 31) 4 18-30 81
Chef vom Dienst: David Franz (df), Ressorts: Beruf, Karriere, Management, Tel. -30 97
Verantwortlich für dieses Sonderheft: Thomas Kuther (tk)
Redaktion München: Tel. (09 31) 4 18-
Sebastian Gerstl (sg), ASIC, Entwicklungs-Tools, Mikrocontroller, Prozessoren, Programmierbare Logik, SOC, Tel. -30 98; Franz Graser (fg), Prozessor- und Softwarearchitekturen, Embedded Plattformen, Tel. -30 96; Martina Häfner (mh), Produktmanager Online, Tel. -30 82; Hendrik Härtter (heh), Messtechnik, Testen, EMV, Medizintechnik, Laborarbeitsplätze, Displays, Optoelektronik, Embedded Software Engineering, Tel. -30 92; Holger Heller (hh), ASIC, Entwicklungs-Tools, Embedded Computing, Mikrocontroller, Prozessoren, Programmierbare Logik, SOC, Tel. -30 83; Gerd Kucera (ku), Automatisierung, Bildverarbeitung, Industrial Wireless, EDA, Leistungselektronik, Tel. -30 84; Thomas Kuther (tk), Kfz-Elektronik, E-Mobility, Stromversorgungen, Quarze & Oszillatoren, Passive Bauelemente, Tel. -30 85; Kristin Rinortner (kn), Analogtechnik, Mixed-Signal-ICs, Elektromechanik, Relais, Tel. -30 86; Margit Kuther (mk), Bauteilebeschaffung, Distribution, E-Mobility, Tel. -30 99;
Freie Mitarbeiter: Prof. Dr. Christian Siemers, FH Nordhausen und TU Clausthal; Peter Siwon, MicroConsult; Sanjay Sauldie, EIMIA; Hubertus Andreea, dreiplus
Verantwortlich für die FED-News: Jörg Meyer, FED, Alte Jakobstr. 85/86, D-10179 Berlin, Tel. (0 30) 8 34 90 59, Fax (0 30) 8 34 18 31, www.fed.de
Redaktionsassistenz: Eilyn Dommel, Tel. -30 87
Redaktionsanschrift:
München: Grafinger Str. 26, 81671 München, Tel. (09 31) 4 18-30 87, Fax (09 31) 4 18-30 93
Würzburg: Max-Planck-Str. 7/9, 97082 Würzburg, Tel. (09 31) 4 18-24 77, Fax (09 31) 4 18-27 40
Layout: Agentur Print/Online

ELEKTRONIKPRAXIS ist Organ des Fachverbandes Elektronik-Design e.V. (FED).
FED-Mitglieder erhalten **ELEKTRONIKPRAXIS** im Rahmen ihrer Mitgliedschaft.

VERLAG

Vogel Business Media GmbH & Co. KG, Max-Planck-Straße 7/9, 97082 Würzburg,
Postanschrift:
Vogel Business Media GmbH & Co. KG, 97064 Würzburg
Tel. (09 31) 4 18-0, Fax (09 31) 4 18-28 43
Beteiligungsverhältnisse: Vogel Business Media Verwaltungs GmbH, Kommanditistin: Vogel Medien GmbH & Co. KG, Max-Planck-Straße 7/9, 97082 Würzburg
Geschäftsführung: Stefan Rühling (Vorsitz), Florian Fischer, Günter Schürger
Publisher: Johann Wiesböck, Tel. (09 31) 4 18-30 81, Fax (09 31) 4 18-30 93
Verkaufsleitung: Franziska Harfy, Grafinger Str. 26, 81671 München, Tel. (09 31) 4 18-30 88, Fax (09 31) 4 18-30 93, franziska.harfy@vogel.de
Stellv. Verkaufsleitung: Hans-Jürgen Schäffer, Tel. (09 31) 4 18-24 64, Fax (09 31) 4 18-28 43, hans.schaeffer@vogel.de
Key Account Manager: Annika Schlosser, Tel. (09 31) 4 18-30 90, Fax (09 31) 4 18-30 93, annika.schlosser@vogel.de
Marketingleitung: Elisabeth Ziener, Tel. (09 31) 4 18-26 33
Auftragsmanagement: Claudia Ackermann, Tel. (09 31) 4 18-20 58, Maria Dürr, Tel. -22 57;
Anzeigenpreise: Zur Zeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 51 vom 01.01.2016.
Vertrieb, Leser- und Abonnenten-Service: DataM-Services GmbH, Franz-Horn-Straße 2, 97082 Würzburg, Carsten Lutz, Tel. (09 31) 41 70-4 88, Fax -4 94, clurz@datam-services.de, www.datam-services.de.
Erscheinungsweise: 24 Hefte im Jahr (plus Sonderhefte).
Verbreitete Auflage: 37.801 Exemplare (IV/2015).
Angeschlossen der Informationsgemeinschaft zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern – Sicherung der Auflagenwahrheit.
EDDA Bezugspreis: Einzelheft 12,00 EUR. Abonnement Inland: jährlich 235,00 EUR inkl. MwSt. Abonnement Ausland: jährlich 266,20 EUR (Luftpostzuschlag extra). Alle Abonnementpreise verstehen sich einschließlich Versandkosten (EG-Staaten ggf. +7% USt.).
Bezugsmöglichkeiten: Bestellungen nehmen der Verlag und alle Buchhandlungen im In- und Ausland entgegen. Sollte die Fachzeitschrift aus Gründen, die nicht vom Verlag zu vertreten sind, nicht geliefert werden können, besteht kein Anspruch auf Nachlieferung oder Erstattung vorausbezahlter Bezugsgelder. Abbestellungen von Voll-Abonnements sind jederzeit möglich.
Bankverbindungen: HypoVereinsbank, Würzburg (BLZ 790 200 76) 326 212 032, **S.W.I.F.T.-Code:** HYVED EMM 455, IBAN: DE65 7902 0076 0326 2120 32
Herstellung: Andreas Hummel, Tel. (09 31) 4 18-28 52, Frank Schormüller (Leitung), Tel. (09 31) 4 18-21 84
Druck: Vogel Druck und Medienservice GmbH, 97204 Höchberg.
Erfüllungsort und Gerichtsstand: Würzburg
Manuskripte: Für unverlangt eingesandte Manuskripte wird keine Haftung übernommen. Sie werden nur zurückgesandt, wenn Rückporto beiliegt.
Internet-Adresse: www.elektronikpraxis.de www.vogel.de
Datenbank: Die Artikel dieses Heftes sind in elektronischer Form kostenpflichtig über die Wirtschaftsdatenbank GENIOS zu beziehen: www.genios.de

VERLAGSBÜROS

Verlagsvertretungen INLAND: Auskunft über zuständige Verlagsvertretungen:
Tamara Mahler, Tel. (09 31) 4 18-22 15, Fax (09 31) 4 18-28 57; tamara.mahler@vogel.de.
AUSLÄND: Belgien, Luxemburg, NIEDERLANDE: SIPAS, Peter Sanders, Sydneystraat 105, NL-1448 NE Purmerend, Tel. (+31) 299 671 303, Fax (+31) 299 671 500, peter.sanders@vogel.de.
Frankreich: DEF & COMMUNICATION, 48, boulevard Jean Jaurès, 92110 Clichy, Tel. (+33) 14730-7180, Fax -0189.
Großbritannien: Vogel Publishing UK Office, Mark Hauser, Tel. (+44) 800-3 10 17 02, Fax -3 10 17 03, mark.hauser@comcast.net, www.vogel-europublishing.com.
USA/Canada: VOGEL Europublishing Inc., Mark Hauser, 1632 Via Romero, Alamo, CA 94507, Tel. (+1) 9 25-6 48 11 70, Fax -6 48 11 71.

Copyright: Vogel Business Media GmbH & Co. KG. Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, digitale Verwendung jeder Art, Vervielfältigung nur mit schriftlicher Genehmigung der Redaktion.
Nachdruck und elektronische Nutzung: Wenn Sie Beiträge dieser Zeitschrift für eigene Veröffentlichung wie Sonderdrucke, Websites, sonstige elektronische Medien oder Kundenzeitschriften nutzen möchten, erhalten Sie Information sowie die erforderlichen Rechte über <http://www.mycontentfactory.de>, (09 31) 4 18-27 86.



Entwurf von Stromversorgungen mit SiP-Power-Modulen

SiP-Module der Himalaya-Familie sind pinkompatible Ausführungen für verschiedene Ströme und Spannungen, um hohe Flexibilität im Design und einfache Migration zu ermöglichen.

ROBERT NICOLETTI *

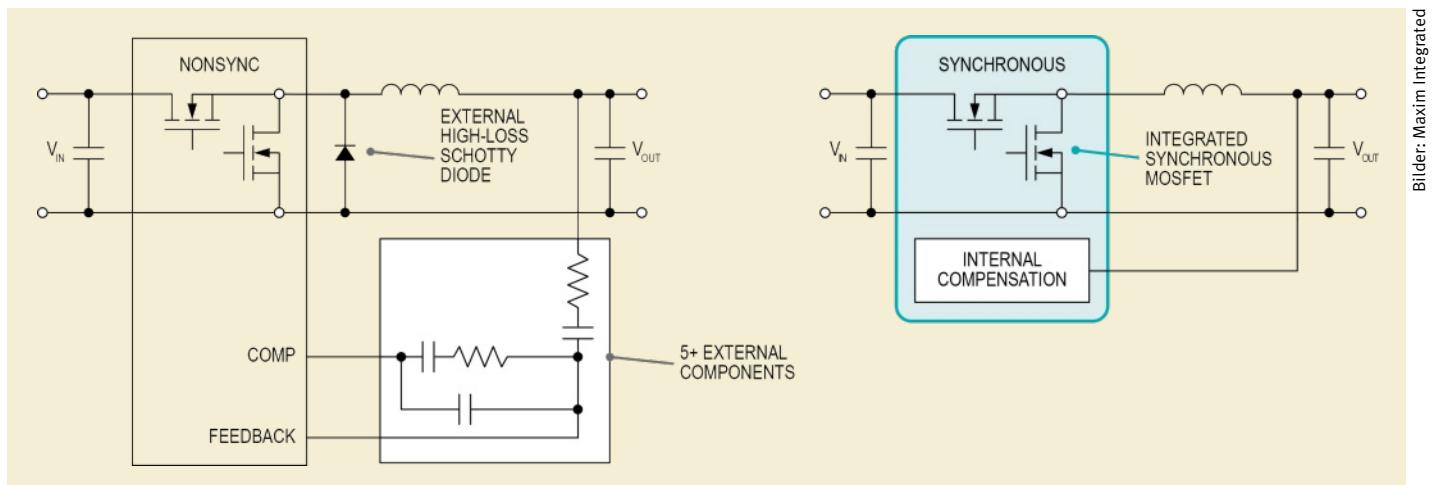


Bild 1: Die Strukturen synchroner und nicht-synchroner Stromversorgungen im Vergleich. In der Diode der nicht-synchronen Wandler fällt wegen ihrer Vorwärtsspannung sehr viel Wärme an, sodass diese Schaltungen nicht besonders effizient sind.

Nicht nur beim IC-Design, sondern auch bei den integrierten Gehäusetechnologien sorgen verbesserte Halbleiterprozesse für stets kleinere Geometrien. Dadurch können Modulhersteller die für eine Stromversorgungsschaltung erforderlichen passiven Bauelemente mit den elementaren ICs zu einer kompakten Stromversorgungslösung in einem einzigen Bauteil zusammenfassen. Sychrone Schaltregler enthalten integrierte FETs und sind kleiner, effizienter und präziser als frühere Schaltregler. Die neuesten Power-Module wiederum kombinieren diese neuen synchronen Schaltregler mit Bauelementen wie zum Beispiel Widerständen, Kondensatoren, MOSFETs und Spulen zu einem einfach anwendbaren Hybrid-Power-Modul, das die finale Lösung kompakter und kostengünstiger macht und die Komplexität des Layouts gegenüber diskreten Ansätzen enorm verringert.

* Robert Nicoletti
... ist Applikationsingenieur bei Maxim Integrated, San Jose/Kalifornien.

Beim Design auf Power-Module zurückzugreifen hat einen grundlegenden Vorteil: Gestützt auf ein vorgefertigtes Stromversorgungs-Design, kann man sich rein auf die Alleinstellungsmerkmale des eigenen Produkts konzentrieren.

Sychrone Buck-Schaltregler als Ausgangspunkt

Mit den SiP-Power-Modulen der Himalaya-Familie (SiP; System-in-Package) offeriert Maxim beispielsweise pinkompatible Ausführungen für verschiedene Ströme und Spannungen, um eine hohe Design-Flexibilität zu erreichen. Im Interesse niedrigerer Kosten sind sie für eine einfache Migration ausgelegt. Verbesserungen bei den IC-Prozessen und IC-Designs ermöglichte die Integration der in Schaltnetzteilen erforderlichen MOSFETs, was den Weg zur Entwicklung von Netzteilen mit Synchrongleichrichtung ebnete. Das hat den Gleichspannungswandler-Markt speziell in Anwendungen für hohe Spannungen stark verändert. Die neuesten synchronen Buck-Schaltregler zeichnen sich durch hohe Effizienz, reduzier-

te Wärmeentwicklung und kleinere Abmessungen aus. Diese Technik verdient deshalb nachfolgend einen genaueren Vergleich zwischen synchronen und nicht-synchronen Stromversorgungs-ICs.

