Hochgradig konfigurierbarer kaskadierter Abwärtswandler mit Mehrfachausgängen

Der LTC3372 ist ein hochintegrierter DC/DC-Wandler, der sich für Anwendungen in der Automobilbranche, der Telekommunikation, der Industrie und vielen weiteren Bereichen eignet.

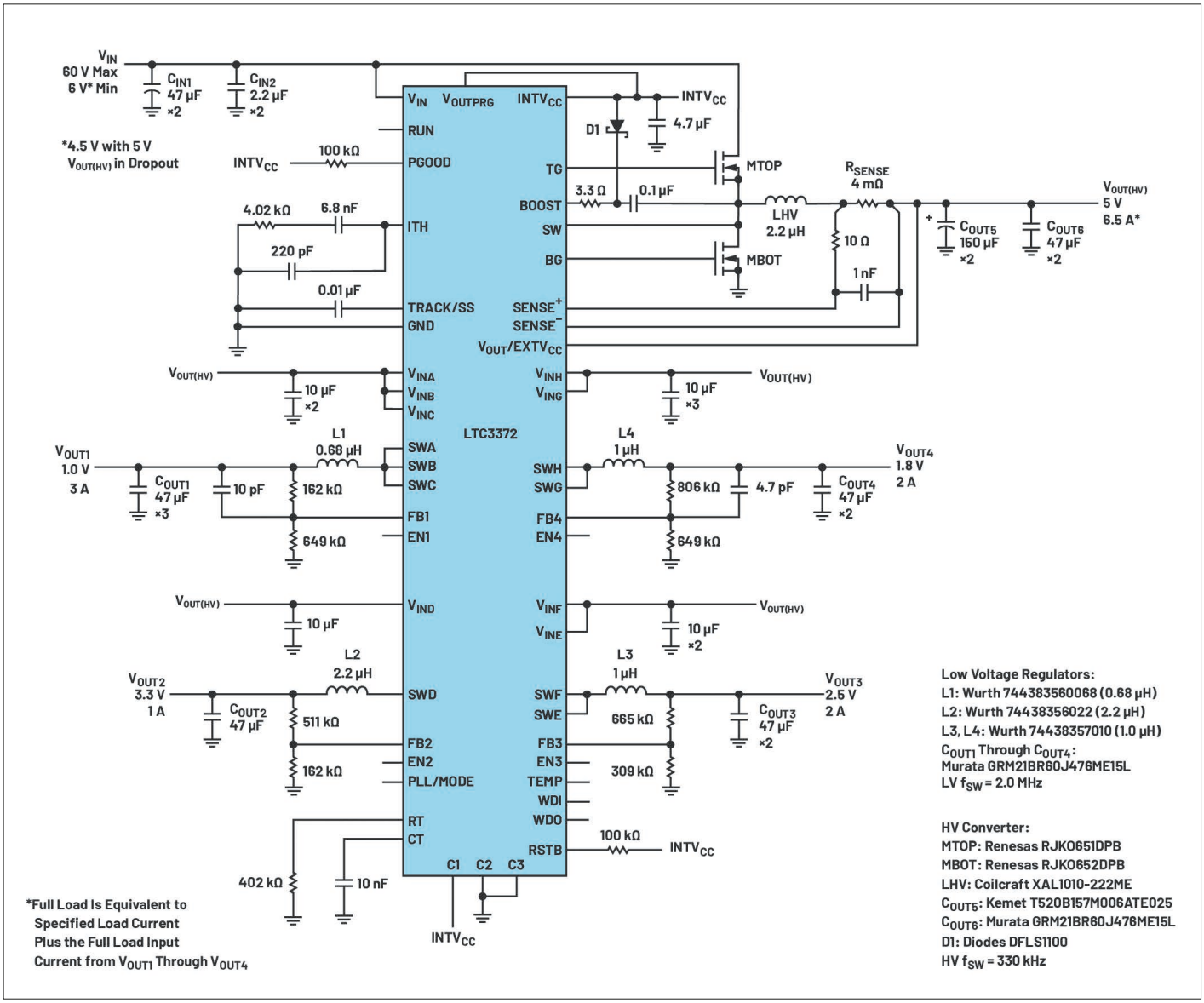

Bild 1: Ein LTC3372-Wandler, aufgebaut mit den LV-Reglern in einer ABC-D-EF-GH-Konfiguration

In diesen Bereichen werden oft mehrfache Niederspannungspegel benötigen, die von Eingangsspannungen von bis zu 60 V generiert werden müssen.

