

高電圧の反転型チャージポンプによる、低ノイズ正負電源の生成

- デザインノート 507

Marty Merchant

はじめに

両極性電源は、一般的にオペアンプ、ドライバ、センサなどの電子回路の動作に必要ですが、POL (Point-of-Load) で利用できる両極性電源はほとんどありません。LTC[®]3260 は、4.5V ~ 32V の幅広い入力範囲を持つ単一の電源から正電源と負電源を生成可能な 2 つの低ノイズ LDO レギュレータを備えた、反転型チャージポンプ (インダクタ不要) DC/DC コンバータです。高効率の Burst Mode[®] 動作と低ノイズの固定周波数モードを切り替えられるため、携帯型アプリケーションとノイズに敏感なアプリケーションの両方に最適です。LTC3260 は、高さの低い 3mm×4mm の DFN または熱特性の向上した 16 ピン MSOP パッケージで提供され、最小限の外付け部品でコンパクトなソリューションを実現します。図 1 に、LTC3260 を使って 12V から ±5V を生成する標準的なアプリケーションを示します。

反転型チャージポンプ

LTC3260 は、チャージポンプ出力 (V_{OUT}) の反転した入力電圧から最大 100mA の電流を供給できます。V_{OUT} は、負の LDO レギュレータ (LDO⁻) に対する入力電源としても使用されます。チャージポンプの周波数は、1 つの外付け抵抗を使用して 50kHz ~ 500kHz の間で調整できます。MODE ピンを使用すると、高効率な Burst Mode 動作または低ノイズ要件を満たす固定周波数モードを選択できます。

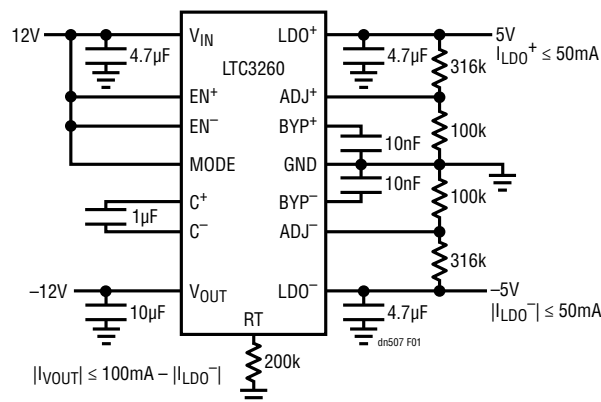


図 1. 12V から ±5V を生成する標準的電源

固定周波数モード

RT ピンに接続された 1 つの抵抗により、チャージポンプの固定動作周波数を設定します。RT ピンが接地されている場合、チャージポンプは 500kHz で動作します。このとき、開ループ出力抵抗 (R_{OL}) と出力リップルが最適化され、わずかに数 mV のピーク・トゥ・ピークの出力リップルで最大の出力電力を供給できます。

軽負荷時の効率は、図 2 に示すように動作周波数を低くすると向上しますが、出力リップルが大きくなってしまいます。低い動作周波数では実効開ループ抵抗 (R_{OL}) が大きくなりますが、低いスイッチング・レートでは入力電流が減少するため、軽負荷時の効率が向上します。また、比較的高負荷の場合、R_{OL} が大きくなるため V_{OUT} と LDO⁻ 間の実効差が小さくなり、負の LDO での電力損失が減少します。以上を合わせた結果として、高入力電圧や軽負荷時に全体的に高い効率が実現されます。

LT[®], 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。

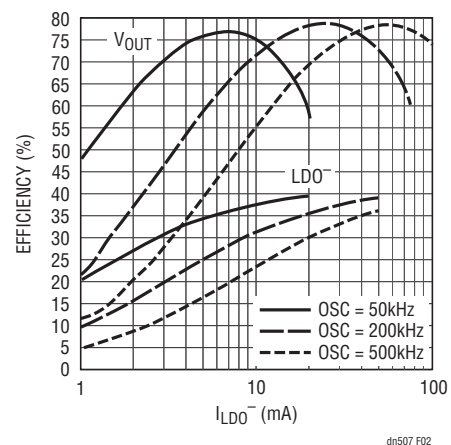


図 2. 図 1 の回路の周波数に対する LTC3260 の V_{OUT}/V_{IN} および LDO⁻/V_{IN} の効率

次の式と図 3 から、周波数を低くすると出力リップルが増加することが分かります。

$$V_{\text{RIPPLE(PK-PK)}} \approx \frac{I_{\text{OUT}} \cdot t_{\text{OFF}}}{C_{\text{OUT}}}$$

$$\text{where } t_{\text{OFF}} = \left(\frac{1}{f_{\text{OSC}}} - 1 \mu\text{s} \right)$$

