

98%の効率で200Wを供給する高さの低い同期整流式2フェーズ 昇圧コンバータ - デザインノート455

by Victor Khasiev

はじめに

車載用オーディオ・アンプは、高効率で小型の高電力昇圧コンバータを必要とします。発熱を低く抑えて大きく高価なヒートシンクを避けるには高効率が不可欠です。LT3782Aは2フェーズ同期式PWMコントローラで、98%の効率を達成する、高さの低い高電力昇圧電源を実現できます。

車載バッテリーから8.5A(連続)、10.5A(ピーク)の 24V出力を供給する昇圧コンバータ

8.5V~18Vの入力電圧範囲から24Vを発生する昇圧コンバータを図1に示します。出力電力は連続で200W、短いパルス負荷で250Wであり、8.5Aの連続電流および10.5Aのパルス電流に相当します。

この回路は3つの主要部分で構成されます。2つは位相を相互に挟み込んだパワートレイン回路で、もう1つは制御回路です。

各パワートレイン回路には、インダクタ、2個のスイッチングMOSFET、1個の同期MOSFETおよび出力の容量性フィルタが含まれています。複数の出力フィルタは並列に一緒に接続されています。ショットキー・ダイオードのD1とD2はデッドタイムの間の効率を改善します。

LT, LTCおよびLTMはリニ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。

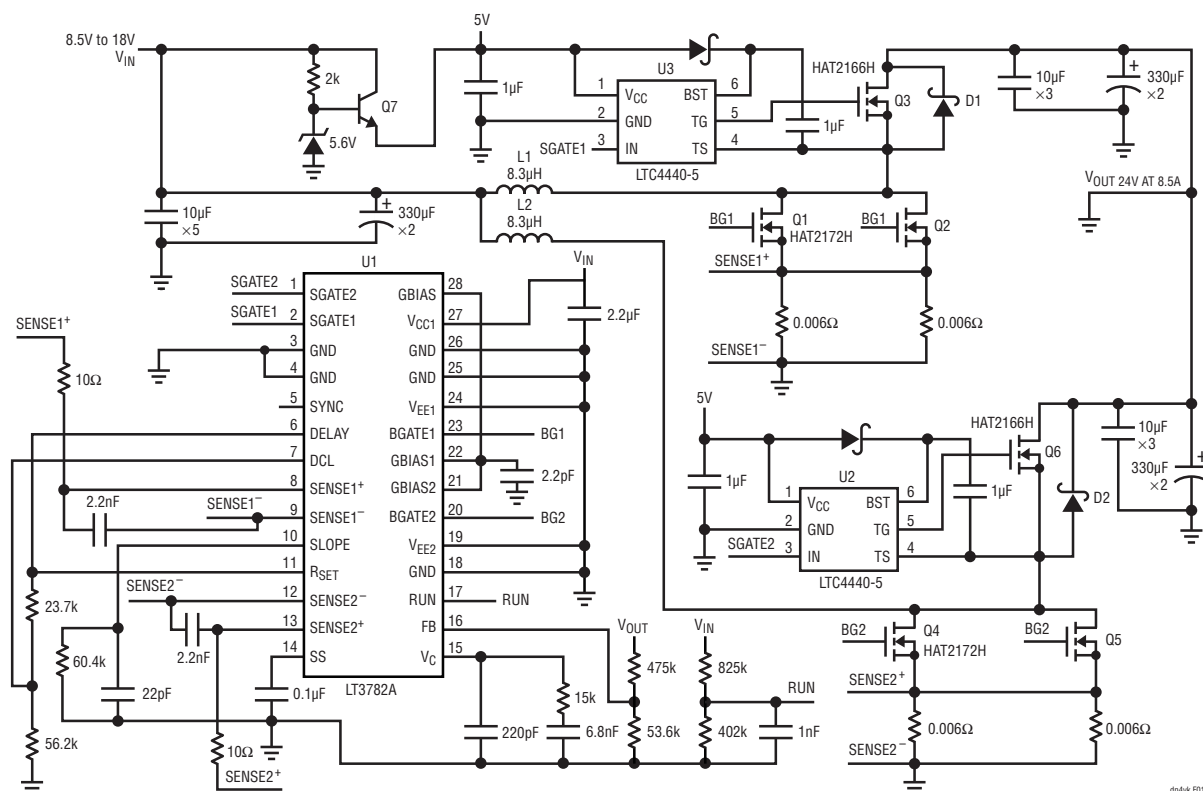


図1. LT3782Aをベースにした同期整流式昇圧コンバータ ($V_{OUT} = 24V (8.5A)$ 、 $V_{IN} = 8.5V \sim 18V$)

制御回路はさらに3つの部分に分割できます。つまり、LTC3782A (U1) をベースにしたPWM機能およびLTC4440-5 (U2とU3) の周囲の2個のハイサイド・ドライバです。Q7をベースにしたリニア・プリレギュレータはU2とU3に必要なバイアス電圧を発生します。この手法は、ロジック・レベルのMOSFETを使用してゲート損失を最小に抑えることを可能にします。

