

# Hocheffizienter Positiv-Negativ-Wandler für hohe Spannungen

Design Note 561

Victor Khasiev

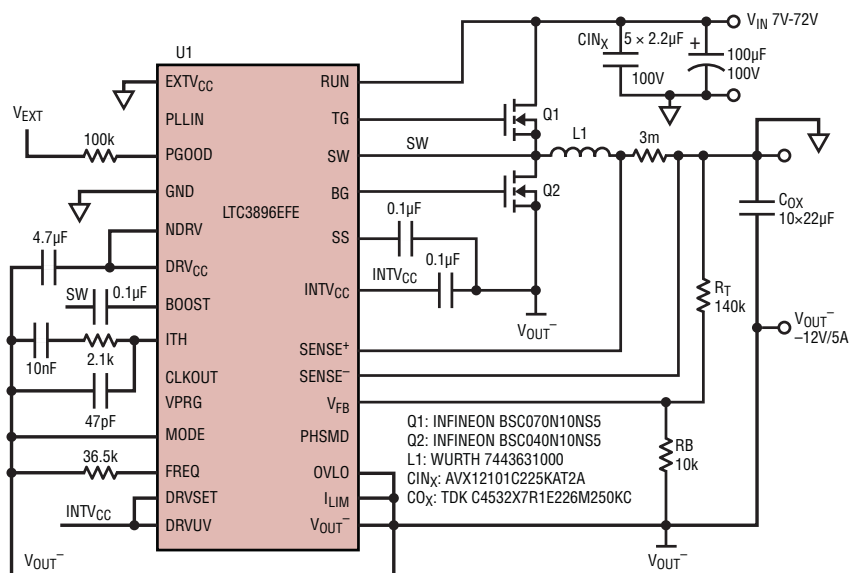
## Einführung

Die Positiv-Negativ-Wandlung, d. h. die Bereitstellung eines invertierten Ausgangs, wird in LCDs, OLED-Displays, Audioverstärkern, industriellen Maschinen, Prozesssteuerungen für die Halbleiterfertigung, Messgeräten, Prüfsystemen, LED-Treibern und Batterieladern häufig eingesetzt. Viele dieser Anwendungen verlangen nach hoher Leistung und erweiterten Eingangsspannungsbereichen und damit nach zwei Eigenschaften, die vom Positiv-Negativ-Controller **LTC3896** geboten werden. Dieser Controller eignet sich speziell für Automotive-Anwendungen, denn er kommt mit sehr hohen Eingangs- und Ausgangsspannungen zurecht (die Gesamt-Spannungsbelastung darf bis zu 150 V betragen), kann MOSFETs mit Standard-Spannungspegeln ansteuern und ist durch eine geringe Ruhestromaufnahme von 40  $\mu\text{A}$  (im Shutdown-Modus nur 10  $\mu\text{A}$ ) gekennzeichnet.

 LT, LTC, LTM, Linear Technology and the Linear logo are registered trademarks of Linear Technology Corporation. All other trademarks are the property of their respective owners.

**Eingangsspannungen in einem weiten Bereich von 7 V bis 72 V werden zu -12 V/5A am Ausgang**

Bild 1 zeigt einen Positiv-Negativ-Wandler auf der Basis des LTC3896. Die Lösung liefert aus einer zwischen 7 V und 72 V liegenden Eingangsspannung eine Ausgangsspannung von -12 V bei 5 A. In Automotive-Anwendungen ermöglicht die Eignung des LTC3896 für hohe Eingangsspannungen den Verzicht auf teure, sperrige Überspannungs-Schutzbausteine. Dabei sorgt die niedrig angesetzte Mindest-Eingangsspannung dafür, dass empfindliche Systeme auch unter Kaltstartbedingungen funktionsfähig bleiben. Der Leistungsteil des Wandlers besteht aus den MOSFETs Q1 und Q2 und der Induktivität L1. Das Ausgangsfilter beruht auf Keramik-Kondensatoren ( $C_{OX}$ ). Der EXT<sub>V<sub>CC</sub></sub>-Pin von U1 ist mit GND verbunden, wodurch an diesem Pin ein Potenzial von 12 V bezogen auf V<sub>OUT</sub> erzeugt wird. Wird ein Power-Good-Signal benötigt, sollte eine externe, auf GND bezogene Spannungsquelle verwendet werden. Die Steuerungs- und Schnittstellensignale des LTC3896, nämlich RUN, PGOOD und PLLIN, sind auf die System-Masse be-



**Bild 1:** Der Wandler (U1) mit -12 V Ausgangsspannung gibt in einem Eingangsspannungsbereich von 7 V bis 72 V bis zu 5 A an den angeschlossenen Verbraucher ab. Die Steuersignale RUN, PGOOD und PLLIN sind auf GND bezogen.

zogen, um in prozessorgesteuerten Systemen ohne Pegelumsetzer auszukommen.