一般的に、固定周波数モードは、軽負荷時にも低い出力リップルが要求されるアプリケーションに適していますが、次に説明する Burst Mode 動作を使用することで軽負荷時の効率をさらに向上できます。

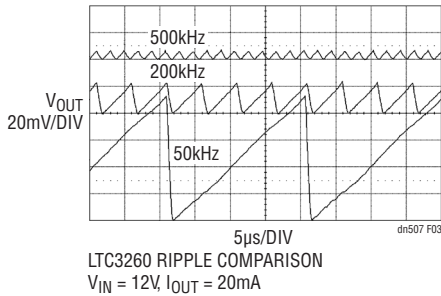


図 3. 固定周波数モードの VOUT のリップルの比較 (負荷電流 20mA で 500kHz、200kHz、50kHz)

Burst Mode 動作

図 4 は、Burst Mode で動作しているチャージポンプの軽負荷時の効率を示しています。Burst Mode 動作では、固定周波数モードより出力リップルが増加しますが、図 5 から、リップルの増加分が VIN に占める割合はわずかであることが分かります。

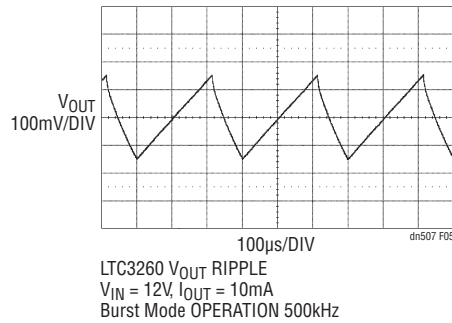
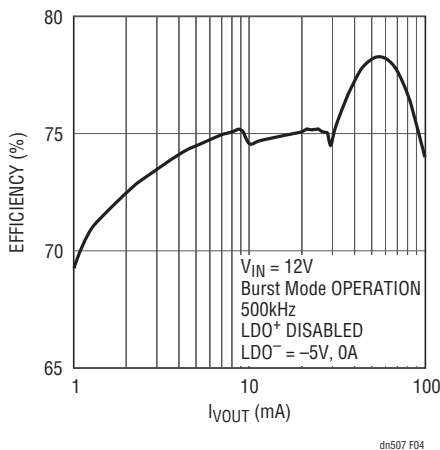


図 5. Burst Mode 動作時の VOUT のリップル

Burst Mode 動作を実行すると、VOUT が -VIN に近い電圧まで充電されます。LTC3260 は、その後スリープ・モードに入ります。このときの静止電流は、両方の LDO レギュレータがイネーブルした状態で約 100µA です。バースト・ヒステリシスに達するとチャージポンプが起動し、以上のサイクルを繰り返します。平均の VOUT は、約 -0.94VIN です。負荷が大きくなるにつれて、チャージポンプがより頻繁に起動して出力をレギュレーション状態に保ちます。負荷が十分に大きくなると、チャージポンプは自動的に固定周波数モードに切り替わってレギュレーションを維持します。

2 つの LDO

LTC3260 の 2 つの LDO、すなわち VIN から給電される正の LDO レギュレータと VOUT から給電される負の LDO レギュレータは、50mA の負荷をサポートできます。各 LDO は、出力電流が 50mA の場合ドロップアウト電圧が 300mV で、出力電圧をシンプルな抵抗分割器を使用して設定できる調整ピンを備えています。各 LDO レギュレータは、個別にイネーブルできます。EN- ピンは、反転型チャージポンプと LDO- の両方をイネーブルします。両方のレギュレータがディスエーブルされると、デバイスはシャットダウンされます。そのときの静止電流はわずか 2µA です。各バイパス・ピンにコンデンサを追加することで、LDO のリファレンスをフィルタリングし、LDO レギュレータの出力ノイズをさらに低減できます。

まとめ

LTC3260 は、正の単一電源から低ノイズの正負電源を生成します。LTC3260 では、バッテリー駆動デバイスの軽負荷時効率に優れた Burst Mode 動作と、ノイズに敏感なアプリケーションに適した低ノイズの固定周波数モードを選択できます。LTC3260 の反転型チャージポンプと 2 つの LDO レギュレータの組み合わせは、4.5V ~ 32V 入力アプリケーションに対して素晴らしいソリューションです。

データシートのダウンロード: <http://www.linear-tech.co.jp>

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>

dn507f LT/AP 1012 • PRINTED IN JAPAN



© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2012