

# Design Note

## Monolithische 65 V/8 A Abwärtsregler mit schnellem Einschwingverhalten und äußerst geringen EMI-Emissionen

Ying Cheng

### Einführung

Bei den Bausteinen LT8645S und LT8646S handelt es sich um synchrone, monolithische 65 V Abwärtsregler für einen Ausgangsstrom von 8 A. Die „Silent Switcher® 2“-Architektur dieser Bausteine sorgt unabhängig vom Leiterplatten-Lay-out für herausragende EMI-Eigenschaften. Der LT8646S wartet dank externer RC-Kompensation mit einem optimierten Einschwingverhalten auf.

### Monolithische Lösung mit weitem Eingangsbereich und hohem Ausgangsstrom

Beim Design von Abwärtswandlern für 48-V-Bussysteme neigen Stromversorgungs-Entwickler zur Verwendung von Controller-Lösungen (mit externen MOSFETs) anstelle der wesentlich kleineren monolithischen Regler (mit eingebauten MOSFETs), denn nur wenige dieser monolithischen Regler verkraften derart hohe Eingangsspannungen, und die meisten sind außerdem für Ausgangsströme von weniger als 5 A ausgelegt. Die monolithischen Regler LT8645S und LT8646S brechen jedoch aus diesem Schema aus.

Die beiden monolithischen Silent Switcher® 2 Buck-Regler mit 65 V Eingangsspannung und hohem Ausgangsstrom bieten einen weiten Eingangsspannungsbereich von 3,4 V bis 65 V und eignen sich für Ausgangsströme bis 8 A. In Bild 1 ist eine Komplettschaltung mit 12 V Ausgangsspannung und 8 A Ausgangsstrom auf Basis des LT8645S dargestellt. Dank interner Kompensation sorgt der LT8645S für einen geringeren Aufwand an externen Bauelementen und ein ein-

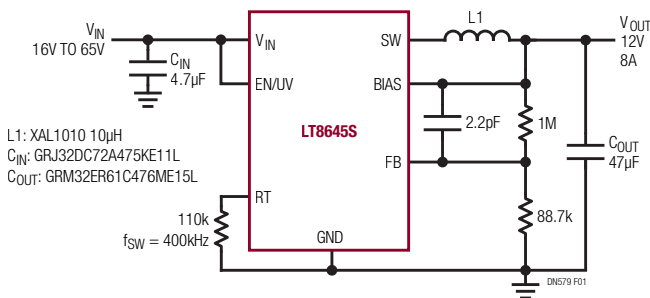
faches Design. Die Integration der Bypass-Kondensatoren trägt zusätzlich zur Größenminimierung der Gesamtlösung bei. Wie Bild 2 zu entnehmen ist, beträgt der Wirkungsgrad dieser Lösung maximal 97 %.

### Kurze Einschwingzeit und äußerst geringes EMI-Niveau

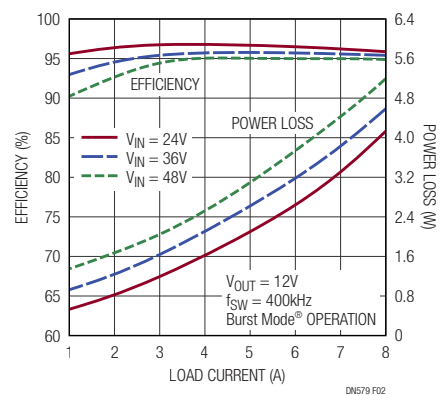
Nur zwei externe Bauelemente, nämlich ein Widerstand und ein Kondensator am VC-Pin, werden benötigt, um das Einschwingverhalten des LT8646S für eine bestimmte Anwendung zu optimieren. Bild 3 zeigt eine Lösung auf Basis des LT8646S mit 5 V Ausgangsspannung und 8 A Ausgangsstrom, während in Bild 4 das Einschwingverhalten mit optimierter Kompensation zu sehen ist.

Die in dieser Lösung auf 2 MHz eingestellte Schaltfrequenz erlaubt die Verwendung einer kleinen Induktivität von 1 µH. Dass die Bausteine LT8645S und LT8646S auch problemlos mit einer gesättigten Induktivität bei Überlastung oder im Kurzschlussfall zurechtkommen, ist der schnellen Peak-Current-Mode-Architektur zu verdanken. Solange es zu keinen länger andauernden Überlastungen oder Kurzschlüssen kommt, ist es folglich nicht notwendig, die Induktivität zu groß zu dimensionieren, um kurzzeitige Überströme zu berücksichtigen.

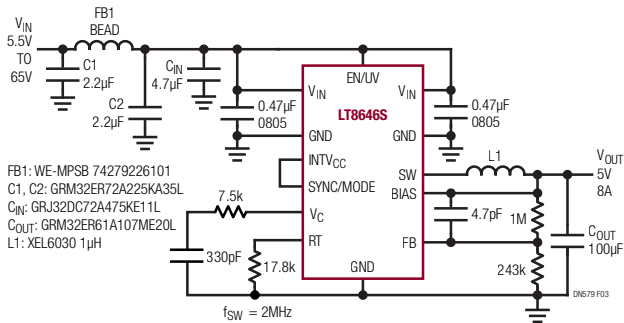
Wie erwähnt, basieren LT8645S und LT8646S auf einer Silent Switcher 2-Architektur, die eine aufgeteilte „heiße Schleife“ und integrierte Bypass-Kondensatoren miteinander kombiniert. Die EMI-Eigenschaften sind deshalb nicht vom Layout abhängig, sodass Designern in Anwendungen, die nach einem extrem niedrigen EMI-Aufkommen verlangen, dieses Designproblem erspart bleibt. Bild 5 verdeut-



