

可聴スイッチング・ノイズを除去する超低消費電力コンバータの制御方式 — デザインノート 1019

James Yasuhara

はじめに

ノイズのないオーディオ機器に不可欠な構成要素はクリーンな電源ですが、オーディオ帯域外にスイッチング周波数を保ちながら高い効率で動作可能なスイッチング・レギュレータはあまりありません。LTC[®]3620はこの空隙を埋めるデバイスです。これは最小スイッチング周波数をプログラム可能な高効率 15mA 降圧レギュレータで、可聴スイッチング・ノイズを実質的に除去することができます。この降圧レギュレータは同期スイッチを内蔵し、低消費電流なので高効率を維持することができ、回路サイズが小さいので、小型で低消費電力のオーディオ・アプリケーションに最適です。

動作

効率を最大にするため、LTC3620は可変周波数アーキテクチャを採用しており、そのスイッチング周波数を負荷電流に合わせて調整します。もちろん、スイッチング周波数がオーディオ・スペクトルに入り込むと、可変周波数方式はオーディオ機器に大きなノイズ問題を生じます。LTC3620は、低負荷電流時にユーザが設定する最小値にその周波数をロックすることにより、この問題を防ぎます。このロック範囲内で動作する間は、スイッチング・サイクル当たりの電荷量を調整し、適切な量の電流を供給します。この範囲外では、負荷が高くなるとスイッチング周波数が増加し、パルス当たりの電荷量は最大値になります。同様に、極端に軽い負荷では、スイッチング・サイクル当たりの電荷量が最小になり、周波数が減少してレギュレーションを維持します。周波数を

ロックする負荷電流範囲はインダクタ値およびプログラムされた最小スイッチング周波数によって決まるので、ユーザの特定のアプリケーションに合わせて調整することができます。

ほとんどのレギュレータは、バースト・モードまたはパルス・スキップ・モードを採用して、極端に軽い負荷でレギュレーションを維持します。これらのモードは効率は高いのですが、出力電圧リップルが比較的大きく、無差別にオーディオ帯域でスイッチングします。LTC3620は周波数ではなく、パルス当たりの電荷量を減らすので、高効率を維持してオーディオ・スイッチング・ノイズを最小に抑えながら、低い出力電圧リップルを実現します。標準的な応用回路と出力リップルおよび効率を図1に示します。

最小スイッチング周波数の選択

FMIN/MODEを0Vに設定すると、内部で設定された50kHzのクロックを使用することができます。代わりに、最小周波数のクロックをFMIN/MODEピンに与えることができます。オーディオ・ノイズに敏感ではないアプリケーションでは、FMIN/MODEピンを"H"に設定すると、周波数クランプを無効にすることができます。このモードでは、図2に示されるように、スイッチング・サイクル当たりの電荷量は一定であり、ロック範囲は存在しません。

LT, LTC, LTM, Linear Technology および Linear のロゴはリアテクノロジー社の登録商標です。他の全ての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。

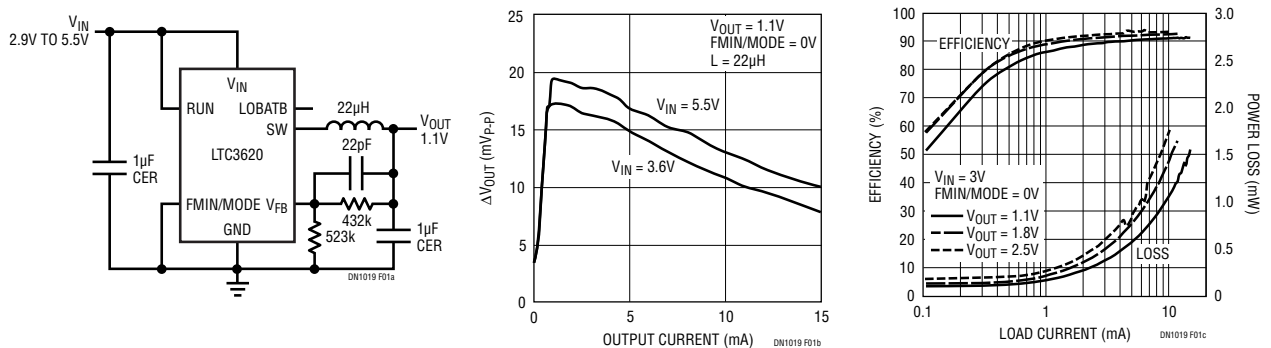


図 1. 標準的な LTC3620 の応用回路と、その V_{OUT} リップル、効率および電力損失

ロック範囲内の負荷ステップ変動の間、周波数はそのロックされた値から短時間、外れます。同時に、スイッチング・サイクル当たりの電荷量が調整され、スイッチング周波数を再度、所定の値に戻します。

