



ELEKTRONIK PRAXIS

www.elektronikpraxis.de

Wissen.
Impulse.
Kontakte.

20

B19126

25. Oktober 2018
€ 12,00



Niedrige Stromaufnahme dank Nano-Energy-Technologie

Elektronische Komponenten in batteriebetriebenen Geräten sollen möglichst kompakt sein, aber auch energieeffizient, damit der Akku möglichst wenig belastet wird.

Lithium-Titanat-Akkumulatoren

BE-POWER bietet Zellen aus der Lithium-Ionen-Familie jetzt auch in kleineren Bauformen an. **Seite 30**

Algorithmen von Schaltwandlern

Es gibt drei grundlegende Regelmethode für Schaltwandler. Wir beschreiben Vor- und Nachteile. **Seite 36**

Trends in der Sensorik-Branche

Marktentwicklung beim Sensor mit unterschiedlichem Integrationsgrad und Funktionsumfang. **Seite 96**



STROMVERSORGUNGEN

Extrem niedrige Stromaufnahme mit der Nano-Energy-Technologie

In den letzten Jahren hat die Verbreitung von batteriebetriebenen elektronischen Geräten stark zugenommen. Die elektronischen Komponenten, aus denen diese Systeme bestehen, müssen miniaturisiert werden, um das Design zu verbessern und Platz für neue Funktionen zu schaffen. ROHM hat mit der Nano-Energy-Technologie mit extrem niedriger Stromaufnahme einen Ultra-Low-Power-Stromversorgungs-IC realisiert, der einen kontinuierlichen 10-jährigen Betrieb ermöglicht.



24

ELEKTRONIKSPIEGEL

- 6 Zahlen, Daten, Fakten
- 8 Veranstaltung
- 10 News & Personalien

SCHWERPUNKTE

Stromversorgungen

TITELTHEMA

- 24 **Stromaufnahme mit der Nano-Energy-Technologie**
Elektronische Komponenten in batteriebetriebenen Geräten wie IoT-Geräte oder Wearables sollten möglichst kompakt sein, aber auch sehr energieeffizient.
- 28 **Lebensdauer von Redox-Flow-Batterien steigern**
Wissenschaftlern ist es mithilfe eines langzeitstabilen Moleküls gelungen, die Lebensdauer von organischen Redox-Flow-Batterien auf mehrere Jahrzehnte zu verlängern.
- 30 **Lithium-Titanat-Akkumulatoren in kleiner Bauform**
BE-POWER bietet Zellen aus der Lithium-Ionen-Familie in der Lithium-Titanat-Technologie an. Diese Technologie war bisher lediglich großformatigen Batteriezellen vorbehalten.
- 36 **Regelalgorithmen von Schaltwandlern verstehen**
Es gibt drei grundlegende Regelmethode für Schaltwandler. Wir beschreiben die Vor- und Nachteile und geben Hinweise zur Auswahl einer geeigneten Kompensation.

- 40 **Subsysteme von Elektroautos richtig simulieren**
Lucid Air zählt zu den High-End-Elektrofahrzeugen. Zur Optimierung von mehr als der Hälfte der Fahrzeug-Subsysteme wurde ein virtueller Prototyp mithilfe einer durchgängigen Simulationssoftware erstellt.
- 44 **Buck-Boost-Wandler für 12V/12V-Bordnetze**
Ein bidirektionaler Buck-Boost-Wandler mit einem Wirkungsgrad von 98 Prozent eignet sich für den Einsatz zwischen zwei Bordnetzen gleicher Spannung – ideal für die Redundanz in selbstfahrenden Autos.
- 46 **Design-Regeln zur DFM-Analyse in Echtzeit**
Mit DFM das fertige Layout zu analysieren ist unklug. Der Real Time DFM Check erkennt Fertigungsprobleme bereits im Leiterplatten-Entwurf.
- 66 **Möglichkeiten aus dem MLCC-Dilemma**
Die Versorgungssituation der Vielschicht-Keramik Kondensatoren wird sich 2019 weiter zuspitzen. Höchste Zeit, Alternativen zu prüfen und freizugeben.
- 68 **Sicher mit einem Touch-Display arbeiten**
Komplexe Abläufe werden über Bedienterminals mit Touch-Display gesteuert. Der Beitrag zeigt, wie die Bedienung sicherer werden kann.
- 72 **Was der Touch-Controller bei einem Display leistet**
Bei einem Industrie-Display mit Touch sind es vor allem die Touch-Sensoren, welche die Eingabe selbst hinter dickem Glas zuverlässig erkennen. Auch ein antibakterielles Glas kommt zum Einsatz.



