

# Zweikanaliger 6-A-Abwärtsregler für kompakte und hocheffiziente Lösungen

Zhongming Ye  
Analog Devices, Inc.

## Einführung

Systemdesigner in allen Branchen sind gefordert, immer kompaktere und effizientere Stromversorgungs-Lösungen zu realisieren, um den Anforderungen von SoCs und FPGAs mit hohem Leistungsbedarf gerecht zu werden. Der Platzbedarf der Stromversorgung ist in fortschrittlichen elektronischen Systemen durchaus kritisch, denn diese sollte in der Nähe des SoC oder seiner Peripherie (z. B. DRAM- oder I/O-Chips) platziert werden. Noch knapper sind die Platzverhältnisse in tragbaren Geräten wie etwa Barcode-Scannern oder medizinischen Datenerfassungssystemen.

Schaltungsentwickler müssen hier nicht nur einen Reglerbaustein ausfindig machen, der in den begrenzten Platz passt, denn häufig läuft die Forderung nach einer kompakten Lösung anderen Anforderungen an elektronische Systeme zuwider. Gefordert sind beispielsweise Robustheit, ein hoher Wirkungsgrad, ein großes Umwandlungsverhältnis, hohe Leistung und gute thermische Eigenschaften. Da viele dieser Anforderungen nach Abstrichen in anderen Bereichen verlangen, stehen die Entwickler vor einem ebenso schwierigen wie zeitraubenden Optimierungsproblem. Einfacher werden soll dies mit dem Baustein **LTC3636**, der zwei 6-A-Abwärtsregler enthält und sich durch eine sehr niedrige Stromaufnahme im Shutdown-Zustand, einen hohen Wirkungsgrad bei voller und geringer Last sowie die Eignung für Schaltfrequenzen bis zu 4 MHz auszeichnet.

## Kompaktheit dank 4 MHz Schaltfrequenz

So gut wie überall reicht der für Stromversorgungs verfügbare Platz kaum aus. Das Volumen der Schaltung und die Leistungsdichte eines Gleichspannungs-

wandlers werden in der Regel durch die sperrigen magnetischen Bauelemente, die Eingangs- und Ausgangskondensatoren, die Größe der EMI-Filter sowie die Abmessungen des Kühlkörpers bestimmt. In Abwärtswandlern sind die Forderungen nach geringer Größe und hoher Effizienz oftmals konträr: die Spule und der Ausgangskondensator können erheblich kleiner gewählt werden, wenn man die Schaltfrequenz anhebt, allerdings hat die hohe Schaltfrequenz im Gegenzug größere Schaltverluste in der Spule und den Schaltern zur Folge, was wiederum das Wärmemanagement unter den herrschenden beengten Platzverhältnissen erschwert.

Der zweikanalige LTC3636 ist ein für 6 A Laststrom pro Ausgang ausgelegter und hocheffizienter monolithischer Abwärtsregler, der an Eingangsspannungen bis zu 20 V betrieben werden kann. Die programmierbare Schaltfrequenz kann auf bis zu 4 MHz eingestellt werden. Dank der hohen Schaltfrequenz ist es auch hier möglich, die Größe und die Werte der Spule und des Kondensators zu reduzieren, jedoch behält der LTC3636 - anders als viele andere Hochfrequenz-Lösungen - seinen hohen Wirkungsgrad bei. In Frage kommen einige Ferritkern-Induktivitäten mit sehr geringem Platzbedarf, die durch niedrigere AC- und DC-Verluste gekennzeichnet sind. Durch den um 180° phasenversetzten Betrieb der beiden Kanäle heben sich die Welligkeiten beider Kanäle gegenseitig auf, was die Verwendung eines kleineren Eingangskondensators erlaubt.

