

# Design Note

## Synchrone Abwärtsregler für 42 V und 2 A bzw. 3A Spitzenstrom überzeugen durch 2,5 µA Ruhestromaufnahme und extrem geringen EMI-Emissionen

Dong Wang

### Einführung

Bei den Bausteinen **LT®8609**, LT8609A, LT8609B und **LT8609S** handelt es sich um monolithisch integrierte, synchrone Abwärtsregler mit einem weiten Eingangsspannungsbereich von 3 V bis 42 V. Die Produktfamilie ist für Anwendungen optimiert, die nach geringen elektromagnetischen Störemissionen, einem hohen Wirkungsgrad und kleinen Lösungsabmessungen verlangen, und eignet sich für anspruchsvolle Applikationen in den Bereichen Automotive, Industrie, Rechentechnik und Kommunikation. Alle Bausteine der Serie sind für einen Dauer-Laststrom von 2 A ausgelegt und verkraften kurzzeitige Stromspitzen bis 3 A (<1 Sekunde). Ihre Eigenschaften sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

LT8609, LT8609A und LT8609S weisen eine sehr geringe Ruhestromaufnahme von 2,5 µA auf, die insbesondere für batteriebetriebene Anwendungen von Bedeutung ist. Mit ihren integrierten spannungs- und masseseitigen N-Kanal-MOSFETs bringen es die Regler auf einen hervorragenden Wirkungsgrad bei geringer Last. Der LT8609B arbeitet ausschließlich im Pulse-Skipping-Modus. Seine Ruhestromaufnahme ist größer als bei den anderen Bausteinen, aber dafür zeichnet er sich durch eine niedrigere Welligkeit bei geringer Last aus.

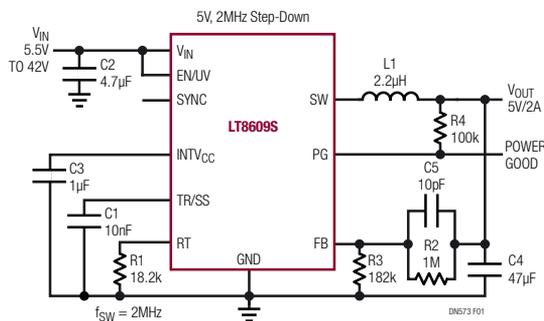
Was die abgestrahlten Störaussendungen betrifft, erfüllen alle Bausteine die Norm CISPR Klasse 5 als strengsten EMI-Standard für Automotive-Equipment. Darüber hinaus arbeiten LT8609, LT8609A und LT8609S nach dem Spread-Spectrum-Verfahren, um die EMI-Spitzen zu reduzieren. Der LT8609S bietet in der gesamten Produktfamilie die eindrucksvollste EMI-Performance, denn er basiert auf der nachfolgend beschriebenen, proprietären Silent Switcher®2-Technologie.

### 5 V/2 A Stromversorgung mit 5,5 V bis 42 V Eingangsspannung, geringem EMI-Aufkommen und hohem Wirkungsgrad

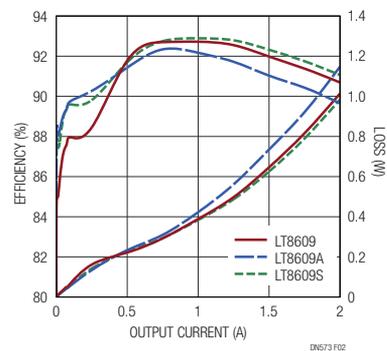
Bild 1 zeigt eine Stromversorgung mit einem Eingangsspannungsbereich von 5,5 V bis 42 V und einem für 5 V und 2 A ausgelegten Ausgang. In der Lösung kommt der Regler des Typs LT8609S mit 16 Anschlüssen und einer Schaltfrequenz von 2 MHz zum Einsatz. Zum Komplettieren der Applikation sind nur wenige zusätzliche Bauelemente erforderlich, wie etwa die Induktivität L1 und einige passive Bausteine. Wie Bild 2 zeigt, kommt die Lösung auf einen maximalen Wirkungsgrad von 92,9 %.

### Burst-Modus für mehr Effizienz bei geringer Last

Im Betrieb mit geringer Last sowie im Standby-Modus ohne angeschlossenen Verbraucher sind ein hoher Wirkungsgrad und eine niedrige Ruhestromaufnahme für batteriebetriebene Anwendungen von großer Bedeutung. Die Bausteine LT8609, LT8609A und LT8609S weisen im Burst Mode® eine Ruhestromaufnahme von nur 2,5 µA auf. Bei niedriger Last und ganz ohne angeschlossenen Verbraucher wird die Schaltfrequenz langsam reduziert, wodurch sich die Verluste verringern, während die Welligkeit der Ausgangsspannung gleichzeitig relativ gering gehalten wird. Wie Bild 2 zeigt, bleibt der Wirkungsgrad bei geringer Last größer als 85 %, während die Verluste bei minimalen Lastströmen gegen null gehen.



