

Mehr Leistung für Niederspannungsanwendungen mit monolithischem 2-Phasen-Aufwärtswandler

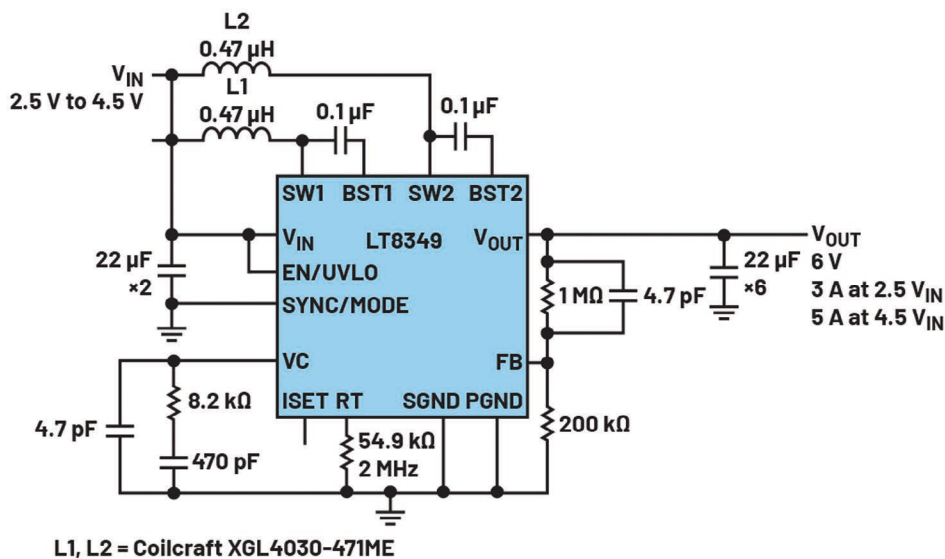


Bild 1: Aufwärtswandler mit 2,5 V bis 4,5 V Eingangsspannung und 6 V Ausgangsspannung

In diesem Artikel wird ein monolithischer 2-Phasen-Aufwärtswandler mit einem Ausgang vorgestellt, der für Niederspannungs- und Hochleistungsanwendungen entwickelt wurde. Es werden mehrere der in dieser integrierten Schaltung verfügbaren Funktionen hervorgehoben, die zur Verbesserung der Leistung und Vielseitigkeit dienen.

Einführung

Monolithische Aufwärtswandler können niedrige Eingangsspannungen in eine höhere Ausgangsspannung umwandeln, und das alles bei einer kompakten Größe. Bei höheren Anforderungen an die Ausgangsleistung steigen jedoch auch der Strompegel und die Wärmeabgabe.

Einschränkungen durch den internen Schalter erschweren die Erfüllung dieser Anforderungen. Daher eignet sich ein 2-Phasen-Aufwärtswandler besser für diese Art von Anwendungen.

Durch die Aufteilung der Schaltvorgänge des Wandlers auf zwei Phasen wird der Ripplestrom des Schalters effektiv halbiert. Dies ermöglicht kleinere Kondensatoren und Spulen sowie ein besseres Wärmeverhalten.

Synchrone Gleichrichtung erhöht Wirkungsgrad

Der LT8349 ist ein monolithischer, synchroner Aufwärtswandler mit zwei gegenphasig schaltenden internen N-Kanal-MOSFET-Stufen, deren integrierte Leistungsschalter für 8 V und 6 A ausgelegt sind. Diese arbeiten mit einer festen Schaltfrequenz, die zwischen 300 kHz und 4 MHz programmiert oder mit einem externen Taktgeber synchronisiert werden kann. Die Synchrongleichrichtung erhöht den Wirkungsgrad, verringert den Leistungsverlust und die Wärmeabgabe über einen breiten Lastbereich, während Stufenabwurf (Stage Shedding) und der optionale Burst-Betrieb den Wirkungsgrad bei geringerer Last verbessern.