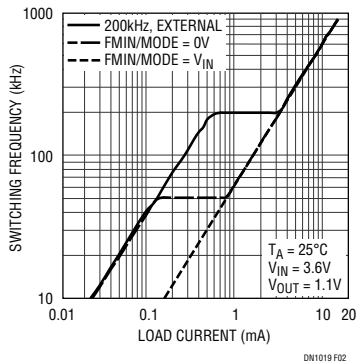


図 2. スwitching周波数は負荷の減少に応じて下がるが、予め設定された周波数で一定に留まる。非常に軽い負荷でだけ、スイッチング周波数は下がり続ける。

これにより、負荷ステップの間、良好な負荷レギュレーションが可能になります。ロック範囲外の過渡の間は、周波数だけが調整されます。標準的なスイッチング特性と、ロック範囲にあるときの V_{OUT} のスペクトル成分を図 3 に示します。

追加機能

LTC3620 はソフトスタート回路を備えており、起動時の遷移をスムーズに行います。

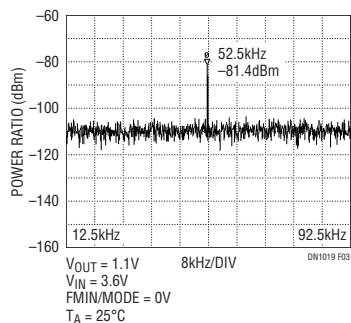


図 3. 1mA 負荷でのスイッチング波形およびそれに対応するスペクトル成分

入力電圧が 3.0V を下回ると、低バッテリー検出器が警報を出します。低電圧ロックアウトも備わっており、入力電圧が 2.8V を下回るとデバイスをオフして、バッテリーの損傷を防ぎます。

リチウムイオン・バッテリーから 1.1V/15mA

リチウムイオン・バッテリーまたは USB 入力 (2.9V ~ 5.5V) を 1.1V/15mA に変換する LTC3620 を図 4 に示します。同期スイッチはデバイスに内蔵されているので、効率が向上し、外付けショットキー・ダイオードは不要です。 V_{FB} 電圧

は 0.6V のリファレンスにサーボ制御されるので、低出力電圧が可能です。固定出力バージョンの LTC3620-1 は内部帰還抵抗を使って出力を 1.1V に設定するので、外部部品数とソリューションの回路サイズが減少します。

0603 EIA (1608 JIS) 表面実装パッケージのインダクタを使った小型ソリューション・サイズ

サイズを最小にするため、インダクタ、入力コンデンサおよび出力コンデンサを各 1 個だけ使って動作する LTC3620-1 (1.1V 固定出力バージョン) を図 4 に示します。帰還抵抗と補償はデバイスに内蔵されており、低バッテリー検出のプルアップ抵抗はオプションです。さらに高い効率が要求される場合、大きめの ESR が低い別のインダクタを使うことができます。0603 EIA (1608 JIS) インダクタおよびそれより大きなインダクタの効率の比較としてそのようなインダクタの 1 つを図 5 に示します。

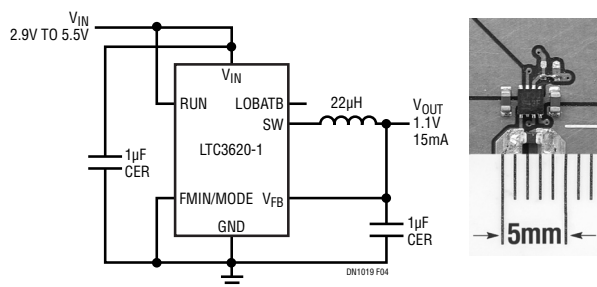


図 4. LTC3620-1 を使った最小ソリューション・サイズの回路図とレイアウト

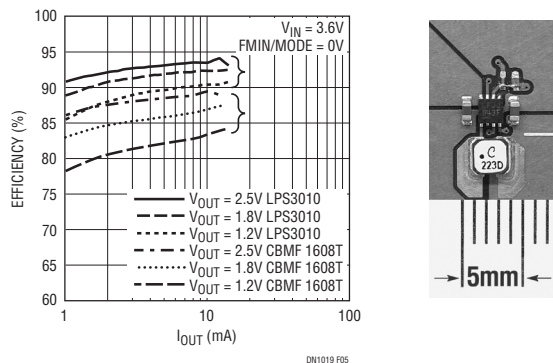


図 5. 大きめのインダクタのレイアウトとインダクタに依存する効率の比較

まとめ

LTC3620 は、通常は相互に排他的な 2 つの特長 (軽負荷での高効率とオーディオ周波数帯域でのスイッチング・ノイズの最小化) を組み合わせているので、低消費電力のオーディオ・アプリケーションに最適です。LTC3620 はパッケージが 2mm × 2mm であり、外部部品をほとんど必要とせず、またそれらの部品は全て非常に小さな 0603 EIA (1608 JIS) の部品サイズで入手できるので、電源ソリューション全体で占めるスペースは最小です。

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>

dn1019f LT/TP 1110 • PRINTED IN JAPAN



© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2010