Bild 1 zeigt den Unterschied zwischen synchronen und nicht-synchronen Stromversorgungs-Designs. Traditionelle, nicht-synchrone Buck-Wandler bedienen sich einer externen Schottky-Diode, die den Strom der Ausgangsspule gleichrichtet und leitet, während der High-Side-Transistor abgeschaltet ist. Diese Technik ist in der Theorie recht einfach. In der Praxis aber gestaltet sich ihr Design schwierig. Der größte Nachteil nicht-synchroner Wandler ist die Tatsache, dass in der Diode infolge ihrer Vorwärtsspannung erhebliche Wärme entsteht. Das resultierende System ist somit auch nicht besonders effizient.

Bei einem synchronen Buck-Wandler wird die externe Gleichrichterdiode durch einen integrierten Low-Side-Leistungs-MOSFET ersetzt. Verglichen mit der Diode des nicht-synchronen Wandlers sorgt der niedrige Einschaltwiderstand des MOSFET für einen

wesentlich geringeren Spannungsabfall. Außerdem lässt sich der MOSFET abschalten, wenn er nicht benötigt wird. Die Umwandlungsverluste sind aus diesem Grund deutlich geringer, sodass die Schaltung weniger Wärme erzeugt und effizienter arbeitet. So- wohl der zur Gleichrichtung dienenden Low-Side-MOSFET als auch die früher extern implementierten Kompensationsschaltungen sind jetzt in den IC integriert.

Um die Vorteile dieser Technik besser erläutern zu können, sollen jetzt kurz die Verluste der synchronen und der nicht-synchronen Lösung berechnet und miteinander verglichen werden. Die zugehörigen Wärmebilder in Bild 2 zeigen anschaulich die deutlich geringere Wärmeentwicklung des synchronen Buck-Wandlers im Vergleich zur nicht-synchronen Lösung. Dies ist wichtig, da Wärme nachteilige Auswirkungen auf die Lebensdauer elektrischer Bauelemente hat. Die meisten Ingenieure interpretieren die Arrhenius-Gleichung so, dass sich die Lebensdauer einer Schaltung verdoppelt, wenn die Temperatur um 10 K gesenkt wird. Hieraus folgt, dass die synchrone Lösung aufgrund der Temperaturdifferenz von 30 K mindestens achtmal langlebiger sein dürfte als die nicht-synchrone Variante.

Wegen der Integration der Kompensationsschaltungen verbessert die Synchrongleichrichtung die Regelgenauigkeit. Entscheidender ist aber, dass die eingebaute Kompensation über den gesamten Ausgangsspannungsbereich ohne externe Bauelemente auskommt, was den Bauteilaufwand und den Platzbedarf signifikant verringert. Als weiterer Pluspunkt kommt die hohe Genauigkeit der internen Spannungsreferenz hinzu. Sie ergibt eine präzisere Spannungsregelung, die über einen erweiterten Betriebstemperaturbereich hinweg nahezu $\pm 1\%$ beträgt.

Werden diese neuen Buck-Schaltregler mit integrierten FETs und Synchrongleichrichtung als Grundlage für Power Module ver-

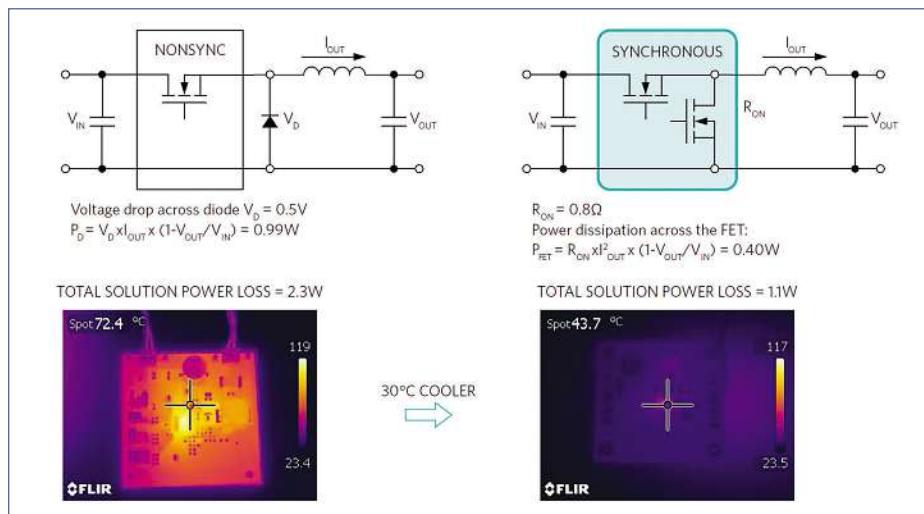


Bild 2: Vergleich der Verlustleistung von synchronen und nicht-synchronen Gleichrichterlösungen. Die synchrone Lösung verringert die Verluste in der Gleichrichterdiode um 60%.

wendet, können die Hersteller von den gleichen Vorteilen profitieren, die ein diskretes Stromversorgungs-Design bietet: hoher Wirkungsgrad, geringere Wärmeentwicklung sowie präzisere Spannungsregelung – und dies bei deutlich kleineren Abmessungen. Zum Beispiel integriert Maxim seine Himalaya-ICs zusammen mit weiteren Bauelementen zu den Power-Modulen der Himalaya-Familie.

Integration in Power-Module vereinfacht den Design-Prozess

Selbst mit diskreten synchronen Buck-Schaltreglern müssen für eine robuste Stromversorgung zahlreiche Anforderungen erfüllt und viele Herausforderungen bewältigt werden. Eingangsspannung, Ausgangsspannung, Laststrom, Temperatur, Störimmunität und/oder Störaussendungen sind nur einige der Kriterien, die von den Designern bedacht werden müssen. Zu den schwierigsten Aspekten beim Design von Schaltnetzteilen gehören jedoch die Auswahl der externen

Bauelemente, die Platzierung der Bausteine, das Leiterplatten-Layout sowie Regelungs-Kriterien wie etwa elektromagnetische Interferenzen, Hochfrequenz-Störungen und die Anfälligkeit gegen eingestrahlte Hochfrequenz-Störgrößen. Bleibt das unberücksichtigt, kann jeder dieser Aspekte zur Ein- oder Abstrahlung elektrischer Störgrößen führen.

Die Tatsache, dass in den Power-Modulen bereits einige externe Bauelemente integriert sind, eliminiert bereits einen großen Teil der Design-Risiken. Neben dem Schaltnetzteil-Controller sind in heutigen Power-Modulen die MOSFET-Leistungsschalter und die Spule sowie weitere passive Bauelemente integriert, die für Kompensations- und Bias-Zwecke benötigt werden. Für den Betrieb sind somit nur noch vier oder fünf zusätzliche externe Bauelemente erforderlich. Da sämtliche integrierten Bauelemente mit Blick auf optimale Performance ausgewählt sind, werden Entwickler nicht mehr mit Unwägbarkeiten konfrontiert. Sie können sich vielmehr für ein geeignetes kommerziell angebotenes

Die Community auf XING für Embedded Software Experten!

Embedded Software Engineering Kongress

Werden Sie Mitglied in der Community!

- ▶ Bauen Sie Ihr Netzwerk aus!
- ▶ Diskutieren Sie mit Experten und Spezialisten!
- ▶ Finden Sie Lösungsansätze!



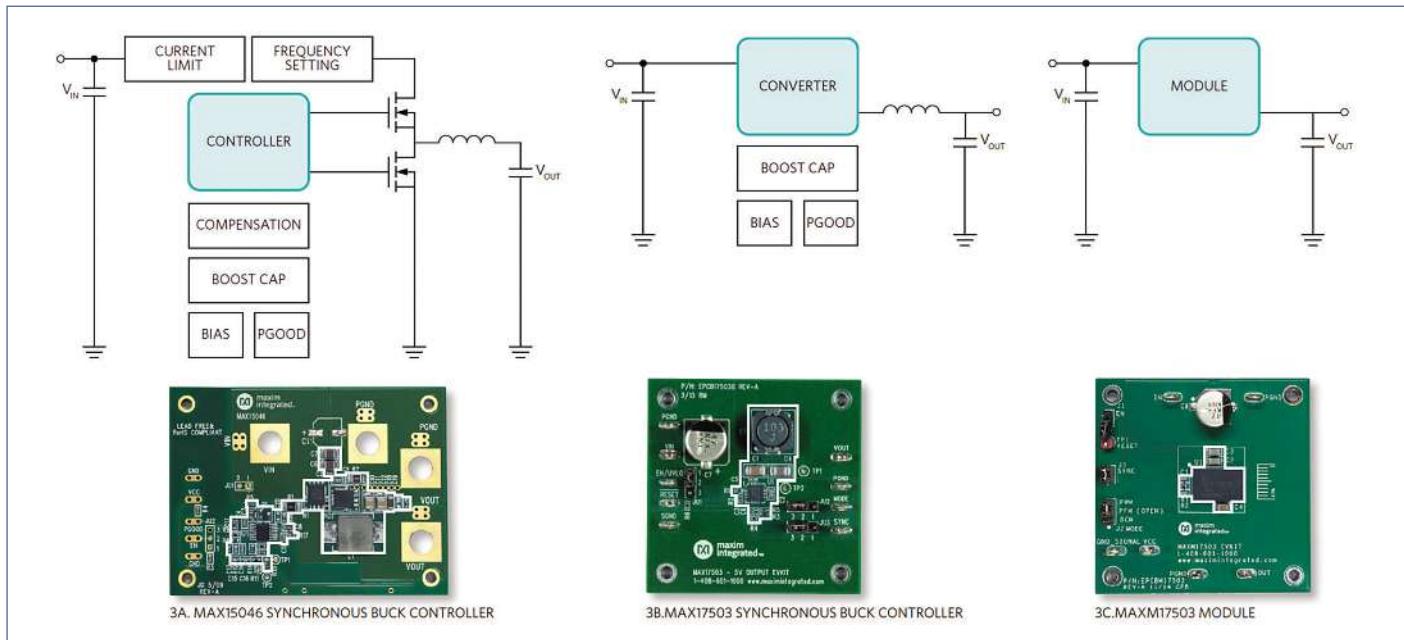


Bild 3: Beginnend mit einem einfachen Leistungsregler, führte die fortschreitende Entwicklung zu den heutigen Power Modulen der Himalaya-Reihe; (v.l.n.r.) synchroner Buck-Schaltregler MAX15046, synchroner Buck-Schaltregler MAX17503 und Power-Modul MAXM17503.

Power Modul entscheiden, das ihren jeweiligen Stromversorgungs-Anforderungen entspricht.

Kleinere Designs, mehr Komfort und höhere Flexibilität

Moderne Power-Module sind deutlich kompakter als diskrete Stromversorgungslösungen, die mit PWM-Controllern bestückt sind oder gar auf Schaltreglern mit integrierten FETs basieren. Im Laufe der Jahre haben sich Stromversorgungs-Schaltungen von

einfachen Leistungsreglern mit ausschließlich externen Bauelementen (Bild 3 links) stetig weiterentwickelt. Es folgten Leistungswandler in Form von ICs, die mit einer externen Spule und einer geringeren Zahl externer Bauelemente kombiniert werden mussten (Bild 3 Mitte). Inzwischen aber gibt es die kompakten Power-Module (Bild 3 rechts). Die Himalaya-Power-Module etwa, wie zum Beispiel der MAXM17503, sie kommen mit vier bis fünf externen Komponenten aus: einem Eingangs-Kondensator, einem Ausgangs-

Kondensator, zwei Widerständen zum Einstellen der Ausgangsspannung sowie möglicherweise einem Kondensator für die Softstart-Funktion. Bild 3 veranschaulicht diese immer weiter fortschreitende Integration der Stromversorgungs-Lösungen zusammen mit dem jeweiligen Platzbedarf.

