

## 1 本のインダクタで正の入力電圧を負の出力電圧に変換する 反転型 DC/DC コントローラ – デザインノート 523

David Burgoon

正の電圧源から負電圧を生成するには、トランスまたは 2 本のインダクタ、あるいは複数のスイッチを使用する方法などいくつかあります。しかし、いずれの方法も、LTC<sup>®</sup>3863 を使用する方法ほど簡単ではありません。LTC3863 を使用する場合、構成がシンプルになり、軽負荷時の効率に優れ、他のソリューションより部品点数が少なく済みます。

### 先進のコントローラ機能

LTC3863 は、3.5V ~ 60V の正の入力電圧範囲から -0.4V ~ -150V の負の出力電圧を生成できます。このデバイスは、能動 P チャネル MOSFET スイッチが 1 つとダイオードが 1 つのシングル・インダクタ・トポロジを採用しています。集積度が高いため、シンプルで部品点数の少ないソリューションが実現されます。

LTC3863 は軽負荷での効率が優れており、ユーザがプログラム可能な Burst Mode<sup>®</sup> 動作で流れる静止電流はわずか 70μA です。ピーク電流モード、固定周波数 PWM アーキテクチャにより、インダクタ電流の積極的な制御、容易なループ補償、優れたループ特性が実現されます。スイッチング周波数は外付け抵抗を使用して 50kHz ~ 850kHz の範囲で設定可能で、75kHz ~ 750kHz の範囲の外部クロックに同期させることもできます。LTC3863 は、プログラム可能なソフトスタート機能または出力トラッキング機能を備え

ています。安全上の機能としては、過電圧保護、過電流保護、および短絡保護（周波数フォールドバックを含む）があります。

### 4.5V ~ 16V の電源で動作する -5.2V/1.7A コンバータ

図 1 に示す回路では、4.5V ~ 16V の入力から、-5.2V、1.7A の出力を発生します。LTC3863 の動作は、トランスが不要である点を除いてフライバック・コンバータと同様で、スイッチがオンになるとインダクタにエネルギーを蓄積し、スイッチがオフになるとダイオードを介してエネルギーを出力に解放します。出力短絡時に最小オン時間に起因して過剰な電流が流れるのを防ぐため、出力が公称値の半分より低くなるとコントローラはスイッチング周波数をフォールドバックします。

LTC3863 は、軽負荷時に高効率 Burst Mode 動作またはパルス・スキップ・モードのいずれかになるようにプログラムすることができます。Burst Mode 動作では、コントローラは少数の高電流パルスが発生させた後、負荷に応じて一定の時間低電流の静止状態に入ります。パルス・スキップ・モードでは、LTC3863 は軽負荷時にパルスをスキップします。このモードでは、

LT、LTC、LTM、Linear Technology、Linear のロゴおよび Burst Mode はリニアテクノロジー社の登録商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

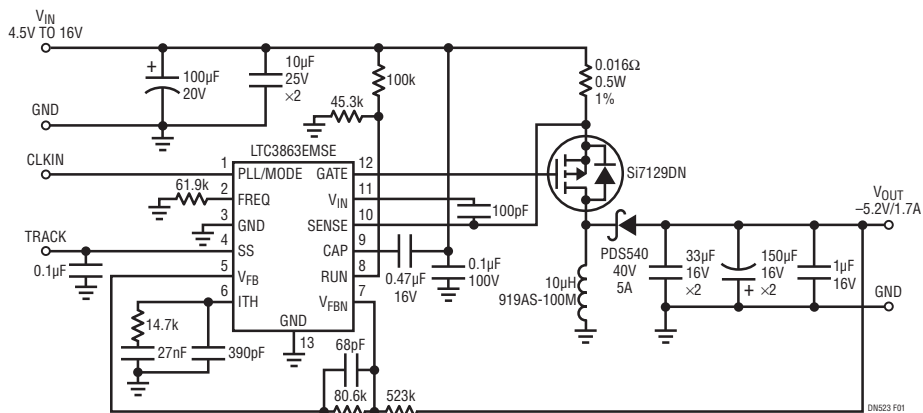


図 1. 4.5V ~ 16V の電源から -5.2V/1.7A の出力を生成する反転型コンバータ

変調コンパレータが数サイクルの間トリップしたままになり、外付け MOSFET を強制的にオフに維持することによってパルススキップすることがあります。このモードでは、Burst Mode 動作と比較した場合に、出力リップルおよび可聴ノイズが小さく、RF 干渉が低減されるという利点が得られますが、代償として効率が低下します。この回路は、基板の両面に部品を取り付けた状態で約  $0.5\text{in}^2$  ( $3.2\text{cm}^2$ ) の面積に収まります。