Genauere Einzelheiten über die Richtlinien zum Berechnen der Strom- und Spannungsbelastung der Bauelemente um den LTC3896 herum finden sich im Datenblatt [1]. Für eine elementare Evaluierung lassen sich das Tastverhältnis (D), der durchschnittliche Spulenstrom (IL) und die Spannungsbelastung des MOSFET (V<sub>DS</sub>) mit den folgenden Formeln berechnen:

$$D = \frac{|V_O|}{V_{IN} + |V_O|}$$

$$I_L = \frac{I_O}{(1-D)}$$

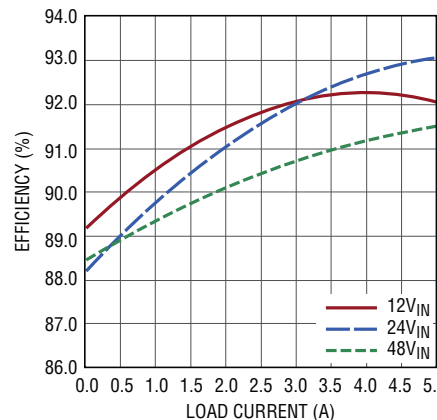
$$V_{DS} = |V_O| + V_{IN}$$

Die Demonstrationsschaltung DC2447A [2] verdeutlicht die Vielseitigkeit des LTC3896. Designer können damit die zahlreichen Funktionen dieses Controllers testen, wie etwa die Synchronisation zu einem externen Taktsignal, die Möglichkeit zur Verwendung eines externen Linearreglers, um die thermische Belastung des IC bei hohen Ausgangsspannungen zu verringern, sowie einfache Lösungen für Ausgangsspannungen von -5 V und 3,3 V.

Bild 2 zeigt den Wirkungsgrad bei verschiedenen Eingangsspannungen, während in Bild 3 ein Wärmebild des Wandlers im Betrieb zu sehen ist.

#### Fazit

Der LTC3896 ist ein hochintegrierter Controller speziell zur Umwandlung positiver Spannungen in negative. Lösungen auf der Basis dieses Controllers sind hocheffizient und weisen eine extrem



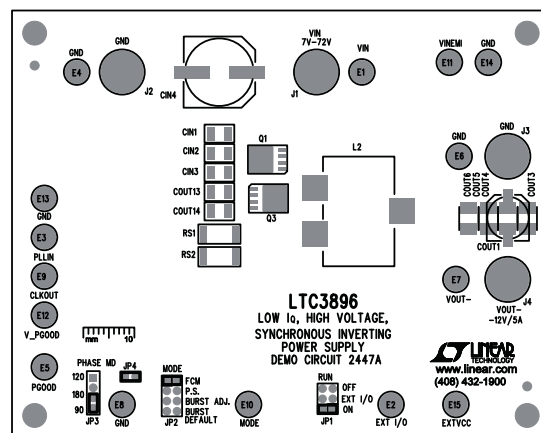
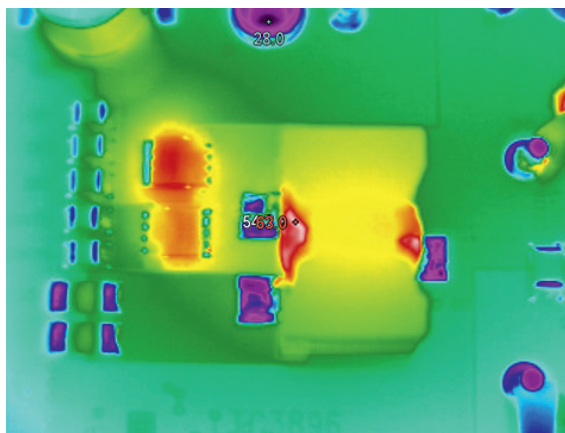
DN5V1K4 F02

**Bild 2: Wirkungsgradkurven zur Schaltung aus Bild 1. Die Ausgangsspannung beträgt -12 V, der Ausgangsstrom 5 A.**

geringe Ruhestromaufnahme auf, was wichtig für batteriebetriebene Systeme ist. Mit seiner programmierbaren Schaltfrequenz, seinem bis 150 V reichenden Eingangsspannungsbereich und seiner Eignung für Ausgangsspannungen bis -60 V ist der Baustein außerdem sehr vielseitig. Der LTC3896 vereinfacht das Design von Automotive- und Industrie-Stromversorgungen mit auf die Host-Masse bezogenen Steuersignalen.

#### Literaturnachweis

1. LTC3896: 150V Low IQ, Synchronous Inverting DC/DC Controller.  
<http://cds.linear.com/docs/en/datasheet/3896f.pdf>
2. DC2447A: LTC3896EFE Demo Board|Sync Inverting Controller, 7V ≤ V<sub>IN</sub> ≤ 72V; V<sub>OUT</sub> = -12V at 5A.  
<http://www.linear.com/solutions/7378>



**Bild 3: Die linke Seite zeigt ein Wärmebild des DC2447A bei 36 V Eingangsspannung und -12 V und 5 A am Ausgang. Rechts ist eine Montagezeichnung des Demo-Boards zu sehen.**

#### Data Sheet Download

[www.linear.com/LTC3896](http://www.linear.com/LTC3896)

Bei technischen Fragen,  
Telefon +49 89 96 24 55 0

**Linear Technology Corporation**  
1630 McCarthy Blvd., Milpitas, CA 95035-7417  
(408) 432-1900 • FAX: (408) 434-0507 • [www.linear.com](http://www.linear.com)

DN561 LT/AP 0417 71K • PRINTED IN THE USA

**LINEAR**  
TECHNOLOGY  
© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2017