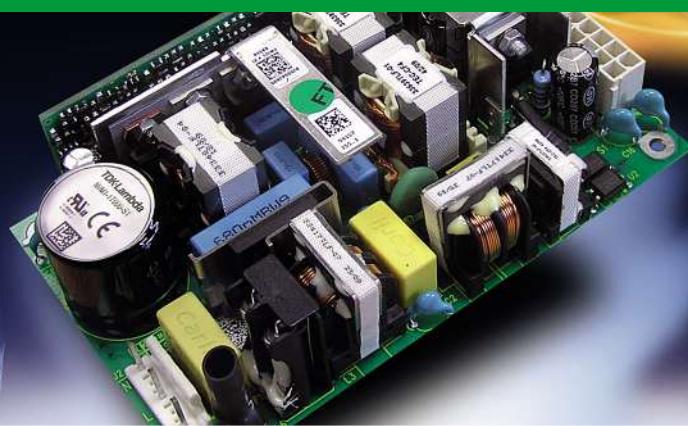
Eine neue Layout-Konfiguration rückt die Pins mit einer QFN-ähnlichen Anordnung an den Rand des Gehäuses, wodurch das Leiterplatten-Layout einfacher und kostengünstiger wird. Die Platzierung wichtiger Signal-

BUSINESS SPONSOR



■ TRACO POWER

ENTWICKLUNG & AUSWAHL VON STROMVERSORGUNGEN



Alle Details zu Programm und Kongress unter:
www.power-kongress.de

VERANSTALTER:

ELEKTRONIK
PRAXIS
Akademie

POWER
KONGRESS

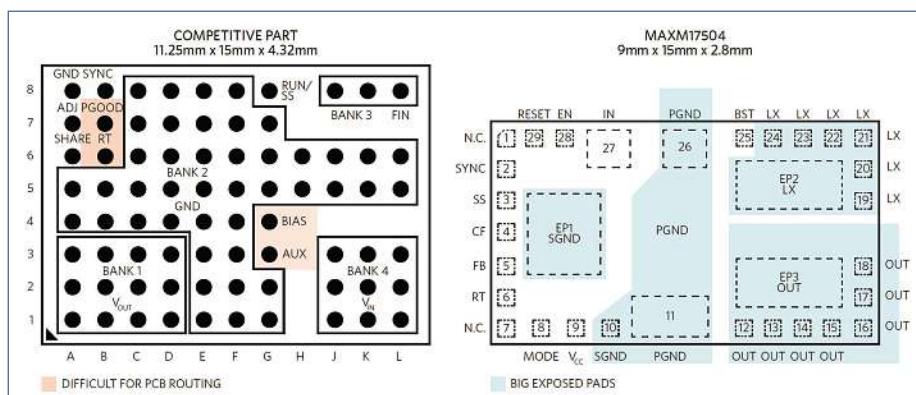
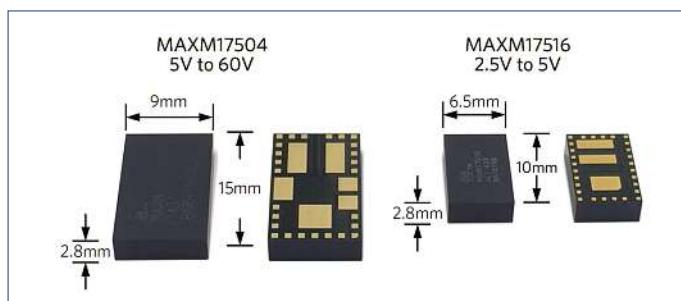


Bild 4: Vergleich der Anschlussanordnung bei einem Maxim-Modul in QFN-Bauweise (rechts) und einem älteren Grid-Array-Layout (links).



Pins am äußeren Rand des Gehäuses ermöglicht den Verzicht auf mehrlagige Leiterplatten, die mithilfe von Vias die in der Gehäusemitte liegenden Anschlüsse herausführen. Beispiele für solche Gehäuse sind die Module mit Ball- oder Grid-Array-Gehäuse (Bild 4). Wenn die Anschlüsse am Gehäuseumriss angeordnet sind, bleibt in der Mitte außerdem Platz für Metall-Pads, die mithelfen, die Abwärme aus dem Modul heraus zu transportieren und damit die Erwärmung des Systems weiter zu reduzieren. Mehrere separate Pads bieten dabei zusätzlichen Schutz, indem sie empfindliche Bereiche des Moduls voneinander isolieren.

Die Gehäusehöhe von nur 2,8 mm erlaubt die Verwendung des Moduls auf Mezzanine Cards, bei denen es auf eine geringe Bauhöhe ankommt. Die flache Bauweise erleichtert nicht zuletzt die Integration von Kühlköpfen. Diese sind besonders in Hochleistungs-Anwendungen von Bedeutung, in denen es viel Wärme abzutransportieren gilt (Bild 5).

Optionen für diverse Spannungen und Ströme

In den verschiedenen Entwicklungsphasen eines Projekts können sich die Leistungsanforderungen häufig ändern. Weshalb sollte man Kunden zwingen, bei jeder Änderung des Strom- oder Spannungsbedarfs die Leiterplatte zu überarbeiten, was mit einem

hohen Zeit- und Kostenaufwand verbunden wäre? Stattdessen können die Designer heute Power Modul-Familien nutzen, die für verschiedene Ströme und Spannungen in pinkompatibler Ausführung angeboten werden.

Aufgrund dieser Flexibilität kann ein und dasselbe Layout mit Modulen für unterschiedliche Lastströme und Ausgangsspannungen bestückt werden. Da keine Änderungen an der Leiterplatte erforderlich sind, verkürzt sich die Markteinführungszeit.

Einige Entwickler zögern mit dem Einsatz von Power-Modulen, weil sich diese nicht so gut individuell anpassen lassen wie diskrete Lösungen. Hinzu kommt ihr höherer Preis.

Bisher fehlte hier ein Glied in der Kette, nämlich die Möglichkeit des Umstiegs. Das hat sich inzwischen zugunsten des Entwicklers geändert: Designer können im Interesse einer kurzen Entwicklungszeit mit einem Modul beginnen, um später auf eine Lösung zu wechseln, die genau den gleichen IC in diskreter Form enthält. Diese Flexibilität ermöglicht eine Performance- und Kostenoptimierung, wenn es an die Serienproduktion geht, und zugleich ist das eine wertvolle Option für Schaltungsentwickler, die das Beste zweier Welten miteinander kombinieren wollen.

// KU

Maxim Integrated

PROGRAMM-AUSZUG

- ✓ **EMV von Stromversorgungen – Problemstellungen und Wechselwirkungen im System trotz zertifizierter Komponenten**

- ✓ **Wie lange lebt meine Stromversorgung tatsächlich?**

- ✓ **Negativer Eingangswiderstand von SNTs – eine selten erkannte Falle**

**POWER
KONGRESS**

25./26.10.2016, VCC, Würzburg

Themenschwerpunkte

- **25. Oktober** Entwicklung von Stromversorgungen
- **26. Oktober** Auswahl von Stromversorgungen

Jetzt alle Details erfahren:

www.power-kongress.de

VERANSTALTER:

**ELEKTRONIK
PRAXIS**
Akademie

Zwei Offline-Flyback-Schaltregler mit 90% Wirkungsgrad

Mit zwei Schaltregler-IC-Serien verbessert Power Integrations die Ladezeit mobiler Geräte (InnoSwitch-CP) und macht Hilfs- sowie Standby-Stromversorgungen effizienter (InnoSwitch-EP).

Power Integrations ist Hersteller von Hochspannungs-ICs für energieeffiziente Spannungswandler und bringt mit InnoSwitch-CP eine neue Familie von Offline-CV/CC-Sperrwandler-ICs auf den Markt.

Diese ICs arbeiten mit einem Konstantleistung-Ausgangsprofil, das es in Verbindung mit einem Protokoll für adaptive Spannungsregelung (beispielsweise Qualcomm Quick Charge 3.0 oder USB-PD) Herstellern smarter mobiler Geräte ermöglicht, die Akkuladezeiten ihrer Produkte zu minimieren. Entwickler können durch Anwendung adaptiver Lade-

technologie die Akkuladezeiten drastisch verkürzen, den Ladewirkungsgrad steigern, den Aufwand für das Temperatur-Management minimieren und die Kosten des Akkuladesystems senken, ohne auf Rückwärtskompatibilität zu der weit verbreiteten 5-V-USB-BC-1.2-Spezifikation verzichten zu müssen.

Die bei InnoSwitch-CP-ICs angewandte FluxLink-Technik von Power Integrations nutzt in der Schaltung die magnetische Signalkopplung und eliminiert alterungsanfällige Optokoppler. Diese Methode ermöglicht eine hochgenaue sekundärseitige Regelung,

die genauso einfach zu implementieren sei wie eine primärseitige Regelung und auch keinen größeren Bauteilaufwand erfordert. FluxLink optimiert außerdem die Effizienz des Ausgangs-Synchrongleichrichters, daraus resultiert ein besonders hoher Wirkungsgrad über den gesamten Lastbereich hinweg. Die Leerlauf-Leistungsaufnahme bei 230 VAC beträgt weniger als 10 mW, und der Volllast-Wirkungsgrad ist größer als 90%. InnoSwitch-CP-ICs erfüllen oder übertreffen alle globalen Energieeffizienzstandards. Die für ein schnelles Laden erforderlichen Spannungen und Ströme hängen von mehreren



Bild 1: Das Konstantleistungsprofil der InnoSwitch-CP-ICs ist mit Qualcomm Quick Charge, USB-PD und anderen Protokollen für adaptive Spannungsregelung konform.

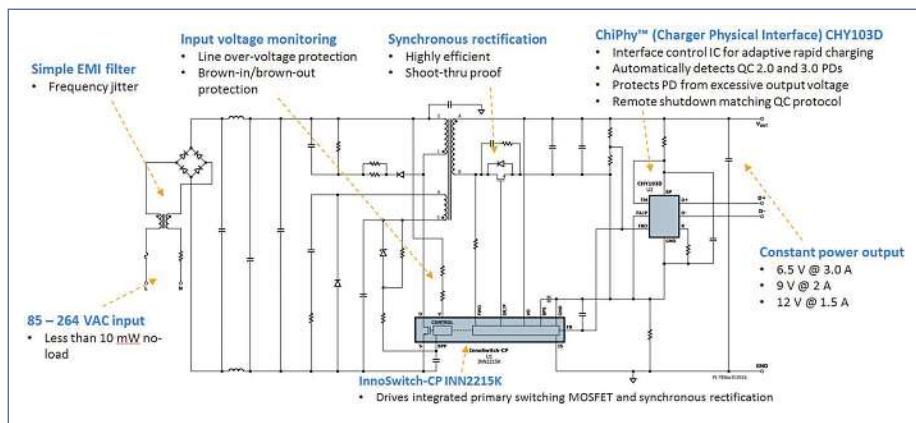


Bild 2: Die Referenzschaltung des Rapid Phone Chargers DER-494: 20 W QC 3.0 (mit InnoSwitch-CP).

Faktoren ab, dazu gehören Akkukapazität, Akkuchemie, Akkufüllstand und Umgebungstemperatur. InnoSwitch-CP mit seinem Konstantleistungsausgang ermöglicht es, bei jeder gewählten Ausgangsspannung die maximale Leistung des Ladegeräts voll auszuschöpfen, die Ladezeit zu minimieren und die Kosten zu reduzieren. Dadurch können OEMs den Anwendern ihrer Produkte kürzere Ladezeiten und eine entsprechend höhere Verfügbarkeit bieten, zudem vereinfacht sich dadurch die Zubehör-Lieferkette.“

Alle Bauteile der CP-Familie besitzen zahlreiche Schutzfunktionen wie Ausgangsüberspannungsschutz (OVP); Ausgangsüberstromschutz (OCP) mit 3-V-Auto-Restart; Übertemperaturabschaltung mit Hystereverhalten und Eingangsüberspannungsschutz mit präzisen unteren und oberen Schwellenwerten. Die ICs sind laut Hersteller uneingeschränkt konform mit den einschlägigen Sicherheits- und regulatorischen Normen, darunter: 100%-Produktionstest auf HIPOT-Konformität (6000 VDC/1 s); verstärkte Isolation; und Isolationsspannungstest bis über 3500 VAC. Es sind zwei ICs erhältlich, die beide für Universal-Ladegeräte, Netzadapter und ähnliche Anwendungen vorgesehen sind: Das INN2214K mit 15W Ausgangsleistung und das größere INN2215K mit bis zu 22 W. Muster sind verfügbar.

Power-Management-IC für Stromversorgungen

Stets strengere Vorgaben für den Gesamtenergieverbrauch verlangen eine weitere Reduzierung der Leistungsaufnahme von Systemen in allen ihren Betriebsarten. Dieses Entwickler-Ziel zu erreichen, unterstützen die IC der EP-Serie. Damit will Power Integrations einfach zu implementierende Lösungen ermöglichen, um die Energieeffizienz gemäß der TEC-Vorgaben von ENERGY STAR und ErP für Stromversorgungen unter allen

Betriebsbedingungen (von Standby bis Vollast) zu erhöhen.

Diese Familie von Offline-CV/CC-Sperrwandler-ICs enthalten einen 725V-MOSFET, einen Synchrongleichrichter und eine hochgenaue sekundärseitige Regelschaltung. Wesentliche Merkmale der Bausteine sind eine ausgezeichnete Kreuzregelung bei Stromversorgungen mit Mehrfachausgang, ein vollständiger Netzeingangsschutz, extrem schnelle Reaktion auf Transienten und eine Leerlauf-Leistungsaufnahme von weniger als 10 mW. Die Einchip-Lösungen eignen sich für Anwendungen wie Hilfs- und Standby-Stromversorgungen in Hausgeräten, Heizungs-/Klimaanlagen, Konsumelektronik, Computern sowie Tele- und Datenkommunikationssystemen.

Auch hier ermöglicht die FluxLink-Technik eine schnelle und hochgenaue sekundärseitige Regelung. Beispielsweise sind mehrkanalige 20-W-Stromversorgungen mit einem Wirkungsgrad von etwa 90% und einer Leerlaufleistungsaufnahme von unter 30 mW realisierbar. Sowohl die Netzüberspannungsregelung auch die Überstromschutzfunktion (OCP, Over-Current Protection) haben eine Genauigkeit von $\pm 5\%$.