TITELSTORY

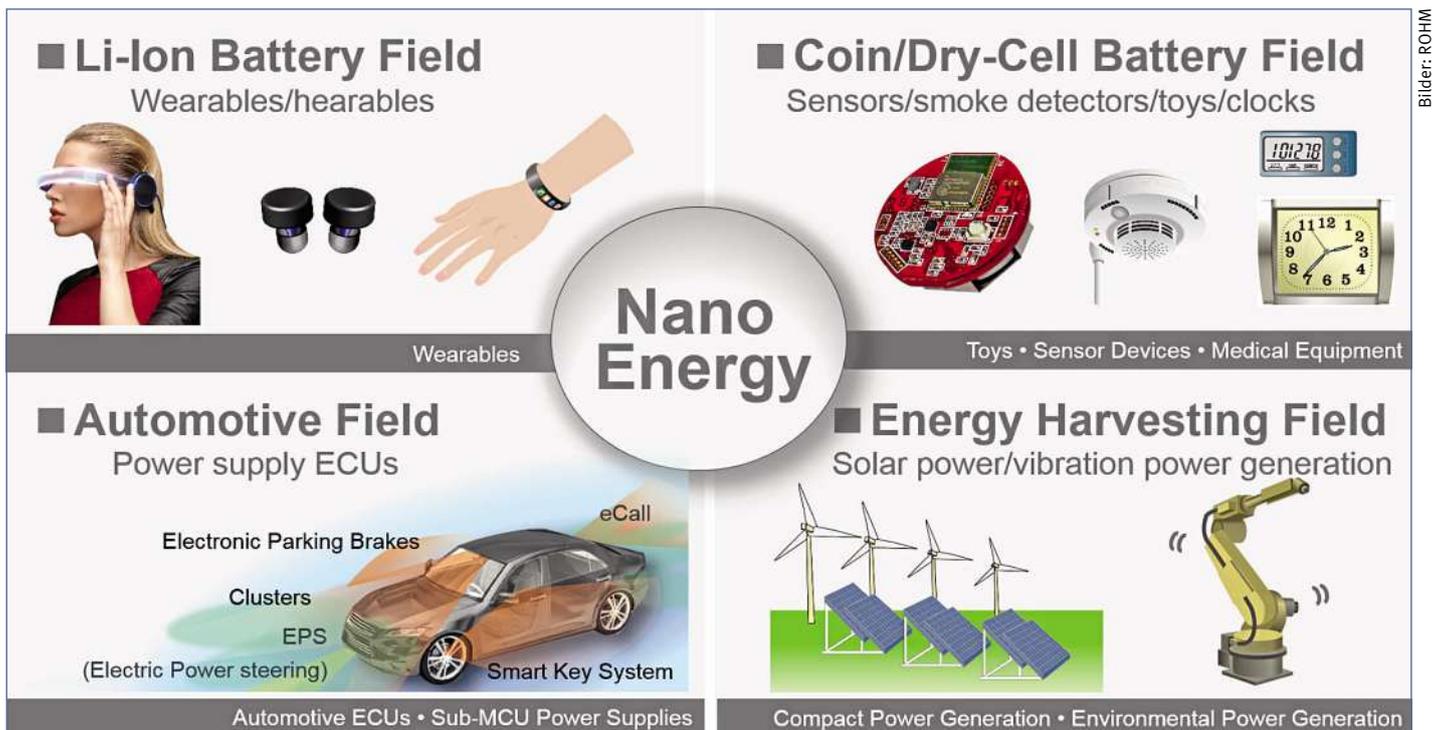
In den letzten Jahren hat die Verbreitung von batteriebetriebenen elektronischen Geräten stark zugenommen. Die elektronischen Komponenten, aus denen diese Systeme bestehen, müssen miniaturisiert werden, um das Design zu verbessern und Platz für neue Funktionen zu schaffen. Gleichzeitig ist eine geringere Stromaufnahme erforderlich, um die Lebensdauer der Batterien zu verlängern.