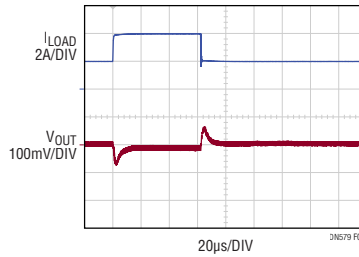
**Bild 1: Abwärtswandler (12 V/8 A) auf Basis des LT8645S mit 400 kHz Schaltfrequenz**



**Bild 2: Wirkungsgrad des LT8645S bei 12 V und 8 A in der Schaltung aus Bild 1**



**Bild 3: Abwärtswandler (5 V/8 A) auf Basis des LT8646S mit extrem geringen EMI-Emissionen dank aktivierter Spread-Spectrum-Betriebsart**



2A TO 4A TRANSIENT  
12VIN, 5VOUT, f<sub>SW</sub> = 2MHz

**Bild 4: 2-A-Lastsprungverhalten der auf dem LT8646S basierenden, von 12 V auf 5 V wandelnden Schaltung aus Bild 3 mit f<sub>SW</sub> = 2 MHz**

licht die gemäß CISPR 25 gemessenen abgestrahlten Störaussendungen der in Bild 3 gezeigten Lösung. Mit einer Ferritperle und einem Kondensatorfilter besteht die Schaltung die strengen Anforderungen gemäß CISPR 25 Klasse 5.

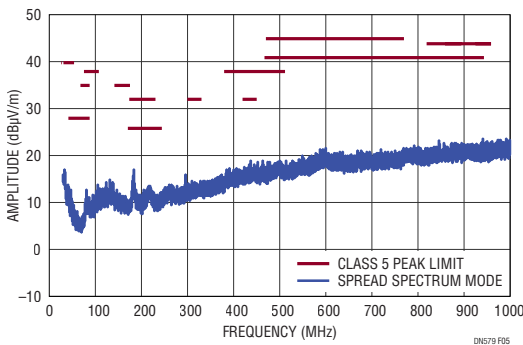
**Kurze Mindest-Einschaltzeit und großes Spannungsreduzierungs-Verhältnis**

Der LT8645S und der LT8646S bieten eine minimale Einschaltzeit von nur 40 ns und ermöglichen deshalb große Spannungsreduzierungs-Verhältnisse, trotz der Schaltfrequenz von 2 MHz. Zum Beispiel erfordert die Umwandlung von 48 V in 5 V bei 2 MHz eine Einschaltzeit von 52 ns, die die meisten Wandler jedoch nicht bieten können. Um dieses Spannungsreduzierungs-Verhältnis zu erreichen, müsste ein Entwickler sonst auf einen zweistufigen Wandler (mit einer Zwischenspannung) ausweichen. Die monolithischen Regler LT8645S und LT8646S aber können diese Umwandlung allein vornehmen, wodurch sich die Größe und Komplexität der Stromversorgung entsprechend verringert. In Bild 6 ist eine Lösung mit 1,8 V Ausgangsspannung bei 8 A zu sehen, die sich

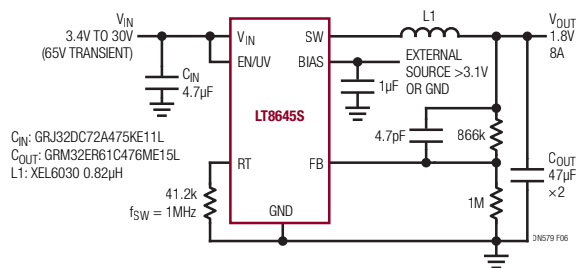
für Eingangsspannungen bis 30 V eignet. Der LT8645S arbeitet hier mit einer Schaltfrequenz von 1 MHz. Die Eingangsspannung kann bis auf den absoluten Maximalwert von 65 V ansteigen, sofern das Überspringen von Schaltzyklen hinnehmbar ist. Ist die Eingangsspannung kleiner als 3,1 V, kann der BIAS-Anschluss des LT8645S an eine externe Spannung von mehr als 3,1 V (z. B. an 3,3 V oder 5 V) gelegt werden, um den Wirkungsgrad zu erhöhen.

**Fazit**

Die monolithischen, synchronen und für 8 A Ausgangsstrom ausgelegten Schaltregler LT8645S und LT8646S mit extrem geringen EMI-Emissionen werden in einem kleinen, nur 4 mm x 6 mm messenden LQFN-Gehäuse angeboten. Die patentierte Silent Switcher 2-Architektur sorgt für bemerkenswert geringe EMI-Emissionen, einen hohen Wirkungsgrad und einen geringen Platzbedarf. Die Eingangsspannungen können bis zu 65 V betragen. Die Mindest-Einschaltzeit von 40 ns macht diese Bausteine für große Spannungsreduzierungs-Verhältnisse geeignet, ohne dass auf eine zweistufige Umwandlung ausgewichen werden muss.



**Bild 5: Abgestrahlte Störaussendungen der auf dem LT8646S basierenden Schaltung aus Bild 3, gemessen gemäß CISPR 25 (14 V Eingangsspannung, 5 V Ausgangsspannung bei 4 A, f<sub>sw</sub> = 2 MHz)**



**Bild 6: Diese Anwendungsschaltung mit dem LT8645S (1,8 V, 8 A) verkräftet eingangsseitige Spannungsspitzen bis 65 V.**

Data Sheet Download  
[www.analog.com/LT8645S](http://www.analog.com/LT8645S)

Bei technischen Fragen, Telefon +49 89 769030