Der Einsatz der EP-ICs erfordert einige wenige externe Bauteile, aber keine Optokoppler, die im Laufe der Zeit altern. Der geringe Spannungsabfall an den Synchrongleichrichter-FETs gewährleistet die präzise Kreuzregelung zwischen den Spannungsausgängen und macht in vielen Fällen nachgeschaltete Linearregler entbehrlich. Anwendungsbereiche sind neben Hausgeräte wie Mikrowellenherde, Waschmaschinen und Wäschetrocknern auch Stand-by-Stromversorgungen für PCs/Server, Klimaanlagen, Fernseher und smarte Vorschaltgeräten für Leuchten. // KU

Power Integrations

Best of Internet of Things 2015



Themen:

- Fehlende Standards bremsen IoT
- Cyber-Physical Systems ganz konkret betrachtet
- Industrie 4.0 beginnt bei der Leiterplatte
- IoT: Eine Spielwiese für Hacker

Lesen Sie das gesammelte ELEKTRONIKPRAXIS-Wissen auf Ihrem PC, Laptop oder iPad und sichern Sie sich **kostenlos** Ihr gedrucktes Kompendium* unter

[www.elektronikpraxis.de/
iot-kompendium](http://www.elektronikpraxis.de/iot-kompendium)

ELEKTRONIK
PRAXIS

Buck-Wandler für intelligente Feldsensor-Applikationen

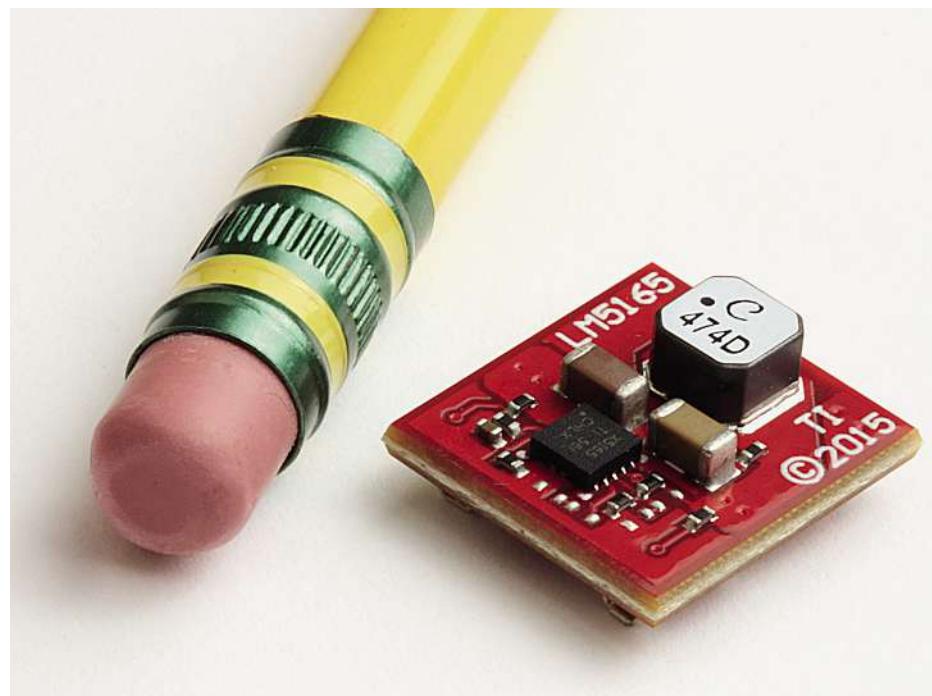
Intelligente Feldsensor-Applikationen stellen hohe Anforderungen an eine Stromversorgung, da die vom Sensor kommenden Signale möglichst ungestört übertragen werden sollen.

TIMOTHY HEGARTY *

Die Funktionalität von Feldsensor-Transmittern, die in industriellen Automations- und Steuerungsanlagen zum Messen von Temperaturen, Drücken, Durchflussmengen, Füllständen und zahlreichen weiteren Prozessgrößen eingesetzt werden, hat viele Dimensionen. Bild 1 zeigt ein Blockschaltbild eines Drucksensor-Transmitters. Enthalten sind ein Quarter-Bridge-Dehnmesstreifen, ein Mikrocontroller (MCU), ein Datenwandler, ein Eingangsverstärker, ein Ausgangstreiber, Isolatoren, eine Displayeinheit, Anschlussoptionen und ein Power-Management-Teil. Bei der Erfassung von Messgrößen in industriellen Umfeldern besteht die entscheidende Herausforderung darin, die vom Sensor kommenden Signale mit ihren geringen Amplituden in der Gegenwart starker Störungen und hoher Stoßspannungen aufzubereiten [1].

Das Eingangssignal des Drucksensors muss in eine präzise elektrische Größe verwandelt und anschließend aus dem Feld über eine robuste Schnittstelle an eine zentrale Steuerungseinheit übertragen werden. Ein Beispiel für eine solche Schnittstelle ist die traditionelle zweiadrige 4-20-mA-Stromschleife, die nach wie vor große Beliebtheit genießt, wenn in industriellen Umgebungen mit hohem Störaufkommen Signale über längere Strecken übertragen werden müssen. Die analoge Schleife kommuniziert einerseits die erfasste Primärvariable (PV) und versorgt andererseits die Messwertgeber-Schaltung mit Strom, sofern dabei die Grenze des minimalen Schleifenstroms nicht überschritten wird [2].

Während der Mikrocontroller und die Datenwandler einer grundlegenden Messwertgeber-Schaltung in der Regel für geringe



Dicht bestückte Implementierung eines synchronen Buck-Wandlers.

Stromaufnahme optimiert sind (Bild 2), haben die Feature-Ausstattung und die umfangreichere Funktionalität von Hochleistungs-Sensoranwendungen einen höheren Strombedarf zur Folge. Intelligente Sensorsysteme dieser Art sind möglicherweise nicht in der Lage, die typischen Bereichsunterschreitungs-Grenzströme oder den Nullpunkt-Strom von 4 mA, wie er von der 4-20-mA-Stromschleife verlangt wird, einzuhalten. Zum Beispiel besitzt ein programmierbarer D/A-Wandler (DAC) und Schleifentreiber wie der DAC161S997 von sich aus einen ERROR_LOW-Grenzstrom von 3,375 mA. Ströme unterhalb dieses Werts werden zur Übertragung von Fehlerinformationen zu Diagnosezwecken verwendet [3].

Um einem über die Stromschleife gespeisten Messwertgeber mehr Leistung zur Verfügung stellen zu können, bietet ein hocheffi-

zienter, geschalteter Hochvolt-Gleichspannungswandler eine eingebaute Stromvervielfachungs-Funktion, die man bei einem klassischen LDO (Low-Dropout-Linearegler) vergeblich sucht.

Ein erhöhtes, über den Bereichsuntergrenzen-Alarm von 3,375 mA hinausgehendes Strombudget gibt den Entwicklern intelligenter Sensorapplikationen den nötigen Freiraum zur Umsetzung neuer Funktionen. Hierzu werden nachfolgend einige Beispiele angeführt.

Messwertgeber mit isoliertem Eingang

Sensor-Messwertgeber mit isoliertem Eingang benötigen eine von der Stromschleifen-Versorgung galvanisch isolierte Versorgungsspannung zum Speisen des Sensors. Die Kommunikation des Sensors über die



* Timothy Hegarty
... ist Systems Engineer, Non-isolated Power Solutions, bei Texas Instruments.

Isolationsbarriere hinweg erfolgt in der Regel über eine SPI-Schnittstelle (Serial Peripheral Interface) und einen Digitalisolator. Sowohl der Digitalisolator selbst als auch die isolierte Leistungsstufe ziehen allerdings relativ viel Strom. Darüber hinaus benötigt das System auch einen A/D-Wandler (ADC), einen Mikrocontroller und einen DAC, die alle aus dem Strombudget von weniger als 4 mA versorgt werden müssen.

Eine leistungsfähigere Stromquelle ermöglicht auch mehrkanaligen Digitalisolatoren den Betrieb mit schnelleren digitalen Signalen.

Hochleistungs-MCUs für komplexe Berechnungen

Die Linearisierung des Sensorausgangs ist eine wichtige Funktion zur Einhaltung der Genauigkeitsvorgaben. In der Regel werden Hochleistungs-MCUs benötigt, um komplexe Berechnungen auszuführen und unterschiedliche Grade an Rechenleistung bereitzustellen. Hierdurch eröffnen sich vielfältige MCU-Optionen beispielsweise in Bezug auf Taktfrequenz, Speicherausstattung, Konnektivität, Peripherie und Verlustleistungs-Optimierung.

Kalibrierung und erweiterte Diagnosefunktionen

Statusinformationen, Kalibrierung und Diagnose lassen den Strombedarf weiter ansteigen. Zum Beispiel beruht die Funktion des HART-Protokolls darauf, dass dem Gleichstrom der 4-20-mA-Stromschleife ein Signal mit einer Amplitude von 1 mA (Peak to Peak) überlagert wird [4]. Auch die WirelessHART-Adapter, die zum Abrufen und Übermitteln von Diagnoseinformationen

dienen, ziehen Strom aus der Stromschleife des leitungsgebundenen Messwertgebers [5].

Erfassung von mehreren Prozessgrößen

In vielen Anwendungen werden zwei oder mehr (primäre oder nicht-primäre) Prozessgrößen erfasst [6]. Häufig ist die Primärvariable von einer oder mehreren Sekundärvariablen abhängig. Zum Beispiel erfassen Massenfluss-Messwertgeber für Erdgas oder Dampf die Druckdifferenz (die Roh-Durchflussmenge) im Verbund mit dem statischen Prozessdruck und Temperaturmessungen, um kompensierte Massenfluss-Werte zu liefern. Die Überwachung nicht-primärer Größen kann von Vorteil sein, wenn eine oder mehrere der Größen von besonderer Relevanz für die Sicherheit oder Qualität eines Prozesses sind.

Abgesetztes Display und Benutzeroberfläche

Einige Zweidraht-Messwertgeber können Informationen anzeigen oder über eine Benutzeroberfläche Eingaben von Bedienern entgegennehmen. Das abgesetzte Display und der Messwertgeber können je nach der Komplexität des Displays zusammen mehr als 4 mA aufnehmen.

Niederohmige Messbrücken mit hohen Erregerströmen

Die gängigen Impedanzen der Messbrücken von Dehnungs- und Drucksensoren liegen zwischen 120 Ω und 10 kΩ. Die 120-Ω-Brücke nimmt bei 5 V Versorgungsspannung einen Strom von 40 mA auf. In einigen Lösungen werden Widerstände mit der Messbrücke in Reihe geschaltet, um die

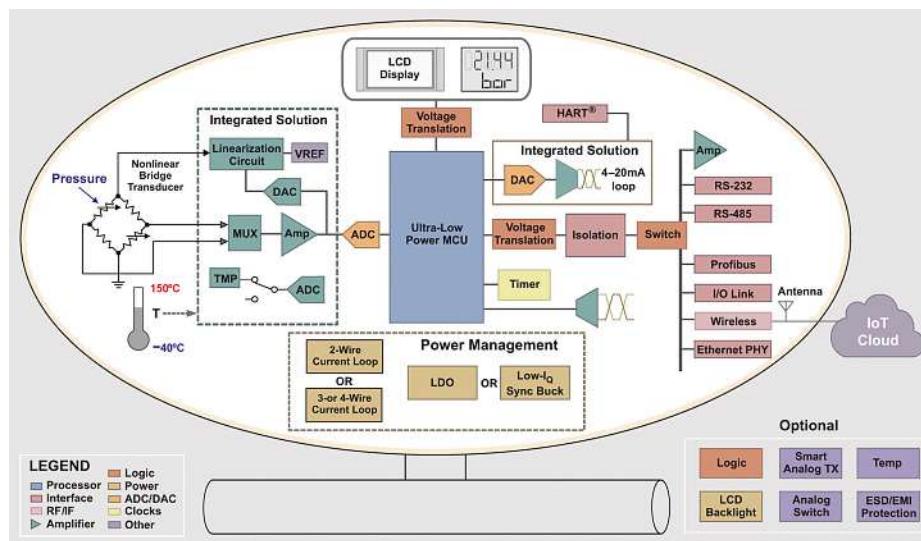


Bild 1: Messwertgeber für einen Dehnmesstreifen-Drucksensor in einer Fabriküberwachungs-Anwendung.

Messtechnik-Grundlagen

- Grundlagenbeiträge
- Fachartikel
- Applikationsbeispiele
- Referenzdesigns
- Design-Tipps
- weiterführende Informationen als Online-Verlinkung

Lesen Sie das gesammelte ELEKTRONIKPRAXIS-Wissen auf Ihrem PC, Laptop oder iPad und sichern Sie sich kostenlos Ihr gedrucktes Kompendium* unter

--> www.elektronikpraxis.de/messtechnik-kompendium

ELEKTRONIK
PRAXIS

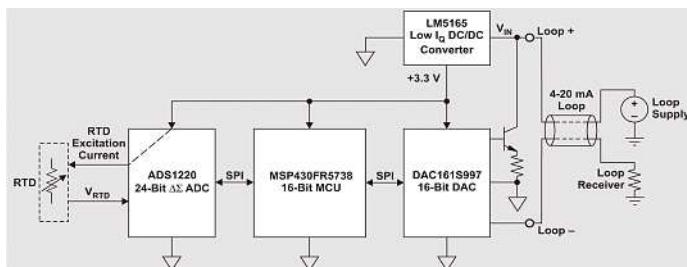


Bild 2: Hardwarearchitektur eines über die Stromschleife versorgten Temperaturgebers.