ROHM hat mit der selbst entwickelten Nano-Energy-Technologie mit extrem niedriger Stromaufnahme einen Ultra-Low-Power-Stromversorgungs-IC realisiert, der einen kontinuierlichen 10-jährigen Betrieb mit einer einzigen Knopfzelle ermöglicht.

Extrem niedrige Stromaufnahme mit der Nano-Energy-Technologie

Elektronische Komponenten in batteriebetriebenen Geräten wie IoT-Geräte oder Wearables sollten möglichst kompakt sein, aber auch sehr energieeffizient, damit der Akku möglichst wenig belastet wird.

RAIMUND WAGNER *



Bilder: ROHM

In den letzten Jahren hat die Verbreitung von batteriebetriebenen elektronischen Geräten, einschließlich Wearables und IoT-Geräten, sowie von tragbaren Geräten wie Smartphones stark zugenommen. Die elektronischen Komponenten, aus denen diese Systeme bestehen, müssen miniaturisiert werden, um das Design zu verbessern und Platz für neue Funktionen zu schaffen. Gleichzeitig ist eine geringere Stromaufnahme erforderlich, um die Lebensdauer der Batterien zu verlängern.

Batteriebetriebene elektronische Geräte wie Wearables und IoT-Geräte sowie tragba-

re Geräten wie Smartphones haben typischerweise eine CPU, die für die Steuerung des gesamten Systems zuständig ist, Sensoren für die Erfassung der erforderlichen Umgebungsdaten und Funkkomponenten für die Kommunikation. Die optimierte Verarbeitung dieser Informationen ermöglicht eine Vielzahl von Funktionen. Zusätzlich wird oft ein Stromversorgungs-IC benötigt, der aus der Batterie eine stabile Spannung für den Betrieb aller Komponenten bereitstellt. Da elektronische Geräte auch im Standby-Betrieb sofort auf externe Signale reagieren müssen, ist eine Funktion zur kontinuierlichen Überwachung notwendig. Aufgrund dieser Funktion muss auch der Stromversorgungs-IC kontinuierlich arbeiten. Daher muss die Stromaufnahme des Power-ICs reduziert werden, um die Lebensdauer der Batterie zu verlängern.

ROHM hat einen Stromversorgungs-IC entwickelt, der die Anforderungen des Marktes erfüllt, indem er ein vertikal integriertes Produktionssystem zusammen mit analoger Design-Technologie und Stromversorgungsprozessen nutzt. In unserer Gesellschaft nimmt das Bewusstsein für nachhaltige Produktionsprozesse und Produkte stetig zu. Tatsächlich ist der „Zehn-Jahres-Betrieb mit einer Knopfzelle“ zu einem Schlüsselbegriff in den Bereichen IoT und Wearables geworden. Um den Anforderungen des Marktes gerecht zu werden, hat ROHM die so genannte Nano-Energy-Technologie mit extrem niedriger Stromaufnahme eingesetzt, um einen Ultra-Low-Power Stromversorgungs-IC zu entwickeln, der es ermöglicht, einen kontinuierlichen 10-jährigen Betrieb mit einer einzigen Knopfzelle zu erreichen. Die Nano-Energy-Technologie sorgt für eine stabile



* Raimund Wagner
... ist Marketing Product Manager
bei ROHM Semiconductor Europe in
Düsseldorf.



Bild 1: Voraussetzungen, um zehn Jahre Betrieb mit einer einzigen Knopfzelle zu erreichen.

Steuerung der Impulsbreite: Die Impulsbreite wird so schmal wie möglich gewählt, um ein Ein-Chip-Stromversorgungssystem in Umgebungen mit hohem Abwärtsverhältnis und einer kleineren Einbaufäche (inklusive Spule) zu erreichen.