Der zweikanalige Abwärtswandler in Bild 1 arbeitet mit 4 MHz und kommt mit sehr kleinen Spulen und Kondensatoren aus. Bild 2 verdeutlicht die thermischen Eigenschaften. Wie das Wärmebild erkennen lässt, beträgt die Temperaturzunahme bei Zimmertemperatur, natürlicher Konvektion und einer Eingangsspannung von 5 V weniger als +40 °K

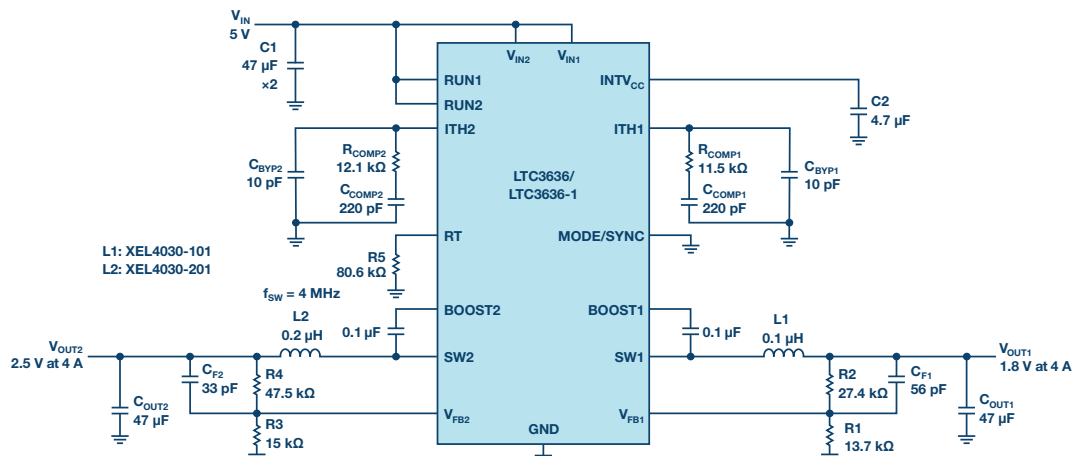


Bild 1: Eine kompakte Lösung stellt dieser zweikanalige Abwärtsregler mit 4 MHz Schaltfrequenz dar.

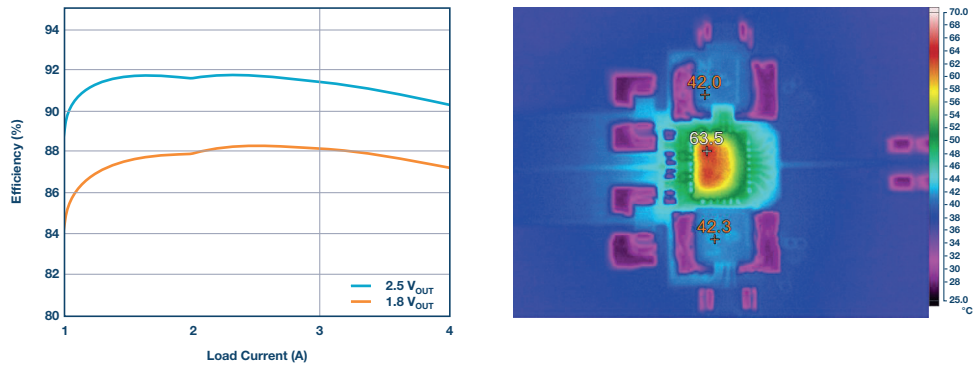


Bild 2: Wirkungsgradverlauf (links) und Wärmebild (rechts) bei  $V_{IN} = 5\text{ V}$  und natürlicher Konvektion