図 2 は、5V 入力、-5.2V/1.7A 出力のときのスイッチ・ノード電圧、インダクタ電流、リップル波形を示しています。P チャネル MOSFET がオンになるとインダクタが充電され（電流が増加）、P チャネル MOSFET がオフになるとインダクタ電流はダイオードを介して出力に放電されます。パルス・スキップ・モードで、出力を 70mA にした場合の同じ波形を図 3 に示します。インダクタ電流が 0 に達すると、スイッチ・ノード電圧が 0V を中心にリングングすることが分かります。電流が 0 になると、有効期間が終了します。Burst Mode 動作をイネーブルした状態における同じ負荷条件を図 4

に示します。この動作点では電力損失が 31% 低下し、効率は 74% から 80.5% に向上します。12V 入力の場合、電力損失の低下が 45% という、より劇的な効果が得られます。

### 高効率

パルス・スキップ・モードと Burst Mode 動作の両方の効率曲線を図 5 に示します。1.7A 負荷、12V 入力において、85.2% という並外れた効率が達成されています。Burst Mode 動作の場合、負荷が 0.2A 未満のときの効率が劇的に向上していることに注目してください。パルス・スキップ・モードの場合でも、軽負荷時の効率は連続導通モードの場合を大きく上回ります。

### まとめ

LTC3863 は、正の電源から負の出力電圧を生成するコンバータの設計を簡素化します。シンプルで、高効率で、安価な外付け部品を少数使用するだけで構成できます。

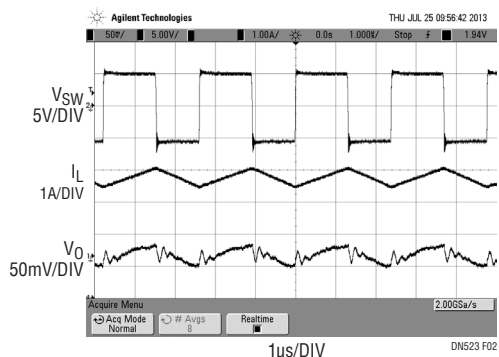


図 2. 5V 入力、-5.2V/1.7A 出力時のスイッチ・ノード電圧、インダクタ電流、リップル波形

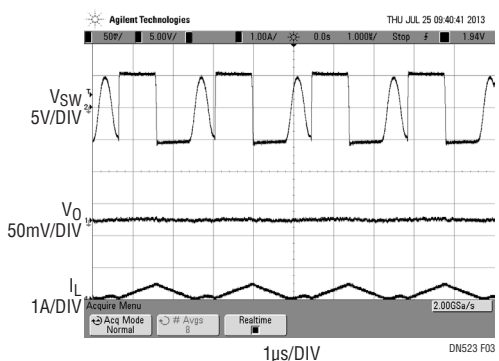


図 3. 5V 入力、-5.2V/70mA 出力時のスイッチ・ノード電圧、インダクタ電流、リップル波形（パルス・スキップ・モード）

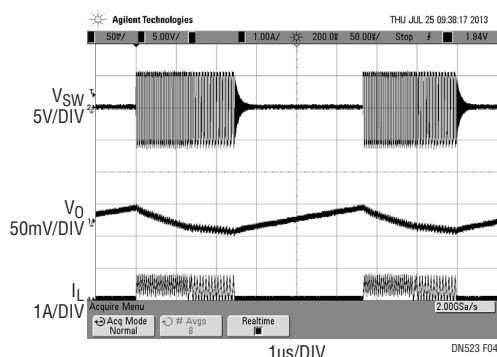


図 4. 5V 入力、-5.2V/70mA 出力時のスイッチ・ノード電圧、インダクタ電流、リップル波形（Burst Mode 動作）

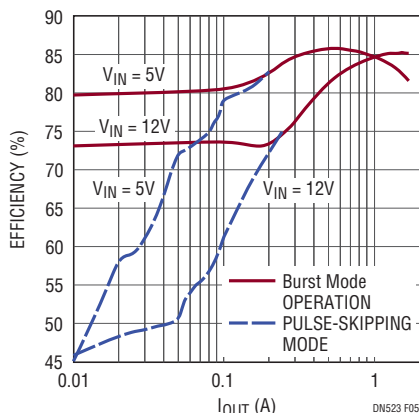


図 5. 図 1 の回路の通常動作時と Burst Mode 動作時の効率

データシートのダウンロード

[www.linear-tech.co.jp/LTC3863](http://www.linear-tech.co.jp/LTC3863)

## リニアテクノロジー株式会社

102-0094 東京都千代田区紀尾井町 3-6 紀尾井町パークビル 8F  
TEL(03)5226-7291 FAX(03)5226-0268  
<http://www.linear-tech.co.jp>

dn523f LT/AP 0214 • PRINTED IN JAPAN

**LINEAR**  
TECHNOLOGY  
© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2014