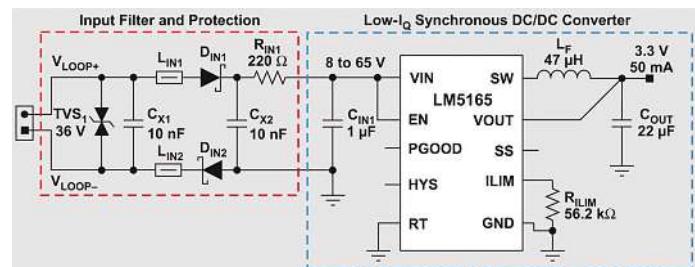


Bild 3: Synchroner Buck-Wandler mit geringer Ruhestromaufnahme, ausgestattet mit Eingangsfilter und Schutzschaltung.

Brückenimpedanz zu erhöhen und dadurch die Stromaufnahme des Sensors zu reduzieren, was auf Kosten der Ausgangsempfindlichkeit des Sensors geht. Die Verfügbarkeit eines größeren Strombudgets ermöglicht ein höheres Sensorausgangssignal, sodass das Analog Front End (AFE) weniger Verstärkung aufweisen muss.

Versorgung von Sensoren mit hocheffizienten Buck-Wandlern

Ein synchroner Buck-Wandler muss die Sensorschaltung zuverlässig mit Strom versorgen, auch wenn nur die minimale Eingangsleistung verfügbar ist und der Messwertgeber mit seiner Compliance-Spannung von typisch 10 V oder weniger arbeitet. Diese entspricht der Spannung zwischen den Anschlüssen Loop+ und Loop- (Bild 2). Dementsprechend kommt es auf einen äußerst hohen Wirkungsgrad in einem Ausgangstrombereich von 1 bis 20 mA an. Eine Gleichspannungswandler-Lösung mit einem großen Eingangsspannungsbereich bietet großzügigen Freiraum, um außerdem mit Spannungsspitzen auf der Versorgungsspannung zureitzukommen, wie sie in den Messverfahren der Norm IEC 61000-4 aufgeführt sind [7, 8].

Der LM5165 ist ein Beispiel für einen synchronen Buck-Wandler, der auch in Anwendungen mit schwankender Spannung eine genau geregelte Ausgangsspannung zur Verfügung stellt. Diese monolithische 150 mA Abwärtswandler-Lösung zeichnet sich durch einen hohen Wirkungsgrad und eine extrem geringe Ruhestromaufnahme (I_Q) aus. Der Buck-Wandler weist einen Eingangsspannungsbereich von 20:1 auf, verkraftet widerholte Stoßspannungen von 65 V und ist unempfindlich gegen starke Spannungsausschläge an seinem Eingang. Kritische ist diese Transienten-Immunität in Sensoranwendungen, in denen hohe Zuverlässigkeit und erweiterte Produktlebenszyklen zwingend erforderlich sind. Bild 3 zeigt den Schaltplan eines mit minimalem Bauteileaufwand konfigurierten Wandlers. Zur Ein-

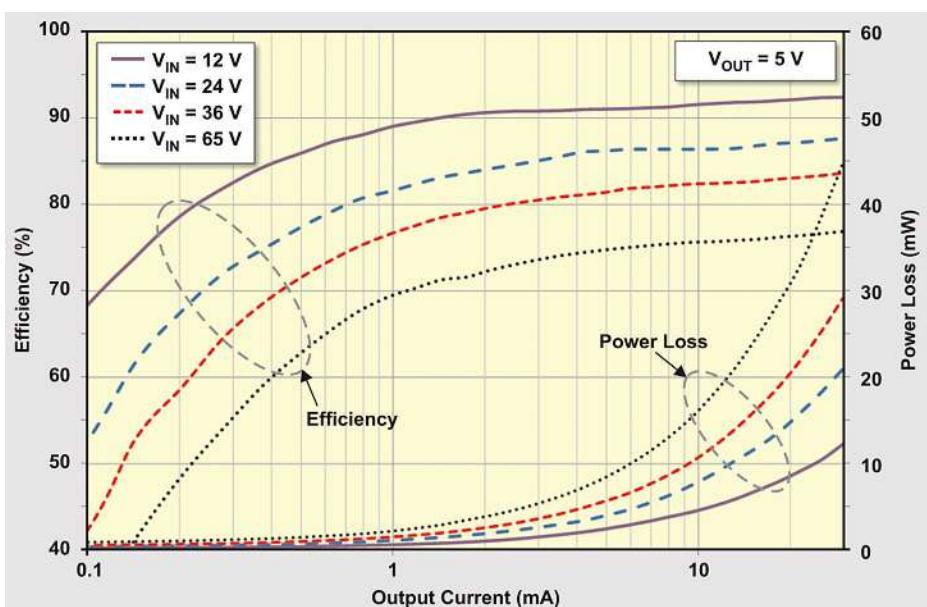


Bild 4: Typisches Effizienzverhalten eines Buck-Wandlers.

haltung der Norm IEC 61000-4 wurde ein Eingangsfilter mit Verpolungs- und Überspannungsschutz hinzugefügt.

Der in einem kompakten, nur 3 mm x 3 mm großen WSON-10-Gehäuse mit integrierten Leistungs-MOSFETs angebotene LM5165 ist äußerst einfach anzuwenden und benötigt keine Bauelemente zur Kompensation des Regelkreises. Die Versionen mit fester Ausgangsspannung von 3,3 V oder 5 V erfordern für den Betrieb lediglich eine Filter-Induktivität und zwei Kondensatoren, und der einstellbare Sollwert lässt sich mit nur zwei Feedback-Widerständen im 0402-Format festlegen.

Robuste, zuverlässige Buck-Wandler-Implementierung

Bild 4 zeigt die Implementierung eines Wandlers mit hoher Bestückungsdichte. Die Integration der Feedback-Widerstände bei den Versionen mit fest eingestellter Ausgangsspannung erlaubt die Verwendung hoher Widerstandswerte. Diese Integration senkt die Ruhestromaufnahme ohne ange-

schlossene Last, ohne die Rauscheinigenschaften zu beeinträchtigen. Das Design minimiert die vom System ausgehenden Störungen, da der hochohmige Widerstandsteiler integriert ist und beim Layout darauf geachtet wurde, empfindliche Netze von jeglichen Störquellen im Wandler selbst oder im System abzuschirmen [9].

Eingebaut sind außerdem mehrere Features zur Verbesserung der Zuverlässigkeit und der Sicherheit. Dazu gehören eine intern vorgegebene oder von außen einstellbare Softstartfunktion (SS) für den Ausgang und eine präzise Enable-Funktion mit individuell einstellbarer Hysterese für eine programmierbare UVLO-Funktion (Under-Voltage Lockout). Als weitere eingegebene Features sind der Übertemperaturschutz mit automatischer Regenerierung und ein als Open-Drain-Anschluss ausgeführter PGOOD-Indikator für das Sequencing und zur Fehlermeldung zu erwähnen. Die zyklusweise Spitzenstrombegrenzung des Bausteins gewährt einen eingebauten Schutz vor Überlastungen und Kurzschlägen am Ausgang. Darüber

hinaus lässt sich der Baustein ohne Schwierigkeiten für einen niedrigeren Grenzstrom konfigurieren, sodass in dicht bestückten Anwendungen, in denen die Ströme geringer sind, mit kleineren Induktivitäten und Kondensatoren gearbeitet werden kann.

Der präzise Enable-Eingang unterstützt eine einstellbare UVLO-Funktion mit Hysterese. Letztere lässt sich über den HYS-Anschluss unabhängig programmieren, um anwendungsspezifischen Power-up- und Power-down-Anforderungen gerecht zu werden.

Der EN-Eingang lässt sich mit einem externen Logiksignal ansteuern, um den Ausgang für das Sequencing im System oder zu Schutzzwecken ein- oder auszuschalten. Speziell Sensoranwendungen können davon profitieren, wenn zwischen VIN und EN ein Widerstandsteiler eingefügt wird, über den sich die Ein- und Ausschaltschwellen der Eingangsspannung präzise festlegen lassen. Der HYS-Pin wird gemeinsam mit der EN-Einstellung genutzt, um die Hysterese der UVLO-Funktion zu vergrößern und dadurch zu verhindern, dass die UVLO-Funktion durch Störungen auf der Schleifenspannung, durch hohe Quellimpedanzen infolge langer Leitungen oder durch Einkopplung hoher Spannungen unter rauen Einsatzbedingungen ungewollt anspricht.

Große Eingangs-Ausgangsspannungsverhältnisse

Im Unterschied zu einem Hochvolt-LDO kommt es bei einem synchronen Buck-Wandler zu keinen großen Verlusten oder erhöhten Sperrsichttemperaturen, wenn die Differenz zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung groß ist. Für zuverlässige Stromversor-

gungs-Lösungen ist es unabdingbar, dass sich die Sperrsichttemperatur gegenüber der Umgebungstemperatur nur wenig erhöht.

Ein hoher Wirkungsgrad bei niedriger Ausgangsleistung wird durch die geringe Ruhestromaufnahme sowohl im Sleep-Modus als auch im aktiven Betrieb erreicht, verbunden mit Dioden-Emulation und Pulse-Skipping zur Reduzierung der Schaltaktivität und damit zur Minimierung der Schaltverluste. Dass das hohe Effizienzniveau auch bei höherer Ausgangsleistung erhalten bleibt, ist dem optimierten Schalten der integrierten Leistungs-MOSFETs zu verdanken. Bild 5 zeigt das relativ flach verlaufende Wirkungsgradprofil im kritischen Bereich mit Lastströmen zwischen 1 mA und 30 mA.

Zuverlässige Wandler für vernetzte Messwertgeber

Vor dem Hintergrund des steigenden Bedarfs an intelligent vernetzten Messwertgebern beispielsweise in industriellen Prozesssteuerungs- und Analyseanwendungen, in der Haus- und Gebäudeautomation, auf dem Healthcare- und Medizinsektor, im Smart Metering und in anderen Bereichen eröffnet die leitungsgebundene und drahtlose Konnektivität ein neues Maß an Skalierbarkeit. Zuverlässige Buck-Wandler mit einem weiten Eingangsspannungsbereich, einem hohen Wirkungsgrad, kleinen Abmessungen und großer Beständigkeit gegen netzseitige Transienten werden als Stromversorgung für diese Anwendungen immer wichtiger.

Im Kontext dicht bestückter, aus der 4-20-mA-Stromschleife gespeister Sensorknoten ist der Bias-Strom auf maximal 3,6 mA begrenzt. Aus diesem knappen Strom-

budget müssen sämtliche Funktionsabschnitte des Messwertgebers versorgt werden: die Sensorschnittstelle und die Sensorerregung, die Linearisierungsmethode (MCU), das Überspringen der galvanischen Isolation (falls erforderlich), der Stromschleifentreiber usw. Bei der hier vorgestellten Lösung handelt es sich um einen integrierten, robusten Buck-Gleichspannungswandler, der sich über einen großen Eingangsspannungs- und Laststrombereich hinweg durch hohe Effizienz auszeichnet. Die daraus resultierende kompakte Lösung ließ sich mit minimalem Designaufwand realisieren. // TK

Texas Instruments

Literaturhinweise:

- [1] Peter Semig, Collin Wells und Miro Oljaca: „Design tips for a resistive bridge pressure sensor in industrial process-control systems“, Texas Instruments Analog Applications Journal, SLYT640, Q3 2015,
- [2] Collin Wells, „2-Wire 4–20mA Sensor Transmitters“, Precision Hub TI blog, 1. März 2015,
- [3] NAMUR, No. NE 043, „Standardization of the Signal Level for the Failure Information of Digital Transmitters“, Ausgabe 2003-02-03,
- [4] „MSP430 HART Protocol + Modem in a Single Chip Transmitter Reference Design“, TI Designs TIDM-HRTTRANSMITTER, 2015,
- [5] HART Kommunikationsprotokoll,
- [6] „Dual Sensor Measurement Using Single Current-Loop with FSK Modulation Reference Design“, TI Designs TIDA-00483, 2015,
- [7] IEC Available Basic EMC publications, Testing Techniques/Immunity Tests, Immunity Specifications IEC 61000-4,
- [8] „How can I protect these devices against industrial transients?“ TI E2E Community, Precision Data Converters Wiki,
- [9] Timothy Hegarty, „High density PCB layout of DC/DC converters, Part 1“, Power House TI Blog, 11. September 11 2015.