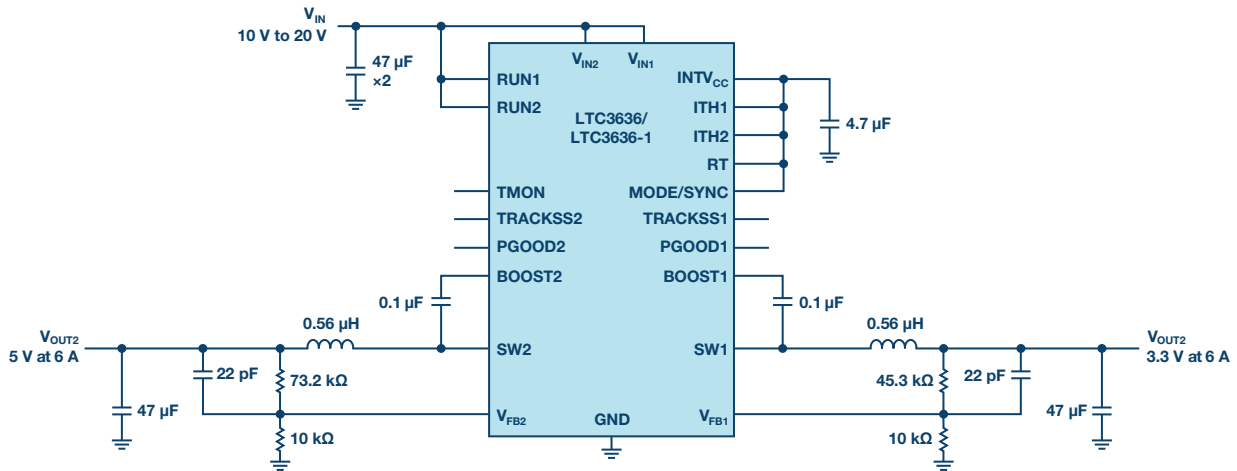


Bild 3: Hocheffizienter zweikanaliger Abwärtsregler

### Hocheffiziente Leistungswandlung über den gesamten Laststrombereich

Ein hoher Wirkungsgrad über den kompletten Lastbereich ist in tragbaren Geräten und Automobil-Anwendungen von entscheidender Bedeutung. Bei hoher Ausgangsleistung sollten die Verluste so gering sein, dass die Schaltung betriebssicher arbeiten kann. Erreichen lässt sich dies durch Optimierung des Schaltungsdesigns für hohe Last, indem für eine robuste thermische Absicherung und ein zuverlässiges Wärmemanagement gesorgt wird. Hierfür kann das Signal über den TMON-Pin zur thermischen Überwachung genutzt werden, wenn weder Kühlkörper noch Zwangsbelüftung verfügbar sind.

In akkubetriebenen Systemen ist dagegen ein hoher Wirkungsgrad bei geringer Last wichtig, um möglichst lange mit einer Akkuladung auszukommen. Kritisch ist hier ebenfalls eine niedrige Stromaufnahme im abgeschalteten Zustand, damit die Batterien möglichst lange halten. Müssen die Effizienzwerte bei geringer und hoher Last miteinander in Einklang gebracht werden, geht dies üblicherweise zu Lasten der Leistungsfähigkeit der Lösung insgesamt.

Der LTC3636 weist eine niedrige Ruhestromaufnahme auf, um bei Ausgangsspannungen bis zu 5 V einen hohen Wirkungsgrad zu erzielen. Bei der Version LTC3636-1 ist der  $V_{OUT}$ -Bereich auf 12 V vergrößert. Der Abwärtsregler kann an Eingangsspannungen von 3,1 V bis 20 V eingesetzt werden und liefert einen Ausgangsstrom von bis zu 6 A pro Kanal. Bild 3 zeigt das Schaltbild einer hocheffizien-

enten Lösung, während in Bild 4 zu erkennen ist, dass die gemessene Effizienz über den gesamten Laststrombereich auf einem hohen Niveau bleibt.