**Bild 1: Synchroner Abwärtswandler von 12 V auf 5 V auf Basis des LT8609S mit extrem geringen EMI-Störungen**



**Bild 2: Wirkungsgrad als Funktion des Laststroms für einen LT8609/09A/09S-basierten Abwärtswandler von 12 V Eingangsspannung auf 5 V Ausgangsspannung**

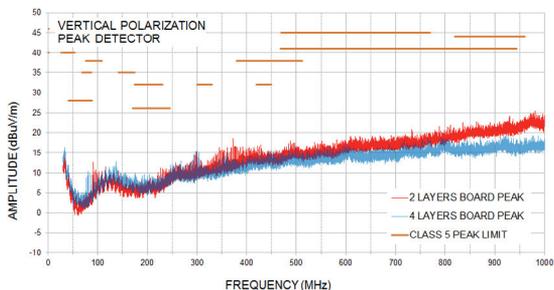
## Hohe Schaltfrequenz im Verbund mit äußerst niedrigen EMI-Emissionen und verbesserten thermischen Eigenschaften

Die Einhaltung der EMI-Vorschriften ist in vielen Einsatzumgebungen, darunter auch Automobil-Applikationen, ein wichtiges Thema. Dank integrierter MOSFETs, fortschrittlicher Prozesstechnologie und dem Betrieb mit Schaltfrequenzen bis zu 2,2 MHz kommen alle Bausteine dieser Familie auf kleine Lösungsabmessungen bei gleichzeitiger Einhaltung strengster EMI-Vorschriften. Alle Bausteine bis auf den **LT8609B** unterstützen den Spread-Spectrum-Betrieb zur Verringerung der EMI-Spitzen. In den LT8609S ist außerdem die Silent Switcher 2-Technologie eingebaut. Bausteine auf der Basis von Silent Switcher 2 sind mit integrierten Hot-Loop- und Warm-Loop-Kondensatoren ausgestattet, um die EMI-Eigenschaften unabhängig vom Leiterplatten-Layout und der Zahl der Leiterplattenlagen zu machen. Folglich kann eine Leiterplatte mit weniger Lagen verwendet werden, um die Produktionskosten zu senken, ohne Abstriche am EMI-Verhalten und den thermischen Eigenschaften machen zu müssen.

Wie aus Bild 2 zu entnehmen ist, zeichnet sich der LT8609S durch die beste Maximal- und Vollast-Effizienz der gesamten Familie aus. In den Bildern 3 und 4 werden das EMI-Verhalten gemäß CISPR 25 und die thermischen Eigenschaften der Lösung aus Bild 1 für zwei- und vierlagige Leiterplatten verglichen.

### Fazit

Bei den Bausteinen der LT8609-Familie handelt es sich um einfach anwendbare, monolithische Abwärtsregler mit integrierten Leistungs-MOSFETs und eingebauten Kompensationsschaltungen. Die Regler sind für Anwendungen mit weitem Eingangsspannungsbereich und der Forderung nach niedrigem EMI-Aufkommen optimiert. Die geringe Ruhestromaufnahme von 2,5 µA und der Burst-Modus machen diese Bauelemente zur idealen Wahl für Abwärtswandler-Lösungen in batteriebetriebenen Systemen. Dank der zwischen 200 kHz und 2,2 MHz einstellbaren Schaltfrequenz eignen sich die Bauelemente für die meisten An-



**Bild 3: Vergleich der EMI-Eigenschaften gemäß CISPR 25 für eine zwei- und vierlagige Implementierung der Schaltung aus Bild 1**



**Bild 4: Vergleich der thermischen Eigenschaften einer zwei- und einer vierlagigen Implementierung der Schaltung aus Bild 1**

wendungen vom Low-Power- bis zum Micropower-Bereich. Die Lösungsabmessungen werden durch die integrierten MOSFETs und die Eignung für Schaltfrequenzen bis 2,2 MHz reduziert. Die Ergebnisse von CISPR-25-Scans lassen außerdem hervorragende Eigenschaften hinsichtlich der abgestrahlten EMI-Störungen erkennen, die selbst strengsten EMI-Standards gerecht werden. Die Silent Switcher 2-Technologie des LT8609S sorgt dafür, dass die Leistungsfähigkeit unabhängig von Änderungen des Layouts und der Lagenzahl ist, was die Entwicklungs- und Herstellungskosten entscheidend senkt.

Part	Package	Performance	Operation Mode
LT8609	MSE-10	High efficiency	Burst Mode operation Pulse-skipping mode Spread spectrum mode Sync mode
LT8609A	MSE-10	Optimized for both efficiency and EMI performance	Burst Mode operation Pulse-skipping mode Spread spectrum mode Sync mode
LT8609B	MSE-10	High efficiency	Pulse-skipping mode
LT8609S	LQFN-16	Silent Switcher 2 technology incorporated with best efficiency and EMI performance	Burst Mode operation Pulse-skipping mode Spread spectrum mode Sync mode

**Data Sheet Download**  
[www.linear.com/LT8609](http://www.linear.com/LT8609)

Bei technischen Fragen, Telefon +49 89 76 90 30