Schokoladenseiten für Elektronikentwickler

**ELEKTRONIK
PRAXIS**

--> www.elektronikpraxis.de

Fordern Sie gleich ein Probeheft an unter: +49 931 4170-488



Wie Sie schnell und sicher zum optimalen Netzteil kommen

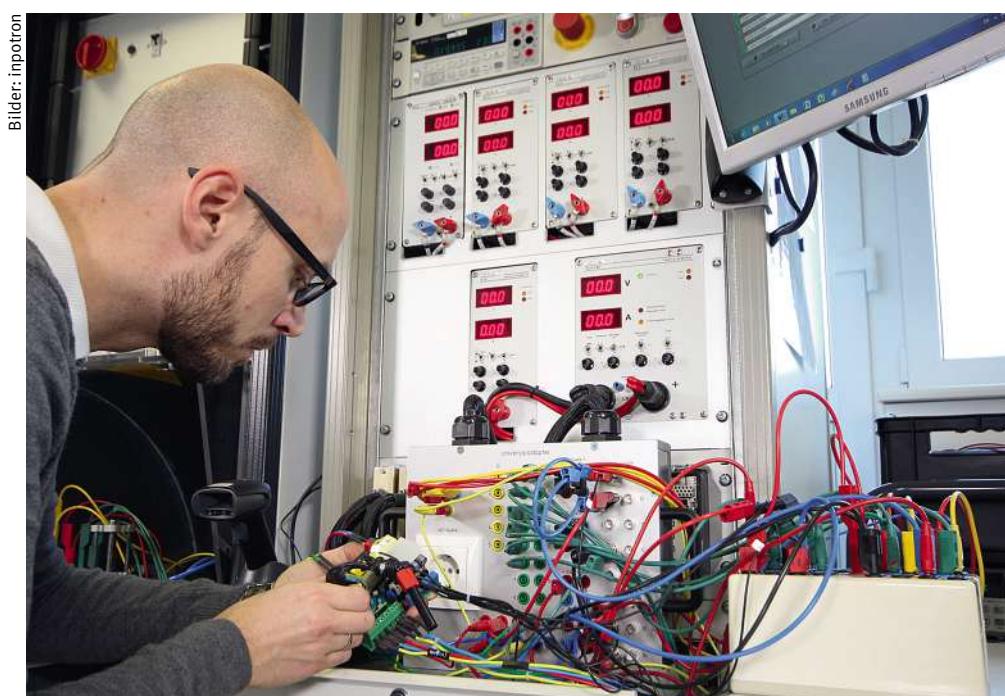
Netzteile arbeiten unauffällig, sind aber unverzichtbar. Bei der Auswahl eines Netzteils für Ihre Entwicklung sollten Sie auf einen geeigneten Lieferanten setzen. Wir verraten Ihnen, worauf es dabei ankommt.

HERMANN PÜTHE *

Netzteile arbeiten im Verborgenen – und sind doch entscheidend für die Funktion von Endgeräten. Trotzdem stehen sie bei den Herstellern elektronischer Produkte nicht oder selten im Fokus der Entwicklungen. Der Grund dafür ist nachvollziehbar: Die Unternehmen konzentrieren ihre Ressourcen auf ihre Kernkompetenzen – schließlich differenzieren sie sich darüber von ihren Wettbewerbern.

Andererseits können auch Eigenschaften wie hohe Standfestigkeit und langfristige, stabile Funktion unter schwierigen Bedingungen zum guten Ansehen von Produkten – und letztlich Herstellern beitragen. Maßgeblichen Anteil daran hat eine genau zu den jeweiligen Produktanforderungen passende Stromversorgung. So kann ein Netzteil, das zuverlässig eine gleichmäßige Versorgungsspannung mit minimaler Restwelligkeit liefert, das Design nachfolgender Schaltungskomponenten erheblich vereinfachen. Richtig ausgewählt, bildet der Strom- und Spannungslieferant das Fundament, auf dem Entwickler guten Gewissens und erfolgreich aufsetzen können. Daher sollten Hersteller elektronischer Güter sich frühzeitig Gedanken über diese so wichtige Systemkomponente machen, einen detaillierten Anforderungskatalog erstellen und einen geeigneten Netzteillieferanten finden.

Häufig müssen Netzteile ganz spezifische Anforderungen erfüllen: Mal ist eine tadellose Funktion in rauen Industrienumgebungen gefordert, mal sind es besonders enge Toleranzgrenzen für die Restwelligkeit in der Medizintechnik, mal sind spezielle Baugrößen gefragt. Je nachdem, welche Eigenschaften erforderlich sind, kommen Standardnetzteile für den geplanten Einsatz nicht in Frage.



***Die eigene Prüftechnik im Haus:** Aussagekräftige Prüfberichte geben dem Kunden die Gewissheit, dass die Netzteile seine Vorgaben tatsächlich erfüllen.*

Spätestens dann sind Anbieter gefragt, die Netzteile genau nach den Kundenanforderungen entwickeln und fertigen.

Wie sie einen geeigneten Netzteil-Lieferanten finden

Was sich auf den ersten Blick als leichtes Unterfangen präsentiert, zeigt sich bei genauem Hinsehen als komplexes Projekt. Denn es reicht nicht, lediglich mehrere Anbieter zu finden und ihr Portfolio zu vergleichen. Vielmehr müssen ganz grundlegende Fragen geklärt werden – zum Beispiel nach ISO-Zertifizierungen, Qualitätssicherungs- und Reporting-Prozessen, Beständigkeit, Erfahrung, Beratungskompetenz, Transparenz, Zulassungen, Absicherungen und vielen weiteren Kriterien. In der Regel sind Hersteller und Lieferant an einer langfristigen

Partnerschaft interessiert. Grundvoraussetzung dafür ist, dass beide Seiten mit offenen Karten spielen – nur so kann Vertrauen entstehen. Gerade bei kundenspezifischen Produkten spielt die Kommunikation zwischen Hersteller und Netzteilproduzent daher eine entscheidende Rolle. Bereits im Vorfeld lassen sich im Gespräch Systemkosten sparen, wenn der Netzteilspezialist gut erreichbar ist und eine fundierte Beratung geben kann. Hier zeigt sich zudem, ob dieser über eine hohe Kompetenz im Bereich der Schaltnetzteile verfügt.

Ein weiterer Beleg für sein Knowhow ist die Qualität seiner Angebote: Diese sollten detailliert und technisch korrekt sein und sämtliche Kosten übersichtlich aufführen, zum Beispiel für die Entwicklung, für Werkzeuge, Zulassungen, Nullserien usw. Eine



* Hermann Pütthe
... ist General Manager und Geschäftsführender Gesellschafter bei der inpotron Schaltnetzteile GmbH in Hilzingen.

große Produktvielfalt mit aktuellen Innovationen, hohe Fertigungsstückzahlen, namhafte Referenzkunden sowie eine erfolgreiche Unternehmenshistorie sprechen ebenfalls für einen Lieferanten.

Durch Zulassungen und Zertifizierungen wie REACh (Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals) oder RoHS 2 (Restriction of Hazardous Substances) untermauert ein Netzteilhersteller seinen eigenen, hohen Qualitätsanspruch. Er sollte durchgehend DIN EN ISO 9001/14001 zertifiziert sein und seine Prozesse mit einem übergreifenden Qualitätsmanagementsystem überwachen. Dann können Kunden von durchdachten, aufeinander abgestimmten und dokumentierten Abläufen im Unternehmen ausgehen. Nach Möglichkeit sollte die Fertigung durch unabhängige dritte Parteien überwacht werden, zum Beispiel UL, CSA, VDE oder TÜV.

Produktionssicherheit langfristig planen

Je nach geplantem Einsatz und Vertriebsgebiet des Endproduktes müssen auch die Netzteile bestimmte Zulassungen wie MIL, German Lloyd, Bahn oder CCC haben. Die dafür wichtigen Normen und Richtlinien muss der Lieferant kennen und bereits in den Planungs- und Entwicklungsprozess einbeziehen. Hier ist es von Vorteil, wenn der Anbieter bereits Produkte für die Branche vorweisen kann, auf die der Auftraggeber mit seinen Endprodukten zielt – beispielsweise für die Medizin-, Mess- oder Informationstechnik.

Eine weitgehend automatisierte Fertigung, redundante Produktionsmittel, leistungsfähige Prüfprozesse, transparente Lagerhaltung und das Befolgen von IPC-Richtlinien im gesamten Produktionsprozess zeichnen gute Hersteller ebenfalls aus. Aussagekräftige Prüfberichte geben dem Kunden schließlich die Gewissheit, dass die Netzteile seine Vorgaben tatsächlich erfüllen.



Bild: inpoton

Blick in die Fertigung: Redundante Produktionsmittel und das Befolgen von IPC-Richtlinien im gesamten Produktionsprozess zeichnen gute Hersteller aus.

inpoton

Nur ein erfolgreiches Unternehmen kann ausreichend investieren und sich auf Zukunftsperspektiven ausrichten. Daher lohnt ein Blick darauf, wie sich ein Netzteilhersteller in den vergangenen Jahren im Vergleich zum Wettbewerb entwickelt hat. Ist er solvent und konnte er mit hoher Innovationskraft punkten? Nicht zu unterschätzen ist die Bedeutung seiner strategischen Ausrichtung. Denn die entscheidet darüber, ob der Power-Supply-Anbieter als Partner und Problemlöser auch langfristig zum eigenen Unternehmen passt.

Viele elektronische Produkte, besonders im professionellen industriellen oder medizinischen Bereich, sind zehn Jahre und mehr im Einsatz. In solchen langen Zeiträumen können auch hochwertige Strom- und Spannungslieferanten ausfallen. Ist der ursprüngliche Hersteller insolvent oder kann das kundenspezifisch entwickelte Produkt dauerhaft nicht mehr liefern, hat der betroffene Kunde ein Problem. Dafür gilt es rechtzeitig Vorkehrungen zu treffen. Zum Beispiel durch einen Vertrag zwischen Netzeilherstellern und Kunde, der dem Kunden ein Notfertigungsrecht einräumt.

Zu guter Letzt sollten Unternehmen bei der Auswahl eines Netzeillieferanten darauf achten, dass dieser eine international gültige, erweiterte Produkthaftungsversicherung vorweisen kann, die mit einer hohen Deckungssumme ausgestattet ist. Denn Stromversorgungen sind sicherheitsrelevante und funktionsentscheidende Produkte, die oftmals in hohen Stückzahlen gefertigt werden. Ein Serienfehler kann z.B. teure Rückrufaktionen nach sich ziehen, die das eigene Unternehmen gefährden können.

Individuelle Lösungen haben Vorteile – und sind bezahlbar

Kundenspezifisch gefertigte Produkte gelten als teuer. Viele Hersteller von Elektronikprodukten greifen daher in Punktstromversorgung lieber zur Standardware. Diese erfüllt jedoch nur selten alle für einen sicheren Betrieb nötigen Voraussetzungen. Mögliche Folge können gehäufte Fehlfunktionen und Ausfälle sein. Davor können sich Unternehmen schützen. Bei richtiger Konzeption rechnet sich eine individuelle Netzeillösung, die genau auf die Spezifikationen des Endproduktes abgestimmt ist, oft schon ab einem Volumen von ca. 1000 Stück. Zum konkurrenzfähigen Preis gibt es viele Vorteile gratis hinzu – etwa hohe Zuverlässigkeit und Einhaltung der Leistungswerte auch unter anspruchsvollen Betriebsbedingungen. // TK



[xing.com/net/
elektronikpraxis](http://xing.com/net/elektronikpraxis)



[youtube.com/
elektronikpraxistv](http://youtube.com/elektronikpraxistv)



twitter.com/redaktionEP



[facebook.com/
elektronikpraxis](http://facebook.com/elektronikpraxis)



gplus.to/elektronikpraxis



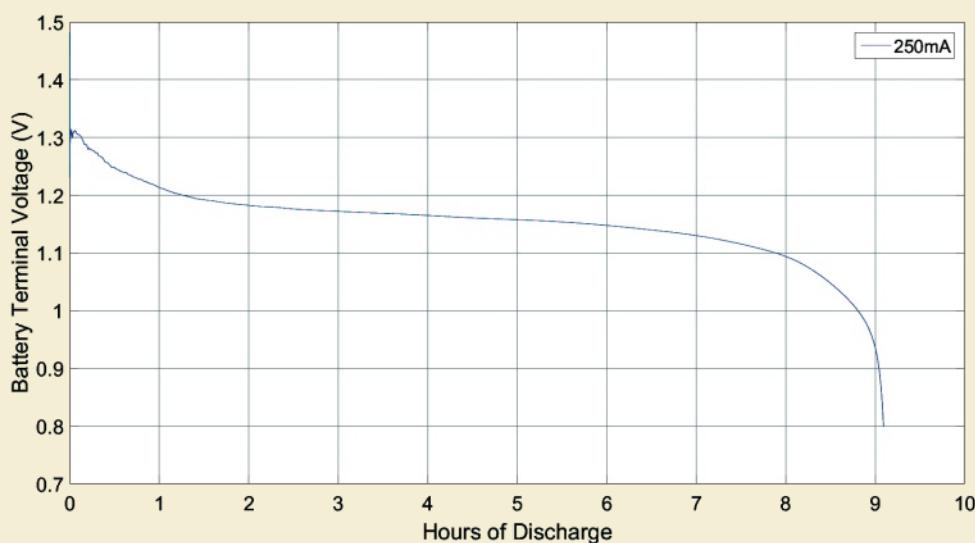
www.analog-praxis.de



Mit Leistungsanalysator und SMU einen Akku charakterisieren

Ein Leistungsanalysator und eine SMU charakterisieren das Design eines akkubetriebenen Gerätes. Im folgenden Beitrag zeigen wir eine Fallstudie, um unter anderem die Akkulaufzeit abzuschätzen.

BLAKE VERMEER*



Bilder: Keysight Technologies

Mit einer programmierbaren Gleichstromlast und einem Leistungsanalysator ist es kein Problem, eine Impulslast zu programmieren, mit der man die Akkulaufzeit eines Gerätes bei einer solchen Stromentnahmearakteristik abschätzen kann. Mit einem einfachen IVI-Programm kann eine programmierbare Gleichstromlast so eingestellt werden, dass sie kontinuierlich in Impulsen Strom entnimmt und sich unterhalb einer Abschaltspannung abschaltet, um den Akku nicht zu beschädigen. Ein Leistungsanalysator überwacht die Spannung an den Akkuan schlüssen und misst kontinuierlich die Stromentnahme des Akkus. Die Messdaten lassen sich auf einen USB-Stick schreiben.