Der ROHM-Schaltregler BD70522GUL nutzt die Nano-Energy-Technologie, um eine Stromaufnahme von nur 180 nA zu erreichen, die niedrigste in der Branche. Als nächstes wird die Nano-Energy-Technologie näher betrachtet.

Zehn Jahre Betrieb mit einer einzigen Knopfzelle

Das bekannteste Beispiel einer Knopfzelle ist die CR2032. Die Batteriekapazität beträgt typischerweise 220 mAh, wobei die Spezifikationen von verschiedenen Herstellern übereinstimmen. Um einen kontinuierlichen Betrieb von zehn Jahren mit einer Knopfzelle zu erreichen, muss zunächst die erforderliche Stromaufnahme für den Stromversorgungs-IC berechnet werden. Allerdings ist zu beachten, dass nicht die gesamte Batteriekapazität vom Stromversorgungs-IC aufgenommen wird. Viele Berechnungen gehen davon aus dass der Anteil der Stromaufnahme des Stromversorgungs-ICs bei etwa 100 mAh liegt. Dies ermöglicht folgende Rechnung:

$I_{CC} (\text{Stromaufnahme}) = 100 \text{ mAh (Batteriekapazität)} / 87.600 \text{ h (10 Jahre)} = 1 \mu\text{A (Bild 1)}$.

1 µA ist also die zulässige durchschnittliche Stromaufnahme des Stromversorgungs-ICs. Mit anderen Worten, die Stromaufnahme des Stromversorgungs-ICs muss in der Größenordnung von nA liegen. Eine weitere Einschränkung der IC-Stromaufnahme ermöglicht eine Erweiterung der Funktionalität bei kontinuierlichem Betrieb, ohne die Batteriekapazität erhöhen zu müssen. Der BD70522GUL wird diesen Anforderungen mit

einer Stromaufnahme von nur 180 nA gerecht.

Der einfachste Weg, die Stromaufnahme in Stromversorgungs-ICs zu reduzieren, ist die Erhöhung des Innenwiderstandes. Eine einfache Erhöhung des Widerstandes kann jedoch eine Reihe von Problemen verursachen.

- Größere Fläche der Schaltung,
- verstärkte Effekte im Hinblick auf Leckströme,
- höhere Empfindlichkeit auf externes Rauschen aufgrund der größeren Impedanz,
- reduzierte Ansprechgeschwindigkeit der analogen Schaltung.

Größere Fläche der Schaltung bezieht sich auf die Vergrößerung der Fläche der Widerstandskomponente infolge der Widerstandserhöhung.

Verstärkte Effekte im Hinblick auf Leckströme der Komponenten sind auf Probleme mit den MOSFETs zurückzuführen, aus denen sich der Stromversorgungs-IC zusammensetzt. Auch im OFF-Zustand des Transistors fließt ein konstanter Leckstrom. Dieser Leckstrom tritt in der internen Schaltung und in der Endstufe auf. Normalerweise ist der in den Feedback-Widerstand fließende Leckstrom so klein, dass er im Verhältnis zu dem aktiven Ausgangsstrom als vernachlässigbar betrachtet werden kann. Nun werden aber die Ausgangsströme in batteriebetriebenen Anwendungen immer weiter reduziert, so dass die Auswirkungen des Leckstroms nicht mehr ignoriert werden können.

Für die Betrachtung der höheren Empfindlichkeit auf externes Rauschen aufgrund der größeren Impedanz wird (der Einfachheit halber) ein Pi-Filter angenommen, das über einen Widerstand angeschlossen ist. Wenn an einem Ende eine Spannung angelegt wird

und am anderen Ende ein Rauschen eintritt, wird die Zeitkonstante, bis sich die Spannung auf die eingestellte Spannung einpendelt, durch RC des Pi-Filters bestimmt. D.h. mit zunehmendem Widerstand steigt auch die Zeitkonstante, und die Zeit bis zum Erreichen eines stabilen Zustandes wird länger.

