

狭いスペースに収まる効率的な両極出力コンバータ

- デザインノート318

Keith Szolusha

はじめに

このデザインノートでは、1個の降圧レギュレータを使った、小型で効率の良い $\pm 5V$ 出力の両極コンバータを取り上げます。示されているトポロジは、回路の高さが最大3mmで、効率が高く、5V出力の出力電圧リップルが低いという特長を備えています。これらはバッテリー駆動のノイズに敏感なハンドヘルド機器にとって重要な検討項目です。他の一般に使われている両極トポロジでは、これら一揃いの特長をすべて実現するのは容易ではありません。たとえば、ひとつの代替トポロジ（昇圧レギュレータを使ったフライバック・コンバータ）は相対的に効率が低く、大きなサイズの（高さが5mm以上の）トランスを必要とし、大きな出力電圧リップルを発生します。降圧レギュレータを2個使う別の代替トポロジでは、追加レギュレータのコストとこのレギュレータが占めるPCBの実装面積のコストの両方が生じます。

ここに示されている降圧レギュレータを1個使うトポロジでは、外付け部品をほとんど必要としません。回路の高さを下げるため、トランスの代りに2個のパワー・インダクタが使われています。トランスのコアが存在しなくても、カップリング・コンデンサにより、2個のインダクタの間の電位を維持したまま回路の正の側と負の側の間でエネルギーを渡すことができ、負出力を直接安定化します。

LT、LTC、LTはリニアテクノロジー社の登録商標です。

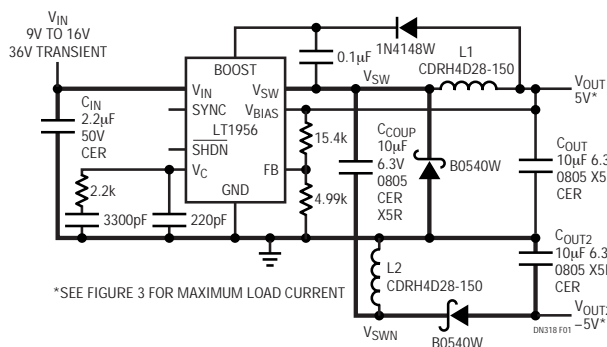


図1. LT1956 9V ~ 16Vの入力(36Vの過渡電圧)、 $\pm 5V$ の出力、高さ3mm、すべてセラミック・コンデンサを使った両極コンバータ($\Delta I/\Delta t$ の大きな重要なレイアウト経路は太線で示されている)

12V入力、 $\pm 5V$ 出力、高さはわずか3mm

両極出力のコンバータにはLT[®]1956やLT3431などの降圧レギュレータが使われます。これらは両方とも500kHz、1.5A/3Aのピーク・スイッチ電流のモノリシック・スイッチャです。12Vバッテリー入力(9V ~ 16Vの入力で、36Vの過渡電圧)から $\pm 5V$ を出力する、LT1956EFEを使った両極出力のコンバータを図1に示します。LT3431EFEを使い、負荷電流定格が2倍の同じ回路を図2に示します。

2つ目の負出力を備えた標準的降圧レギュレータ

両極出力の構成は、カップリング・コンデンサ、2番目のインダクタ、キャッチ・ダイオード、および出力コンデンサを使って、2つ目の負極出力を回路に追加した標準的降圧レギュレータに似ています。デューティ・サイクルは V_{IN} と V_{OUT} が同じ標準的降圧レギュレータの場合と同じです。正の5V出力の低出力電圧リップル特性は降圧レギュレータと同じですが、この出力で利用可能な電流の一部はカップリング・コンデンサを介して2番目の出力に分配されます。カップリング・コンデンサは出力電圧(5V)に等しい電圧まで充電され、その電圧を維持します。これにより、両方のインダクタの両端に同じ電圧が誘起され、したがって同じ電流リップルが生じます。ただし、L1の平均電流は5Vの負荷電流ですが、L2の平均電流は負の負荷電流です。

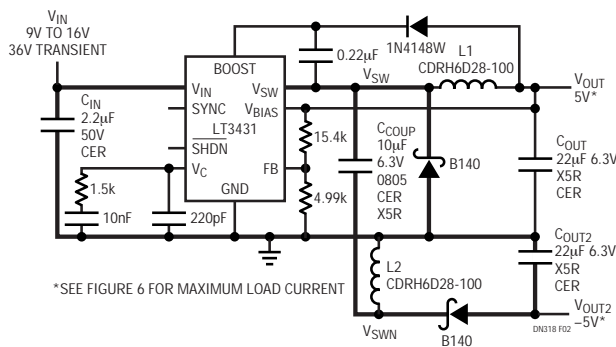


図2. LT3431 9V ~ 16Vの入力(36Vの過渡電圧)、 $\pm 5V$ の出力、高さ3mm、すべてセラミック・コンデンサを使った両極コンバータ($\Delta I/\Delta t$ の大きな重要なレイアウト経路は太線で示されている)