Wenn die Anwendung geringe elektromagnetische Interferenzen (EMI) erfordert, steht

mit der Frequenzspreizung (SSFM) eine optionale Funktion zur Minimierung des Rauschens zur Verfügung. Der IC hat einen Eingangsreich von 2,5 V bis 5,5 V und eignet sich somit für batteriebetriebene Anwendungen. Die Ausgangsspannung ist bis zu 8 V programmierbar. Dieser 2-Phasen-Wandler ist in einem kleinen WLCSP-Gehäuse mit den Abmessungen 1,9 mm × 2,6 mm untergebracht, was dazu beiträgt, den Platzbedarf von Designs zu minimieren.

Mehrphasenbetrieb

Der LT8349 verwendet eine feste Schaltfrequenz und eine Current-Mode-Regelung, die eine hervorragende Regelung bei Eingangsspannungsänderungen sowie Lasttransienten ermöglicht. Die zweiphasige Architektur erfordert zwei Spulen, wobei der IC den Strom gleichmäßig auf die beiden Phasen aufteilt und die Schaltvorgänge der einzelnen Phasen um 180° gegeneinander versetzt. Dies führt zu wesentlich niedrigeren Spulenspitzenströmen und einer geringeren Ausgangsspannungswelligkeit. Der Spulenspitzenstrom ist durch Gleichung 1 gegeben.

$$I_{LPEAK} \cong \frac{1}{2} \times \frac{I_{OUT}}{1-D} + \frac{\Delta I_L}{2}$$

Dabei ist I_{OUT} der durchschnittliche Laststrom, D das PWM-Tastverhältnis und ΔI_L der Ripplestrom der Spule.

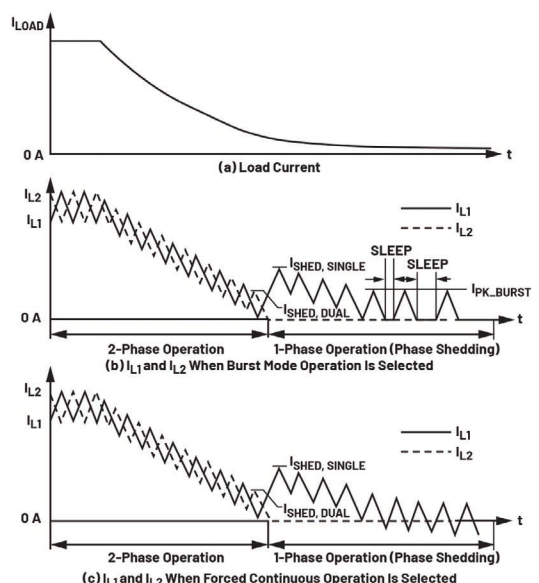


Bild 2: Vereinfachte Darstellung der Funktionsweise des LT8349 bei Abnahme des Laststroms von einem hohen zu einem sehr niedrigen Strom



Autor:
Michael Wu
Staff Applications Engineer
Analog Devices
www.analog.com

Hochleistungs-Netzteil mit 6 V, 5 A

Bild 1 zeigt eine 6-V-Aufwärtswandlungsanwendung von einer 2,5-V- bis 4,5-V-Eingangsspannungsquelle. Die Schaltung kann einen maximalen Laststrom von 5 A liefern, wenn die Eingangsspannung 4,5 V beträgt und die Schaltfrequenz über einen 54,9 k Ω -Widerstand am RT-Pin auf 2 MHz programmiert ist.