Die Ansprechgeschwindigkeit der analogen Schaltung wird durch eine Reihe von Faktoren bestimmt. Hier wird der Fall des Aufladens des Kondensators betrachtet. Die Zeit, die die Ladung benötigt, um eine bestimmte Betriebsspannung zu erreichen, ist die Ansprechgeschwindigkeit. Sie ist proportional zum Ladestrom und nimmt folglich mit zunehmender Stromaufnahme ab.

So lassen sich die Herausforderungen meistern

Als Antwort auf die oben genannten Probleme hat ROHM die Nano-Energy-Technologie entwickelt, die analoge Schaltungstechnik, Prozesse und Layout mit einem vertikal integrierten Produktionssystem kombiniert. Durch diese Kombination ist es ROHM gelungen, optimierte Gegenmaßnahmen für eine Vielzahl von Herausforderungen zu realisieren. Als Beispiel für die Schaltungsentwicklung für die im BD70522GUL verwendete Nano-Energy-Technologie werden hier zwei Technologieelemente und deren Ergebnisse vorgestellt.

- Reduzierte Stromaufnahme in den Referenzspannungs- und Kontrollbausteinen,
- Überwindung des Widerspruchs zwischen hoher Genauigkeit, schnellem Ansprechverhalten und geringer Stromaufnahme im Kontrollblock.

Der BD70522GUL ist ein Abwärtsschaltregler. In einem Schaltregler ermöglicht das Umschalten auf Intervallbetrieb, wenn der Ausgangsstrom (Last) kleiner als ein bestimmter Wert wird, eine Reduzierung der Stromaufnahme unter Beibehaltung der Ausgangsspannung. In vielen Anwendungen, in denen Nano Energy benötigt wird, sollte der Intervallbetrieb die Betriebszeit verlängern. Für den BD70522GUL wurde eine gründliche Analyse der Stromaufnahme im Intervallbetrieb durchgeführt und auf Basis der Ergebnisse eine Optimierung vorgenommen.

Mit den Analyseergebnissen wurden zunächst die wichtigsten Ursachen der Stromaufnahme auf zwei Bereiche, die Referenzspannungs- und Kontrollblöcke, eingegrenzt. Als nächstes wurde eine optimierte Reduktionsmethode angewandt, die es ermöglichte, den Stromverbrauch in jedem Block um das 100-fache gegenüber herkömmlichen Produkten zu reduzieren. Dadurch konnte der Wirkungsgrad, die wich-

„Dank der von ROHM entwickelten Nano-Energy-Technologie erreicht der Schaltregler BD70522GUL eine extrem niedrige Stromaufnahme von nur 180 nA.“

Raimund Wagner, ROHM

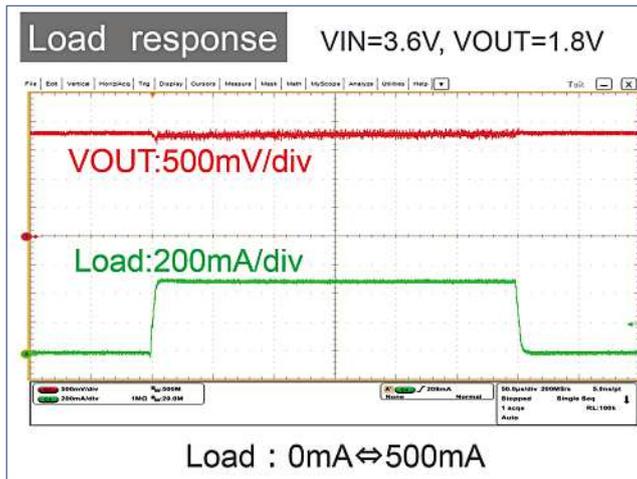


Bild 2:
 Schnelles Ansprechverhalten
 des BD70522GUL.

tigste Eigenschaft von Stromversorgungs-ICs, bei einem Laststrom von 10 μ A im Standby der nachfolgenden Stufe auf über 90% gesteigert werden. Darüber hinaus können diese Eigenschaften über einen weiten Bereich bis zu einem Laststrom von 500 mA beibehalten werden.