ピーク・インダクタ電流の和がレギュレータのピーク・スイッチ電流の定格 LT1956では1.5A、LT3431では3A)に等しいとき、または負の出力が安定化状態から外れるとき、図3と図6に示されている最大負荷電流に達します。ピーク・スイッチ電流の領域は曲線のピークの右側です。曲線のピークの左側では、 V_{OUT2} が3%レギュレーションから外れることなしには、負の負荷電流を増加させても1.5Aと3Aに達することはありません。

$$I_{OUT(MAX)} [5V] = 1.5 \text{ 又は } 3 - I_{OUT2} [-5V] - 2 \cdot I_{LP-P}/2$$

(ピーク・スイッチ電流の領域の場合)

$$I_{LP-P} = (V_{IN} - 5V_{OUT}) \cdot DC / (L \cdot 500kHz)$$

負の負荷電流が極めて低い場合も、図4と図7に示されているように、 V_{OUT2} が安定化状態から外れることがあります。低負荷のアプリケーションで比較的良好な安定化状態を維持するには、12mA(LT1956)または25mA(LT3431)の常設負荷抵抗が必要になることがあります。安定化状態から外れることなく負荷電流をゼロにできるように、帰還は V_{OUT} から直接引き出されます。

まとめ

LT1956とLT3431をベースにした両極出力のコンバータは、1個の降圧レギュレータを使って±5Vの負荷に電力を供給します。このデザインは、他のデュアル出力のデザインに比べて、特にトランスを必要とするデザインに比べて、サイズと効率の点で有利です。

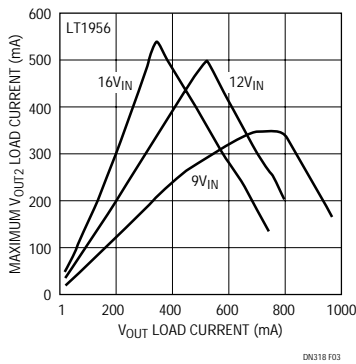


図3．図1の最大出力電流条件

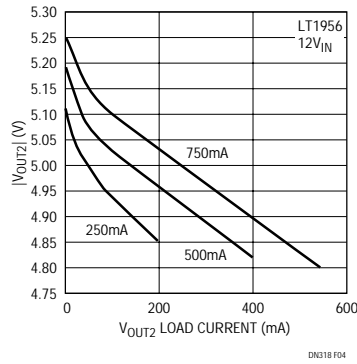


図4．負電源 (V_{OUT2}) は±5%のレギュレーションを維持する

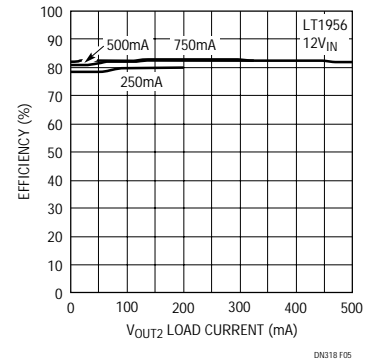


図5．図1の効率

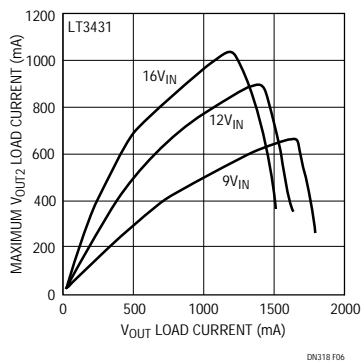


図6．図2の最大出力電流条件

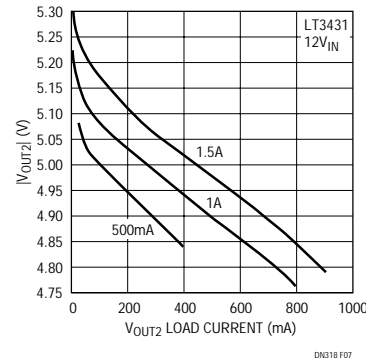


図7．負電源 (V_{OUT2}) は±5%のレギュレーションを維持する

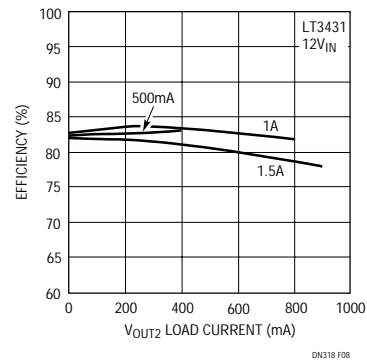


図8．図2の効率

データシートのダウンロード

<http://www.linear-tech.co.jp/ds/j1956f.html>

<http://www.linear-tech.co.jp/ds/j3431fs.html>

お問い合わせは当社または下記代理店まで (50 音順)

東京エレクトロデバイス株式会社
〒224-0045 横浜市都筑区東方町 1
TEL(045)474-5114 FAX(045)474-5617

株式会社トーメンエレクトロニクス
〒108-8510 東京都港区港南 1-8-27
TEL(03)5462-9615 FAX(03)5462-9695

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 秀和紀尾井町パークビル 8F
TEL(03)5226-7291 FAX(03)5226-0268
<http://www.linear-tech.co.jp>

dn318f 0803 5.2K • PRINTED IN JAPAN

LINEAR
TECHNOLOGY
© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2003