制御回路の中心はLT3782Aです。この2フェーズPWMコントローラはローサイド・ゲート信号とハイサイド・ゲート・コントロールの対応する同期信号を備えています。180°位相をずらして2つの段を動作させることにより、制御信号が相互に差し挟まれます。チャネル間の正確な電流分担を備えた2フェーズの手法は、パワートレインに対する電氣的および熱的ストレスを最小に抑え、EMIを減らします。LTC4440-5をハイサイド・ドライバとして使うと、高周波数のスイッチングが可能になります。

性能

このコンバータは高効率と高さの低いパッケージを目的にしていますが、効率は98%に達し(図2)、部品の高さは最大10.5mmであり、両方の目的を達成しています。全入力電圧範囲と全出力電流範囲にわたる出力電圧のレギュレーションは2%より優れています。3A負荷ステップに対する過渡応答を図3に示します。

基本計算と部品の選択

このセクションでは、インダクタとMOSFETの予備的選択のし方を説明します。損失の計算とコンバータの効率の評価の詳細が、Robert W. Ericksonの“Fundamentals of Power Electronics (パワーエレクトロニクスの基礎)”の第2版に含まれています。

CCM動作の場合、低電源ラインでの最大デューティ・サイクルは次式で求めることができます。

$$D_{MAX} = \frac{V_{OUT} - V_{IN(MIN)}}{V_{OUT}}$$

平均インダクタ電流とピーク電流は次のように計算することができます。

$$I_{L(AVG)} = \frac{I_{OUT}}{2 \cdot (1 - D_{MAX}) \cdot \eta}; I_{L(PEAK)} = I_{L(AVG)} + \frac{\Delta I}{2}$$

スイッチングMOSFETを流れるピーク電流は $I_{L(PEAK)}$ に等しく、MOSFET電流のRMS値は次のとおりです。

$$I_{SW(RMS)} = I_{L(AVG)} \cdot \sqrt{D_{MAX}} \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{\Delta I}{I_{L(AVG)}} \right)^2}$$

同期MOSFETを流れるピーク電流は $I_{L(PEAK)}$ に等しく、MOSFET電流のRMS値は次のとおりです。

$$I_{SR(RMS)} = I_{L(AVG)} \cdot \sqrt{1 - D_{MAX}} \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{\Delta I}{I_{L(AVG)}} \right)^2}$$

MOSFETは、出力電圧に20%~30%の空き高を加えた電圧を扱える定格のものにします。

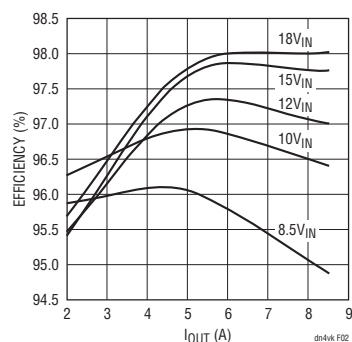


図2.効率と I_{OUT} (図1の回路)

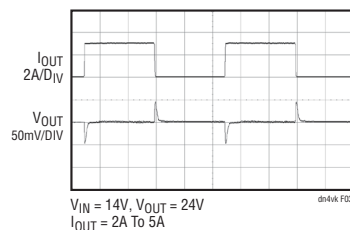


図3.3Aの負荷ステップに対する図1の回路の過渡応答

まとめ

2フェーズ同期整流式昇圧コンバータをベースにしたLT3782Aは、高効率、優れた過渡応答および広い入力電圧範囲にわたる優れたライン・レギュレーションと負荷レギュレーションを与えます。このコンバータはハイパワーであり、高効率であり、パッケージの高さが低いので、車載環境に一般的な狭いスペースにぴったり収めることができます。

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

オンラインストア リニアエクスプレス

LINEAR EXPRESS

0120-7291-22

株式会社 トーメン エレクトロニクス

本社 TEL 03-5462-9615

大阪 06-6447-9644 名古屋 052-582-1591
福岡 092-713-7779 宇都宮 028-625-8331
熊本 0263-34-6131 北関東 048-521-9011
仙台 022-221-8061 浜松 053-452-8147
立川 042-548-9871

東京エレクトロニクス株式会社

本社 TEL 045-474-5114

大阪 06-6399-1511 名古屋 052-562-0825
東京 03-3251-0083 北関東 048-600-3890
水戸 029-227-6552 立川 042-548-0255
横浜 045-474-7023 熊本 0263-36-8112
福岡 092-474-4121 仙台 022-212-2746

株式会社 三共社

本社 TEL 03-5298-6201

株式会社 ジェビコ

本社 TEL 03-6362-0411

東京電子販売株式会社

本社 TEL 03-5350-6711

株式会社 信和電業社

本社 TEL 06-6943-5131

伊藤電機株式会社

本社 TEL 052-935-1746

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>

dn455 LT/TP 1108 • PRINTED IN JAPAN

LINEAR
TECHNOLOGY
© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2008