Stage Shedding

Bei hohen Lasten arbeitet der LT8349 als 2-Phasen-Aufwärtswandler. Bei abnehmendem Laststrom sinkt auch der Spulenspitzenstrom der einzelnen Phasen. Wenn der Spitzenstrom auf die Abwurfschwelle $I_{SHED, DUAL}$ von ca. 1,7 A sinkt, wird der Stufenabwurf (Stage Shedding) aktiviert, bei dem das Bauelement als einphasiger anstelle eines zweiphasigen Aufwärtswandlers arbeitet. In dieser Betriebsart wird die zweite Phase abgeschaltet und der Grenzwert des Spulenspitzenstroms von Phase 1 auf $I_{SHED, SINGLE}$ erhöht, der durch Gleichung 2 gegeben ist.

$$I_{SHED, SINGLE} \approx (I_{SHED, DUAL} + 0.35 \text{ A}) \times 1.5$$

Wenn die Last weiter reduziert wird, kann der IC über den SYNC/ MODE-Pin so programmiert werden, dass er in einem Burst-Modus mit niedrigem Strom I_O und geringer Ausgangsspannungswelligkeit oder in einem erzwungenen Dauerbetrieb mit fester Frequenz (FCM) arbeitet. Die Stage Shedding-Funktion wird in Bild 2 näher dargestellt, die das Verhalten der Spulenströme jeder Phase sowohl im Burst-Modus als auch im FCM-Modus zeigt.

Wenn der SYNC/MODE-Pin mit der Signalmasse (SGND) verbunden ist, arbeitet der IC im Burst-Modus, in dem die Ausgangsregelspannung durch Reduzierung der Schaltfrequenz aufrechterhalten wird. Der IC gibt einzelne Stromimpulse mit einem über den ISET-Pin programmierten Spitzenstrom I_{BURST} ab. Auf den Strompuls folgt unmittelbar eine Ruhephase, sodass bei fehlender Last am Ausgang nur 15 μ A Ruhestrom fließen.

Bei nicht verbundenem SYNC/MODE-Pin arbeitet der IC bei geringer Last im FCM-Modus. In dieser Betriebsart kann der Spulenstrom negativ werden, so dass der IC über alle Lastbereiche hinweg mit der programmierten Frequenz schalten kann. Dies ermöglicht konsistente und vorhersehbare Schaltüberschwingungen und EMI-Emissionen, allerdings auf Kosten des Wirkungsgrads bei geringer Last. Bild 3 zeigt einen Vergleich des Wirkungsgrads zwischen Burst-Modus und FCM-Modus.

Frequenzspreizung

Für Anwendungen, bei denen geringe EMI-Emissionen eine wichtige Anforderung darstellen, bietet der LT8349 zusätzliche Ressourcen zur weiteren Rauschreduzierung. Frequenzspreizung (SSFM = Spread-Spectrum-Frequenz-

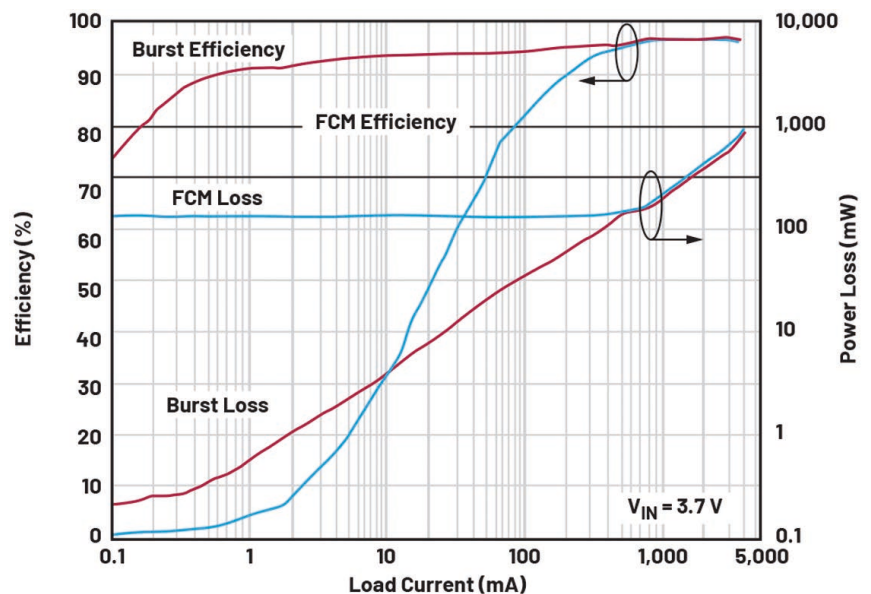


Bild 3: Wirkungsgrad und Verlustleistung in Abhängigkeit vom Ausgangsstrom.