Anatomie und Funktion

Der LTC3372 enthält in seinem thermisch verbesserten Gehäuse mit 7 x 7 mm Kantenlänge und 48 Anschlüssen sowohl Hochspannungs- (HV) als auch Niederspannungs-Konvertersysteme (LV). Der HV-Abwärtscontroller kann eine Eingangsspannung von bis zu 60 V auf eine pinprogrammierbare Spannung von 5 oder 3,3 V herunterwandeln. Diese wird dann genutzt, um den konfigurierbaren monolithischen LV-Abwärtskonverter mit Mehrfachausgängen und Mehrfachphasen zu speisen. Dieser Niederspannungsteil des LTC3372 besteht aus acht parallel schaltbaren 1-A-Leistungsstufen. Diese lassen sich auf unterschiedliche Weise verschalten, um zwei, drei oder fünf Kanäle zu realisieren, wobei jeder Kanal aus einer bis vier Leistungsstufen, abhängig von den Lastanforderungen jedes

Autor:
Mike Shriver
Senior Applications Engineer
Analog Devices Inc.
www.analog.com

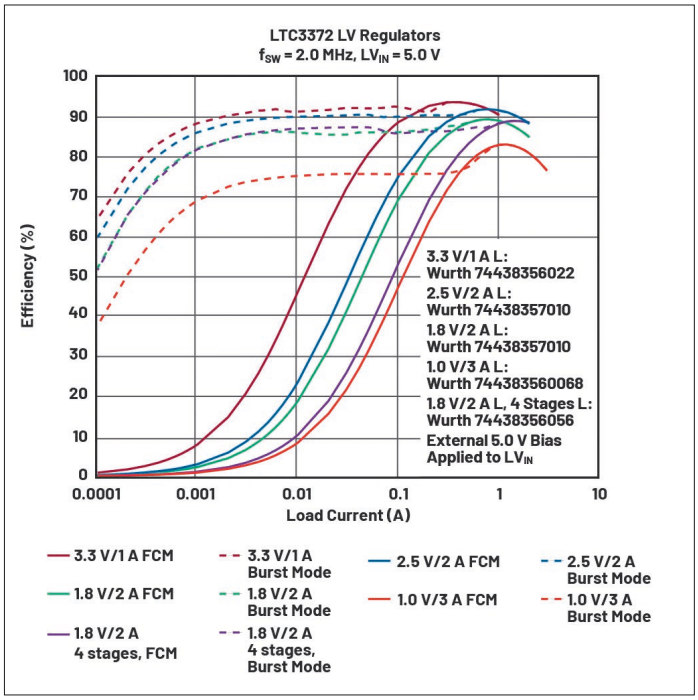

Bild 2: Wirkungsgrad der in Bild 1 gezeigten LV-Regler

dieser Kanäle, besteht. Wie im Aufmacherbild dargestellt sind durch Einstellen der Bits an C3, C2 und C1 acht unterschiedliche Konfigurationen möglich. Diese große Flexibilität erlaubt es dem Entwickler, ein einziges IC für eine Vielzahl unterschiedlicher Designs zu verwenden. Dies führt zu einer minimalen Anzahl externer Komponenten und einem insgesamt geringen Flächenbedarf. Zusätzlich kann jeder Kanal von 0,8 V auf LVIN eingestellt werden. Der Schaltfrequenzbereich liegt dabei zwischen 1 und 3 MHz.

Der HV-Controller treibt externe N-Kanal-MOSFETs und arbeitet mit Eingangsspannungen von 4,5 bis 60 V. Abhängig von der Komponentenauswahl und dem Layout, kann der HV-Controller Lastströme von über 20 A liefern. Dies ist ausreichend, um den Anforderungen der LV-Regler zusätzlich zur Systemlast, die auf dem HV-Ausgang liegt, zu entsprechen. Ist nur der HV-Controller eingeschaltet und liefert 5 V, dann beträgt der Burst-Mode-IQ 15 µA, was zu einem hohen Wirkungsgrad bei kleiner Last führt. Ein interner Taktteiler stellt die Schaltfrequenz des HV-Controllers auf 1/6 der LV-Frequenz ein.

Kompakter 45-W-Wandler

Beschrieben wird nun eine Anwendung mit fünf Ausgängen und einem Eingangsspannungsbereich von 6 bis 60 V. Bild 1 bringt den Schaltplan für diese Lösung. Der LV-Regelbereich erlaubt Ausgangsspannungen von 1 V mit 3 A, 3,3 V mit 1 A 1,8 V mit 2 A und 2,5 V mit 2 A, die bei einer Schaltfrequenz von 2 MHz aus dem 5-V-Ausgang des HV-Konverters generiert werden, bezeichnet als VOUT(HV). Der 5-V-Spannungspegel liefert bei einer Schaltfrequenz von 330 kHz 6,5 A für das System und 3,5 A für den Eingang des LV-Reglers.