Große Schwankung der Versorgungsspannung

Die Bilder 1 und 2 wurden beide mit dem gleichen Testaufbau und dem gleichen Akku ermittelt. Im zeitlichen Mittel beträgt der durchschnittliche Strom 250 mA. Vergleicht man die Bilder 1 und 2 so wird deutlich, dass mit der Impulslast der Akku 45 Minuten früher leer ist als mit der konstanten Last. Auch schwankte die Klemmspannung des Akkus infolge des Innenwiderstands während der impulsartigen Entladung erheblich. Der Hardware-Entwickler muss diese große Schwankung der Versorgungsspannung bei der Konstruktion unbedingt berücksichtigen: Alle gewählten Bauteile müssen auch bei der niedrigsten Versorgungsspannung des Entladezyklus noch korrekt funktionieren.

Jeder Akku verfügt über einen Innenwiderstand. Dieser Innenwiderstand begrenzt den maximalen Strom, den der Akku liefern kann. An diesem Widerstand fällt eine Spannung ab und dieser ist auch dafür verantwortlich, dass sich der Akkus während des Betriebs erwärmt. Man stellt sich einen Akku am einfachsten als Serienschaltung einer idealen Spannungsquelle mit einem Widerstand vor. Mit diesem einfachen Modell im

Bild 1: Die Entladekurve eines Akkus bei einem konstanten Entladestrom von 250 mA. Diese wurde mit der SMU N6784A erzeugt. Anschließend wurde mit dem Leistungsanalysator IntegraVision PA2201A gemessen.

Mobiltelefone, Elektroautos oder den Strom im smarten Stromnetz speichern: Der Einsatz von Akku-Technik nimmt zu. Ein Entwickler von akkubetriebenen Geräten muss in der Lage sein, die Akkuleistung in seinem Design zu charakterisieren. Dabei werden sie von Präzisionsleistungsanalysatoren und programmierbaren bidirektionalen DC-Stromversorgungen unterstützt, um schnell einen Einblick in das Design zu bekommen.

Von Akkulaufzeit, Entladekurve und Innenwiderstand

Im folgenden Text geht es um eine Fallstudie, in der ein Leistungsanalysator und eine Source Measure Unit (SMU) eingesetzt werden, um die Akkulaufzeit abzuschätzen so-

wie die Entladekurve und den Innenwiderstand eines Akkus zu messen. Bei einem akkubetriebenen Gerät ist eine wesentliche Frage, wie lang das Gerät mit einer Akkuladung auskommt. Die Antwort auf diese Frage ist nicht ganz einfach, weil die Akkulaufzeit von verschiedenen Faktoren abhängt. Zuerst sollte man einen Blick auf das Datenblatt des Akkus werfen. Dort finden sich Entladekurven bei verschiedenen konstanten Entladeströmen. Kennt man den durchschnittlichen Stromverbrauch des Geräts und seine Abschaltspannung, kann man anhand einer solchen Entladekurve die mögliche Akkulaufzeit des Geräts abschätzen. Ein gewisses Problem stellt allerdings die Tatsache dar, dass die meisten Geräte keinen gleichbleibenden Stromverbrauch aufweisen. Das gilt besonders für Mobiltelefone, da diese permanent Daten senden und empfangen. Einen solchen Gerätetyp modelliert man besser als eine Impulslast anstatt einer Dauerlast.

* Blake Vermeer
... ist R&D Firmware Engineer bei Keysight Technologies.

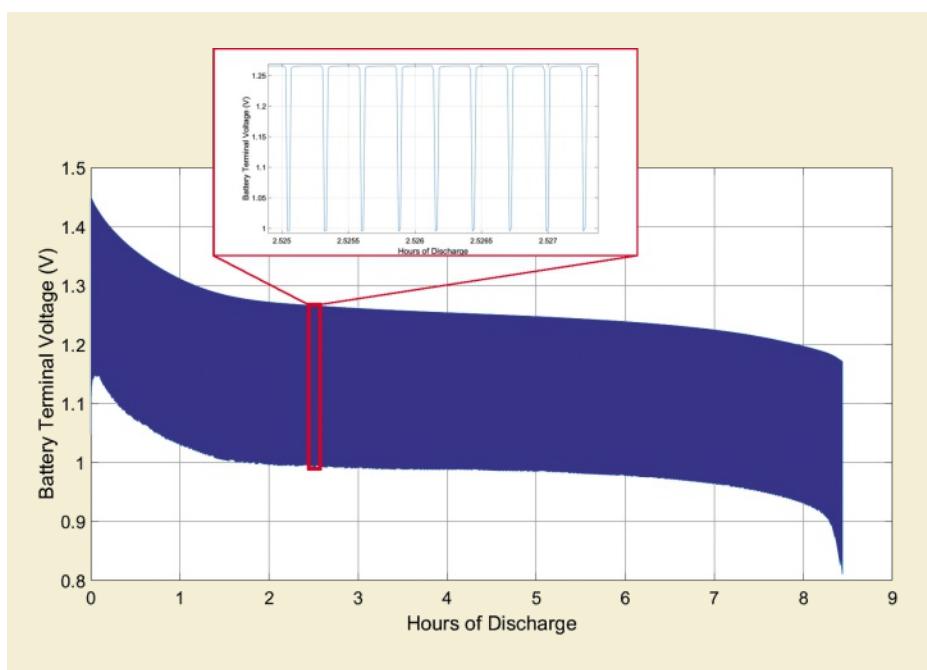


Bild 2: Die Akkuentladekurve mit einer Impulslast. Erzeugt wurde die Impulslast mit der SMU N6784A, die Akkusspannung wurde mit einem Leistungsanalysator Keysight PA2201A gemessen.

Hinterkopf kann man ein Verfahren zur Messung des Innenwiderstands eines Akkus entwickeln. Wenn man dem Akku einen Stromimpuls bekannter Größe entnimmt und dabei die Änderung der Klemmenspannung misst, ergibt sich der Wert des Innenwiderstands aus dem Quotienten der Spannungsänderung dividiert durch den entnommenen Strom. Diese Messdaten sammelt der Leistungsanalysator bei jeder Stromimpulsennahme. Der Innenwiderstand des untersuchten Akkus beträgt etwa 180 mΩ. Dieser Wert ändert sich allerdings während der Entladung des Akkus.

Durch den verstärkten Einsatz von Akku-Technik muss man beim Design von Geräten auch verstehen, wie die Charakteristik dieser Stromlieferanten ist. Leistungsanalysatoren und programmierbare Gleichstromlasten unterstützen den Anwender dabei, einen Einblick in diese Charakteristik zu gewinnen.

// HEH

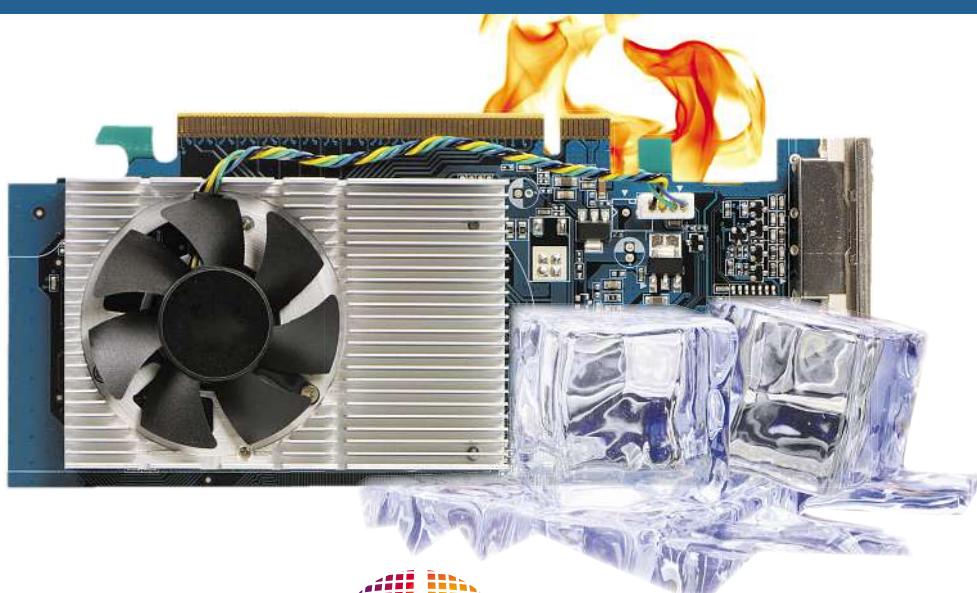
Keysight Technologies

SPONSOREN

ALPHA-Numerics



25. – 27. Oktober 2016, Vogel Convention Center VCC, Würzburg



COOLING  **DAYS**
Elektronikkühlung + Wärmemanagement

25.–27. Oktober, Würzburg

www.cooling-days.de

Kompaktere Applikationen und stetig steigende Leistung: die Auslegung des Wärmemanagements ist kein leicht zu lösendes Problem. Auf dem Fachkongress „Cooling Days“ erleben Sie aktuelle Lösungen und Best Practices aus der Industrie, dank derer Ihr Device und Sie cool bleiben.

VERANSTALTER

ELEKTRONIK
PRAXIS
Akademie

So schützen Sie PV-Anlagen vor Blitz und Überspannungen

*Viele in Reihe geschaltete PV-Module sind wirtschaftlich.
Allerdings müssen die Überspannungsschutzsysteme in der Anlage auch für diese höheren Spannungen ausgelegt sein.*

ANDREAS SCHAMBER *

Wenn die Fördermittel für die Solar-energie drastisch reduziert werden, müssen die Anlagekosten dementsprechend sinken – nur dann bleibt die Rendite tragbar. Eine Erhöhung der Spannung auf bis zu 1500 V_{DC} ist hier ein gangbarer Weg – dazu werden mehrere PV-Module zu einem String geschaltet. Dann müssen aber auch alle Komponenten für diese Spannungen ausgelegt sein – wie die neuen Blitz- und Überspannungsschutzgeräte vom Typ VAL-MB (Bild rechts).

Denn durch weniger Generatoranschlusskästen und durch einen geringen Verkabelungsaufwand lassen sich die BOS-Kosten (Balance of System) erheblich reduzieren. Davon profitieren auch die Wechselrichterhersteller. Mit einer Systemspannung von 1500 Volt kann die Leistung der Wechselrichter um bis zu 20% erhöht werden.

Zuverlässige Komponenten schützen Freiflächenanlagen

Große Freiflächenanlagen oder nachgeführte PV-Systeme sind heute vorrangig Renditeobjekte – maximale Ausbeute und hohe Zinserträge sind auch hier oberstes Ziel. Hohe Anlagenverfügbarkeit und geringere Ausfallquoten ermöglichen den wirtschaftlichen Betrieb der PV-Anlage. Dies ist aber nur mit zuverlässigen Komponenten und aufeinander abgestimmten Systemen möglich – auch der Blitzstrom- und Überspannungsschutz ist hier integraler Bestandteil.

Die PV-Systeme sind oft im freien Feld installiert. Dort bieten sie eine große Angriffsfläche für Blitzschläge, die ohne zuverlässigen Blitzstrom- und Überspannungsschutz oft zahlreiche Schäden hinterlassen. In vielen Regionen sind direkte Blitzeinwirkungen



PV-Anlagen wirkungsvoll schützen: mit Komponenten für den Blitz- und Überspannungsschutz.

zwar selten, sie sind aber energiereich und verursachen meist größere Schäden. Bis zu einer Entfernung von 5 km hinterlassen sie ihre Spuren.

Die entstehenden Überspannungen haben folgende Ursachen:

- direkte Blitzschläge in die PV-Anlage oder in die Überlandleitung,
- indirekte Blitzeinwirkungen durch Erdrückkopplung oder elektromagnetische Induktion.

Spannungserhöhungen von mehreren Tausend Volt

Außerdem bewirken Blitzschläge am Einschlagsort Spannungserhöhungen von mehreren Tausend Volt. Je nach Bodenschaffheit nimmt die Spannungserhöhung mit der Entfernung zum Einschlagsort exponentiell ab. Schlägt beispielsweise ein Blitz direkt in ein PV-Modul oder in eine metallische Konstruktion, wird das Erdpotenzial

angehoben. Wird die Isolationsfestigkeit der Komponenten überschritten, schlägt die Isolation an der schwächsten Stelle über. Ob am elektronischen Gerät, am Wechselrichter, an der Versorgungsleitung oder am Generatoranschlusskasten die Isolation beschädigt ist, kann meist erst bei der routinemäßigen Prüfung festgestellt werden. Bei Isolationsfehlern besteht Gefahr für Leib und Leben, und im schlimmsten Fall kann es beim Berühren metallischer Teile zum Stromschlag kommen.

Kapazitive oder induktive Einkopplungen

Auch durch kapazitive oder induktive Einkopplung in der Versorgungsleitung können Überspannungen entstehen – verantwortlich dafür ist der fließende Blitzstrom zur Erde. So erzeugt beispielsweise der Stromfluss ein elektromagnetisches Feld um sich herum, das wiederum Überspannungen in die parallel verlaufende Versorgungsleitung induziert



* Andreas Schamber
... ist Produktmanager Power Protection bei der Phoenix Contact GmbH & Co. KG in Blomberg.