modulation) kann durch Konfiguration des SYNC/ MODE-Pins ausgewählt werden und ist mit dem Burst-Modus und FCM-Betrieb kompatibel. Bei Auswahl von SSFM variiert die interne Oszillatorfrequenz zwischen dem durch den externen RT-Widerstand programmierten Wert und einem etwa 25 % darüber liegenden Wert. Die Bilder 4 und 5 zeigen die Ergebnisse der leitungsgebundenen und abgestrahlten EMI-Emissionen nach CISPR 32 Klasse B.

Schlussfolgerung

Diese integrierte Schaltung bietet mehrere Vorteile gegenüber einem herkömmlichen einphasigen Aufwärtswandler. Eine höhere Ausgangsleistung kann durch die 2-Phasen-Architektur und synchrone Gleichrichtung erreicht werden. Diese beiden Merkmale tragen zur Steigerung des Wirkungsgrads, zur Reduzierung von Leistungsverlusten und zur Verbesserung des Wärmeverhaltens bei, während die Gesamtbaugröße trotz der Verwendung von zwei Induktivitäten gering

bleibt. Stage Shedding und Burst-Mode-Betrieb erhöhen den Wirkungsgrad bei geringer Last weiter, wobei die optionale Frequenzspreizung zur Reduzierung der EMI-Emissionen beiträgt. Weitere Funktionen des LT8349 sind ein Ausgangs-Softstart und eine Ausgangs-Überspannungsabschaltung, die nachgeschaltete Komponenten vor zu hohen Spannungen schützt. Mit seinen zahlreichen Funktionen ist dieser IC eine hervorragende Option für Anwendungen wie portablen- und Industriestromversorgungen.

Wer schreibt:

Michael Wu ist Products Applications Engineer bei Analog Devices, Inc. Er arbeitet in der High Performance Power (HPP)-Gruppe und befasst sich schwerpunktmäßig mit monolithischen Abwärts-, Aufwärts- und Abwärts-/Aufwärtswandler-Topologien. Er hat einen Bachelor- und einen Masterabschluss in Elektrotechnik von der California Polytechnic State University San Luis Obispo. ◀

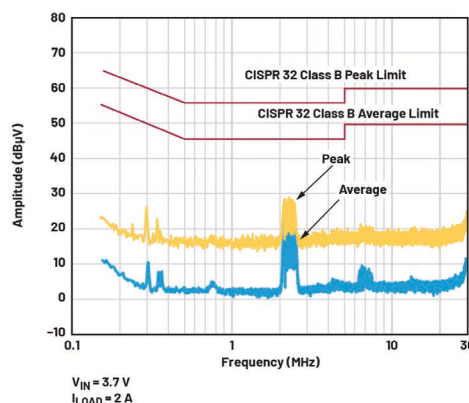


Bild 4: Leitungsgebundene EMI-Emissionen nach CISPR 32

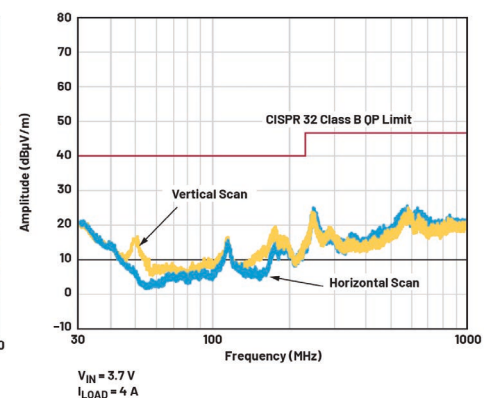


Bild 5: Abgestrahlte EMI-Emissionen nach CISPR 32