Im Folgenden wird die Technologie zur Überwindung des Widerspruchs im Kontrollblock beschrieben. Wie bereits erwähnt, verschlechtert sich die Ansprechgeschwindigkeit, wenn die Stromaufnahme im Kontrollblock reduziert wird. Es gibt noch eine weitere wichtige Schaltungscharakteristik, die durch den Kontrollblock bestimmt wird, nämlich eine stabile Ausgangsspannung. In der Schaltungskonfiguration einer konventionellen Regelungsüberwachung ist es nicht möglich, gleichzeitig ein schnelles Ansprechverhalten, geringe Stromaufnahme und hohe Genauigkeit zu erreichen. Im Gegensatz dazu nutzt der BD70522GUL ROHMs Nano-Energy-Technologie, welche nach einer gründlichen Überprüfung der Schaltungskonfiguration entwickelt wurde, um alle drei Eigenschaften zu erreichen. So konnte die branchenweit niedrigste Leerlaufstromaufnahme sowie ein schnelles Ansprechverhalten bei Lastschwankungen (Lastverhalten) und eine stabile Ausgangsspannung (Lastregelung) über den gesamten Lastbereich erreicht werden (Bild 2).

Nano Energy verspricht, eine sehr effektive Technologie zur Reduzierung der Stromaufnahme zu sein, was in allen Anwendungen, die eine Stromversorgung benötigen, ein ständiges Thema ist. Wie eingangs erwähnt, ist diese Technologie ideal für Geräte, die lange Standby-Zeiten und ein schnelles Ansprechverhalten im Betrieb erfordern. Mögliche Anwendungen sind z.B. Sicherheits- und tragbare Geräte, die mit Li-Ionen-Batterien und Knopfzellen betrieben werden. Und

in den letzten Jahren hat die zunehmende Digitalisierung von Fahrzeugen den Einsatz dieser Technologie in automobilen Systemen vorangetrieben. ROHMs Stromversorgungs-IC-Linie umfasst nicht nur Schaltregler, sondern auch LDO-Regler (Linear Drop Out). Das Unternehmen hat bereits mit der Entwicklung von LDOs mit Nano-Energy-Technologie begonnen und wird weiterhin Lösungen vorschlagen, die eine größere Platzersparnis bei geringerem Rauschen ermöglichen, um zu einer nachhaltigen Gesellschaft beizutragen (Bild auf Seite 25).

Extrem stromsparende Nano-Energy-Technologie

Die von ROHM entwickelte Nano-Energy-Technologie ist eine extrem stromsparende Technologie, die die Stromaufnahme des Stromversorgungs-ICs drastisch reduziert. Dadurch erreicht der BD70522GUL eine Stromaufnahme von 180 nA. Die Nano-Energy-Technologie ermöglicht dem BD70522GUL auch ein schnelles Ansprechverhalten, eine stabile Ausgangsspannung und eine extrem niedrige Stromaufnahme.

ROHM bietet derzeit zwei fortschrittliche Stromversorgungs-IC-Technologien an, Nano Energy und Nano Pulse Control. Diese Technologien sind nicht nur für bestimmte Märkte geeignet, sondern auch für Bereiche, die eine höhere Leistungsfähigkeit erfordern. Auch in Zukunft wird das Angebot an Nanotechnologie weiter ausgebaut, um den Marktbedürfnissen gerecht zu werden und eine nachhaltige Gesellschaft zu erreichen.

Die ungekürzte Version dieses Beitrags mit zahlreichen zusätzlichen Abbildungen finden Sie online. Geben Sie dazu unter www.elektronikpraxis.de im Suchfeld einfach die Beitragsnummer 45475722 ein. // TK

ROHM

POWER UP YOUR PROJECT.

Professional Power Supplies

GRÖSSTE AUSWAHL AN
 HOCHLEISTUNGSNETZTEILEN,
 AUCH BIDIREKTIONAL

Neu auf der electronica:

- › Einblick in die Weiterentwicklung der TC.GSS Geräte von Regatron
- › Neue Spannungsvarianten der SM15k-Geräte von Delta Elektronik

NEU



electronica 2018
 13. – 16. November 2018
 Neue Messe München
 Halle A5, Stand 218

 electronica

Schulz-Electronic GmbH

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