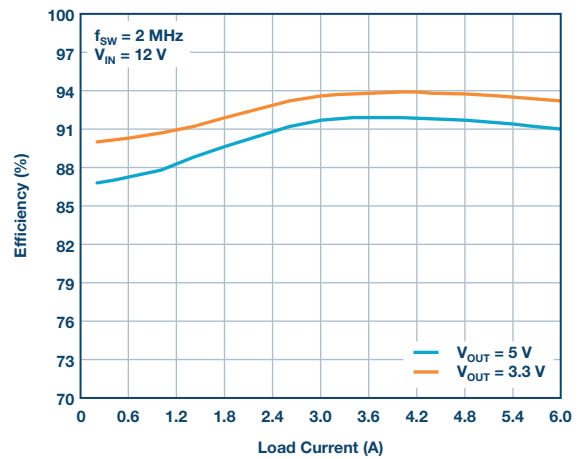
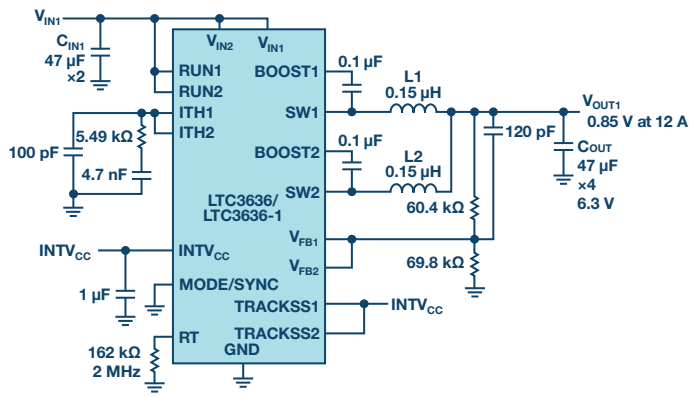


Bild 4: Wirkungsgradverlauf bei Ausgangsspannungen von 5 V und 3,3 V.



L1, L2: 0.15 µF VISHAY IHP2525CZ

(a) Schematic of LTC3636

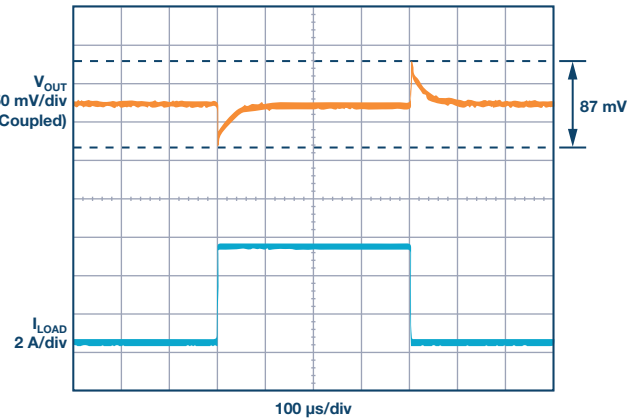
(b) Load Transient (2 A to 6 A,  $V_{IN} = 3.3$  V)

Bild 5: Schaltbild (a) und Lastsprungverhalten (b) eines Reglers für 0,85 V Ausgangsspannung und 12 A Laststrom

## Konfigurierbar für einen zweiphasigen Ausgang für bis zu 12 A

Die zunehmende Verbreitung von SoC- oder FPGA-basierten Systemen in Automobil-, Transport- und Industrie-Anwendungen erfordert leistungsfähigere Stromversorgungen. Der Leistungsbedarf dieser fortschrittlichen SoCs nimmt stetig zu, sodass bisherige, auf traditionellen PWM-Reglern und MOSFETs basierenden Lösungen durch monolithische Regler ersetzt werden müssen, um kompaktere, für höhere Lastströme geeignete und effizientere Stromversorgungen zu realisieren. Der LTC3636 ist so konzipiert, dass er den Leistungsbedarf dieser fortschrittlichen SoCs decken kann und dennoch die bestehenden Größen- und Wärme-Restriktionen erfüllt. In der in Bild 5a gezeigten Schaltung sind die beiden Kanäle des Bausteins parallelgeschaltet, um einen 0,85-V-Ausgang mit bis zu 12 A zu implementieren. Die maximale Effizienz bei 12 A Laststrom und  $V_{IN} = 3,3$  V beträgt 87 %. Das Lastsprungverhalten ist in Bild 5b erkennbar. Die Pins FB1 und FB2 sind in diesem Design ebenso miteinander verbunden wie RUN1 und RUN2. Gemeinsam sind die beiden Anschlüsse ITH1 und ITH2 an ein externes Kompensationsnetzwerk angeschlossen, das so eingestellt ist, dass sich die Strom-Unstimmigkeiten im statischen Zustand und bei Lastsprüngen auf ein Minimum reduzieren.