Bild 1: Integrierte Schutzkomponenten im Generatoranschlusskasten für PV-Anlagen

und die sensiblen Elektronikkomponenten beschädigt.

Ein weiteres Phänomen entsteht aufgrund von Schalthandlungen aus dem Verteilnetz, die im Netz Überspannungen bis zu mehreren Kilovolt erzeugen können. In Vergleich zu Blitzschlägen treten diese transienten Überspannungen deutlich häufiger auf – und sind dafür meist von geringerer Energiedichte und Dauer. Dennoch können sie einzelne Elektronikkomponenten in Abhängigkeit von der Isolationsfestigkeit und Belastbarkeit vorschädigen oder gar zerstören.

Ursachen transienter Überspannungen

Diese transienten Überspannungen können mehrere Ursachen haben:

- Ein- und Ausschaltvorgänge von nahegelegenen elektrischen Geräten und Großanlagen,
- Erd- und Kurzschlüsse im Wechselstromnetz,
- Auslösen der Sicherungen,
- Ader-Ader-Störung aus Mittel- oder Hochspannungsnetzen.

Freiflächenanlagen oder nachgeführte PV-Systeme sind häufig mittels Überlandleitungen an die Verteilernetze angebunden. Diese Leitungen überbrücken oft lange Distanzen. Teilweise gelangen die Spannungsimpulse bei Ader-Ader-Störungen aus dem Hoch- und Mittelspannungsnetz zu den PV-Systemen, dabei beschleunigen diese Spannungsimpulse das Altern von Komponenten im Wechselrichter. Auch andere Effekte wie Schaltvorgänge von Großanlagen oder nicht vorhersehbare Erd- und Kurzschlüsse im Wechselstromnetz sorgen dafür, dass Überspannungen zu empfindlichen elektronischen Komponenten gelangen und diese überlasten.

Mithilfe eines umfassenden Blitzstrom- und Überspannungsschutzkonzeptes werden die Freiflächenanlagen vor frühzeitigen Ausfällen auf der DC- und AC-Seite geschützt –

unnötige Investitionen und Reparaturkosten werden so vermieden. Die passenden Blitzschutzkomponenten und Überspannungsschutzgeräte sind Teil des Produktprogramms von Phoenix Contact.

„Rundum-Schutz“ vor Blitzeinwirkungen

Durch ihre Dimension und durch ihre Ausrichtung zur Sonne haben Freifeldanlagen und nachgeführte PV-Systeme einen hohen Wirkungsgrad und erzielen daher hohe Erträge. Um die Anlagen vor direkten und indirekten Blitzeinwirkungen zu schützen, sind folgende Schutzmaßnahmen sinnvoll:

- Äußeres Blitzschutzsystem,
- Einhalten eines erforderlichen Trennungsabstandes zwischen der äußeren Blitzschutzanlage und den Komponenten der PV-Anlage,
- Erdung und Potenzialausgleich an Generatoranschlusskästen an der DC-Seite, an Wechselrichtern an der DC- und AC-Seite sowie an allen eingehenden und abgehenden Leitungen,
- Überspannungsschutzgeräte in Generatoranschlusskästen für die DC-Seite, in Wechselrichterstationen für die DC- und AC-Seite sowie für sämtliche Daten- und Kommunikationseinheiten.

Mithilfe eines Blitzkugelmodells wird das erforderliche äußere Blitzschutzkonzept erstellt. Dabei ist zu beachten, dass alle PV-Module innerhalb des Schutzbereichs liegen und der erforderliche Abstand zur äußeren Blitzschutzeinrichtung eingehalten wird. Dadurch kann ein direkter Blitzschlag sowie Überschläge zu den metallischen Teilen aufgrund von Spannungsdifferenzen vermieden werden. Außerdem müssen alle metallischen Bauteile elektrisch leitend miteinander verbunden werden, um Spannungsunterschiede zwischen den einzelnen Modulfeldern zu vermeiden. Mithilfe von Generatoranschlusskästen und Wechselrichtern mit Blitzstrom- und Überspannungsschutzgeräten können alle Komponenten einer Freifeldanlage DC- und AC-seitig sowie die Daten- und Kommunikationseinheiten gegen Überspannungen geschützt werden (Bild 1).

In der aktuellen Installationsrichtlinie CLC/TS 50539-12 sind zahlreiche Empfehlungen für die Installation von Blitzstrom- und Überspannungsschutzgeräten beschrieben. Unter anderen wird dort die Leistungsfähigkeit von Schutzgeräten für Freiflächenanlagen, aber auch für die Gebäudeinstallation empfohlen. Für den sicheren Betrieb und die Langzeitverfügbarkeit eines PV-Systems werden Überspannungsschutz-Einrichtungen empfohlen, die entsprechend der Norm

PROGRAMM-AUSZUG

✓ **EMV von Stromversorgungen – Problemstellungen und Wechselwirkungen im System trotz zertifizierter Komponenten**

✓ **Wie lange lebt meine Stromversorgung tatsächlich?**

✓ **Negativer Eingangswiderstand von SNTs – eine selten erkannte Falle**

POWER KONGRESS

25./26.10.2016, VCC, Würzburg

Themenschwerpunkte

- **25. Oktober** Entwicklung von Stromversorgungen
- **26. Oktober** Auswahl von Stromversorgungen

Jetzt alle Details erfahren:

www.power-kongress.de

VERANSTALTER:

**ELEKTRONIK
PRAXIS**
Akademie

EN 50539-11 für Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in PV-Installationen entwickelt wurden. Mit dem Approbationszeichen werden Qualität und Sicherheit des Produkts von einem unabhängigen Prüfinstitut bestätigt.

Die Anforderungen an die Schutzgeräte steigen ständig

Zudem wachsen die Anforderungen an die Schutzgeräte – etwa beim Einsatz in höher gelegenen Einsatzorten bis über 4000 m. Für diese Höhenlagen müssen bei der Produktentwicklung die erforderlichen Luft- und Kriechstrecken berücksichtigt werden.

Phoenix Contact bietet speziell für die Anforderungen auf der DC-Seite einer PV-Anlage abgestimmte Blitzstrom- und Überspannungsschutzgeräte Typ 1/2 für jeweils 600 und 1500 V_{DC} oder Typ 2 für 1500 V_{DC} an. Die neue Produktfamilie VAL-MB hat eine hohe Leistungsfähigkeit mit einem Gesamtableitvermögen I_{total} (10/350 µs) von 12,5 kA und hoher Dauerspannung bis zu 1500 V_{DC}. Dank



Bild 2: Die neuen Blitzstrom- und Überspannungsschutzgeräte Typ 1/2 für jeweils 600 und 1500 V_{DC} und Typ 2 für 1500 V_{DC} von Phoenix Contact wurden für Marktanforderungen im oberen Bereich konzipiert.

niedrigerem Schutzpegel werden PV-Systeme damit optimal geschützt. Zusätzlich bietet die neue Produktfamilie zahlreiche Vorteile bei der Handhabung. Dank doppelter PE-Anschlußklemme ist es möglich, die innere PE-Verdrahtung direkt mit dem Schutzmodul zu

verbinden und eine PE-Klemme sowie Platz im Gerät einzusparen. Darüber hinaus erfüllt die neue Produktfamilie die aktuelle Norm EN 50539-11 sowie die Installationsrichtlinie CLC/TS 50539-12 für die Blitzschutzklassen III und IV vollständig (Bild 2).

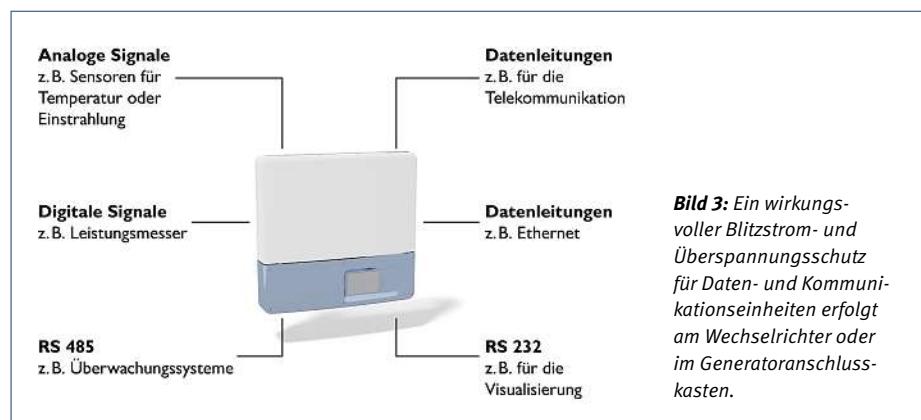
Angesichts empfindlicher elektronischer Komponenten – etwa Monitoring-Systeme, die vermehrt auch in Generatoranschlusskästen eingebaut werden – muss auch hier über einen ausreichenden Schutz für Daten- und Kommunikationseinheiten gesorgt werden. Auch im Wechselrichter und anderen Feldeinheiten, wie Wetterstation oder Array-Sammelboxen, sollte auf einen wirksamen Blitzstrom- und Überspannungsschutz nicht verzichtet werden (Bild 3).

Fachgerechte Installation von Überspannungsschutzgeräten

Für Freiflächenanlagen ist die fachgerechte Installation von Blitz- und Überspannungsschutzgeräten unter Einhaltung der aktuellen Normen und Vorschriften unbedingt erforderlich. Für den sicheren Betrieb einer PV-Anlage müssen bereits während der Planungsphase Blitz- und Überspannungsschutz-Komponenten berücksichtigt werden. Für jeden Anwendungsbereich vom Modul bis zum Wechselrichter auf der Gleichspannungsseite oder vom Wechselrichter bis zum Netz gibt es Blitzstrom- und Überspannungsschutzgeräte aus einem Guss. Ein besonderes Augenmerk gilt dabei der empfindlichen Elektronik, die zunehmend in PV-Systemen eingesetzt wird. Denn diese Elektronik sorgt dafür, dass ein Ausfall der PV-Anlage schnell erkannt wird.

// TK

Phoenix Contact



BUSINESS SPONSOR



■ TRACO POWER

ENTWICKLUNG & AUSWAHL VON STROMVERSORGUNGEN



Alle Details zu Programm und Kongress unter:

www.power-kongress.de

VERANSTALTER:

ELEKTRONIK
PRAXIS
Akademie

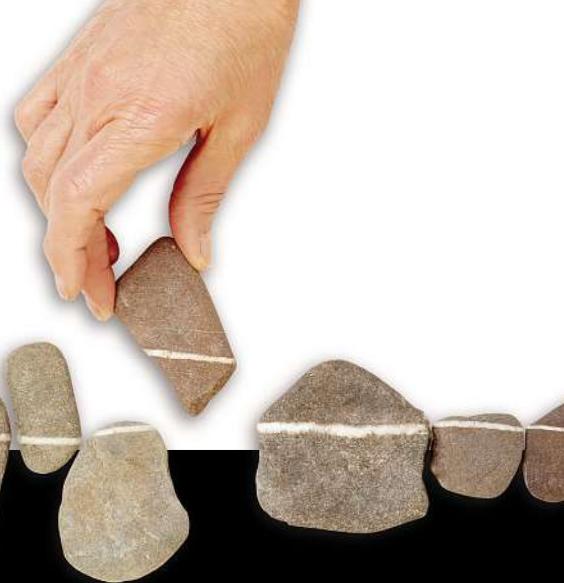
POWER
KONGRESS



Vogel Business Media

www.vogel.de

MEILENSTEINE DER ELEKTRONIK



Begeben Sie sich auf Zeitreise!

In diesem Jahr feiert ELEKTRONIKPRAXIS 50. Geburtstag. Aus diesem Anlass berichten wir in jeder Heftausgabe bis Frühjahr 2017 und online auf der Meilensteine-Webseite über die führenden Unternehmen der Elektronikbranche. Was waren ihre wichtigsten Leistungen, wo stehen die Unternehmen heute und wie sehen die Pioniere der Elektronik die Zukunft?

Entdecken Sie die ganze Geschichte unter www.meilensteine-der-elektronik.de



Analog



EDA



Elektronik-Händler



Distribution



RTOS & Tools



Embedded



Messen & Veranstaltungen



Messen Steuern Regeln



Relais



Verbindungstechnik



Mikrocontroller



HF-Messtechnik



LED/Lighting



Displays



Stromversorgungen



Labormesstechnik



Power Management



Passive Bauelemente



EMS



EINE SERIE VON
ELEKTRONIK PRAXIS

Eine Serie von



Vogel Business Media

www.vogel.de



■ TRACO POWER



POWER KONGRESS

25./26. Oktober 2016, Vogel Convention Center VCC, Würzburg

Alle Details zu Programm und Kongress unter:

www.power-kongress.de

Kennen Sie wirklich alle Faktoren, die die Lebensdauer Ihrer Stromversorgung beeinflussen?
 Wie können Sie innovative Technologien wie Übertragungsspannungen effizient einsetzen?
 Auf dem „Power-Kongress“ teilen Experten praxisorientierte Lösungen und Best Practices, dank derer Sie die Entwicklung von Stromversorgungen sowie deren Auswahl und Integration optimieren.



Vogel Business Media

www.vogel.de