Der HV-Konverter kann aus einer Vielzahl von Quellen gespeist werden, wie einer 12-V-Autobatterie, einer 48-V-Telekom- oder -Autobatterie sowie einer Offline-Stromversorgung. Der hohe Integrationsgrad und die 2 MHz Schaltfrequenz des LV-Reglers ermöglichen es, dass diese Lösung auf eine Fläche von nur 2,2 in² (ca. 14,2 cm²) passt.

Wie in den Bildern gezeigt, sind die LV-Regler für die ABC-DEF-GH-Konfiguration durch Setzen der Pins C3 und C2 auf Low und Pin C1 auf High und verbinden der entsprechenden SW-Knoten miteinander eingestellt. Durch Parallelschalten von genügend 1-A-Stufen zum Befriedigen der maximalen Lastanforderung – und nicht mehr – liegt der maximale Wirkungsgrad bei rund 50% Last, bei der die typische Dauerlast auftritt.

Das Hinzufügen weiterer Stufen führt zu einem höheren Wirkungsgrad bei Volllast, aber geringerem Wirkungsgrad bei mittleren Lasten. Wenn zum Beispiel der 1,8-V/2-A-LV-Pegel mit vier parallelen anstatt nur zwei Leistungsstufen aufgebaut ist, wäre der Wirkungsgrad bei mittlerer Last von 50% oder weniger in FCM geringer – siehe Bild 2. Wird der Betrieb im Burst Modus gewählt, bleibt der Wirkungsgrad über einen weiten Lastbereich hoch. Der Wirkungsgrad des 1,8-V/2-A-Pegels liegt für Lastströme von 1 mA und höher über 82%.

Die starken Gate-Treiber der HV-Controller des LTC3372 liefern die 5-V-HV-Pegel mit einem Wirkungsgrad bei Volllast von 94,6% bei 12 V am Eingang und 90,9% bei 48 V am Eingang – siehe Bild 3. Im Betrieb im Burst Modus liegt der Wirkungsgrad für einen Laststrom von 1 mA und 12 V am Eingang bei 90,1%.

Hoher Integrationsgrad bei kleinem Gehäuse

Der LTC3372 wird mit einem thermisch verbesserten Gehäuse geliefert. Zusätzliche Funktionen sind ein PLL/MODE-Pin, um entweder den Controller mit einem externen Takt zu synchronisieren oder Betriebsmodi für kleine Lasten zu programmieren, wie den erzwungen kontinuierlichen Modus, den Burst Modus, oder den diskontinuierlichen Modus (nur HV). Außerdem hat der Baustein einen Watchdog-Ein- und -Ausgang, einen TEMP-Pin zur Überwachung der Temperatur, einen GOOD-Pin für den HV-Konverter, einen RSTB-Pin für die LV-Regler und noch einiges mehr.

Der Autor

Mike Shriver ist Senior Applications Engineer bei Analog Devices. Er hat über 17 Jahre Erfahrung mit Leistungsapplikationen bei Linear Technologies gesammelt (nun ein Geschäftsbereich von Analog Devices). Vor Linear Technologies war er bei Artesyn Technologies und Best Power Technology beschäftigt. Man erreicht ihn unter michael.shriver@analog.com. ◄

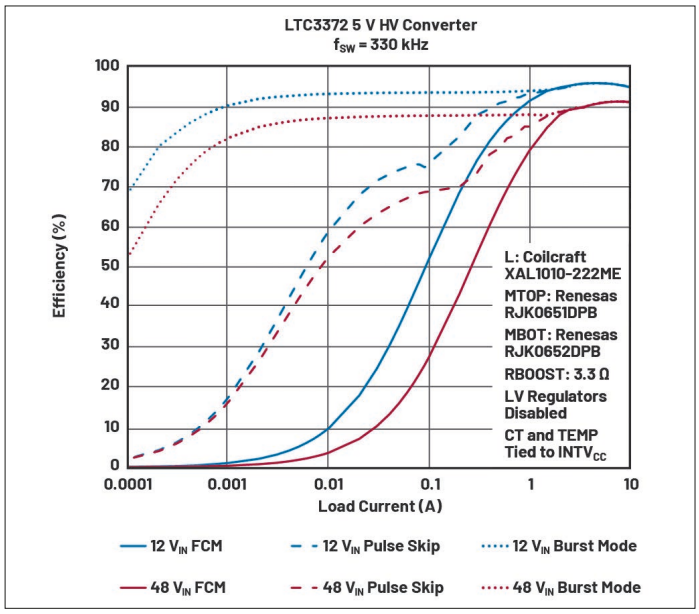

Bild 3: Wirkungsgrad der in Bild 1 dargestellten HV-Konverter