## Fazit

Die Nachfrage nach mehr Intelligenz, Automatisierung und Sensorik in Industrie- und Automobil-Anwendungen sorgt für eine zunehmende Verbreitung elektronischer Systeme, die nach immer leistungsfähigeren Stromversorgungen verlangen. Der LTC3636 vereinfacht das Design solcher Systeme mit seinen zwei hocheffizienten Stromversorgungen, die jeweils bis zu 6 A liefern können und einen sehr geringen Standby-Strom im Shutdown-Status aufnehmen. Der LTC3636 wird in einem 4 mm × 5 mm großen, thermisch optimierten und flachen QFN-28-Gehäuse angeboten, und sein eingebauter Überhitzungsschutz resultiert in einer verbesserten Zuverlässigkeit. Über einen speziellen MODE-Eingang kann der Anwender zwischen geringer Ausgangswelligkeit und hoher Effizienz bei geringer Last abwägen. Mit dem Burst Mode® kann bei wenig Last ein größtmöglicher Wirkungsgrad erreicht werden, während der erzwungene nicht-lückende Betrieb für eine minimale Ausgangswelligkeit sorgt.

## Über den Autor

Zhongming Ye arbeitet als Senior Applications Engineer im Bereich Power Products bei Analog Devices in Santa Clara (Kalifornien/USA). Er ist seit dem Jahr 2009 bei Linear Technology (jetzt zu Analog Devices gehörend) tätig und für den Applikations-Support für verschiedene Produkte zuständig, darunter Aufwärts-, Abwärts-, Sperr- und Durchflusswandler. Zu seinem Interessensgebiet, dem Power-Management-Sektor, gehören leistungsfähige Leistungswandler und -regler mit hohem Wirkungsgrad, hoher Leistungsdichte und geringem EMI-Aufkommen für Automotive-, Medizin- und Industrie-Anwendungen. Vor seinem Wechsel zu Linear Technology war er bei Intersil drei Jahre lang im Bereich der PWM-Controller für isolierte Stromversorgungs-Produkte tätig. Zhongming Ye, der an der Queen's University in Kingston (Kanada) in Elektrotechnik promovierte, gehörte als Senior Member der IEEE Power Electronics Society an. Sie erreichen ihn unter [zhongming.ye@analog.com](mailto:zhongming.ye@analog.com).

## Online Support Community



Nehmen Sie Kontakt auf mit den Technologieexperten von Analog Devices in unserer Online Support Community. Stellen Sie Ihre schwierigen Designfragen, durchsuchen Sie die FAQs oder nehmen an einer Unterhaltung teil.

Besuchen Sie [ez.analog.com](http://ez.analog.com)

### Analog Devices, Inc. Worldwide Headquarters

Analog Devices, Inc.  
One Technology Way  
P.O. Box 9106  
Norwood, MA 02062-9106  
U.S.A.  
Tel: 781.329.4700  
(800.262.5643, U.S.A. only)  
Fax: 781.461.3113

### Analog Devices, Inc. Europe Headquarters

Analog Devices GmbH  
Otto-Aicher-Str. 60-64  
80807 München  
Germany  
Tel: 49.89.76903.0  
Fax: 49.89.76903.157

### Analog Devices, Inc. Japan Headquarters

Analog Devices, KK  
New Pier Takeshiba  
South Tower Building  
1-16-1 Kaigan, Minato-ku,  
Tokyo, 105-6891  
Japan  
Tel: 813.5402.8200  
Fax: 813.5402.1064

### Analog Devices, Inc. Asia Pacific Headquarters

Analog Devices  
5F, Sandhill Plaza  
2290 Zuchongzhi Road  
Zhangjiang Hi-Tech Park  
Pudong New District  
Shanghai, China 201203  
Tel: 86.21.2320.8000  
Fax: 86.21.2320.8222

©2019 Analog Devices, Inc. All rights reserved. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners. Ahead of What's Possible is a trademark of Analog Devices. DN21153-0-3/19

[analog.com](http://analog.com)

**ANALOG DEVICES**

AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™