

大きく変化する入力でも安定した出力を供給可能な正-負電圧コンバータ - デザインノート433

Victor Khasiev

正-負コンバータの自明の用途は正入力から負電圧出力を発生することです。それほど明らかではない用途は、入力が大きく変化するアプリケーションで安定した出力電圧を発生することです。たとえば、本質的に入力電圧の変化を避けられないバッテリー駆動機器に使われるコンバータは、入力電圧が出力電圧の絶対値より下に下がっても安定した出力電圧を発生することができます。ただし、明らかな弱点は逆極性ですが、これはこのアプリケーションでは容易に克服することができます。与えられている回路は負出力をシステム・グラウンドとして使うことができ、バッテリーの負端子を「正」電圧源として使うことができます。

このトポロジーは入力が出力より上にも下にも変化する場合に特に便利です。このような場合、従来の降圧レギュレータはバッテリーが出力より下に下がると安定化することができないので、バッテリーの有効稼働時間が短くなります。昇降圧ソリューションやSEPICなどの他のトポロジーはこの問題を解決しますが、複雑で高価になる傾向があります。ここに示されている正-負コンバータのトポロジーでは、降圧コンバータの簡単さと昇降圧トポロジーの安定化範囲が結合されています。

LT®3845など、リニアテクノロジー社の新世代の高電圧同期整流式降圧コンバータは、多様なアプリケーションのために正-負コンバータの実装を可能にします。

基本動作

正-負コンバータの簡略ブロック図を図1に示します。等価回路を図2に示します。これは図1の回路の基本動作の理解に役立ちます。トランジスタQがオンすると(図2a)、ダイオードDには逆バイアスが加わり、インダクタLの電流が増加します。Qがオフすると(図2b)、インダクタLは極性を変え、ダイオードDは順方向にバイアスされ、電流がインダクタLから負荷とコンデンサCに流れます。コンデンサCと負荷の両端の電圧は(システム・グラウンドを基準にして)負になります。タイミング図を図3に示します。

 , LTC, LT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。

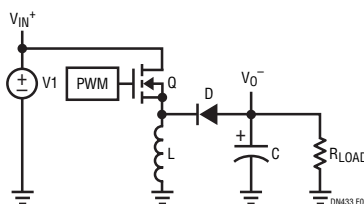


図1. 正-負コンバータの簡略ブロック図

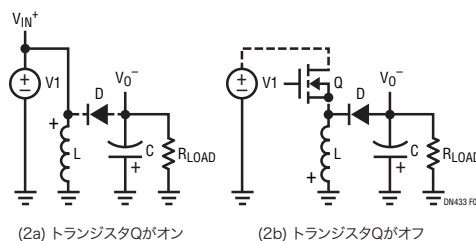


図2. 正-負コンバータの動作を示す等価回路

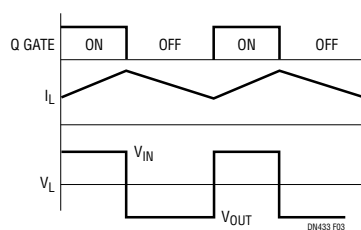


図3. コンバータのタイミング図

デューティ・サイクルの範囲は次式で求めることができます。

$$D = \frac{|V_O|}{V_{IN} + |V_O|}$$

$$D_{MAX} = \frac{|V_O|}{V_{IN(MIN)} + |V_O|}$$

$$D_{MIN} = \frac{|V_O|}{V_{IN(MAX)} + |V_O|}$$

正-負トポロジの部品に加わる電圧

V_{MAX} はトランジスタQとダイオードD(図2)の両端の最大電圧です。ただし、次のようになります。

$$V_{MAX} = V_{IN(MAX)} + |V_O|$$

トランジスタQ、インダクタLおよびダイオードDを流れる最大電流(I_{MAX})は、連続導通モードを仮定すると、以下の式に基づいて求めることができます。

$$I_L = \frac{I_O}{1-D_{MAX}}, \quad dI = \frac{V_{IN(MIN)} \cdot t \cdot D_{MAX}}{L}, \quad I_{MAX} = I_L + \frac{dI}{2}$$

ここで、tはスイッチング周期です。

回路の説明

9V~15Vの入力から-12V/3Aの出力へのコンバータを図4に示します。SWピンが65Vに耐えること、上側ドライバ

と差動電流検出が内蔵されていることなど、いくつかの理由により、高電圧LT3845が使われています。LT3845は同期整流を行うこともできるので、効率の劣るスイッチング・ダイオードに比べて、効率の良いMOSFETを使うことができます。

全体のコンバータの電力経路には、LT3845高電圧PWMコントローラ、MOSFETのQ1とQ2、インダクタL1、ダイオードD1および出力フィルタのコンデンサC_{OUT1}~C_{OUT3}が含まれます。ダイオードD2はブートストラップ・ダイオードで、ダイオードD3は内部MOSFETドライバのバイアス電圧を与えます。

まとめ

電子技術者は正電圧レールから給電される負電圧源を設計しなければならないことがよくあります。このアプリケーションノートで解説した正-負コンバータは、フライバックまたはSEPICの手法の代わりに十分使える可能性があります。

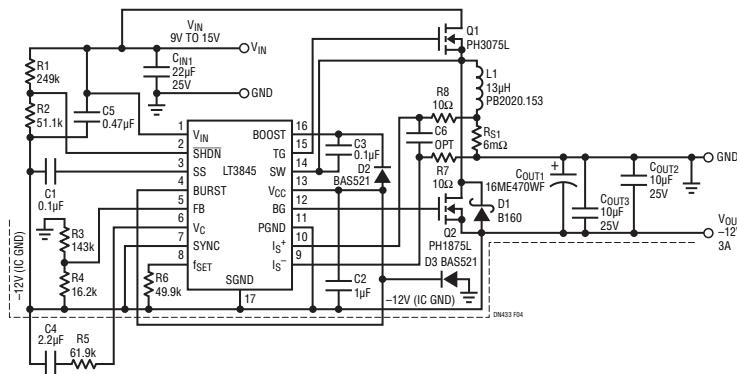


図4. LT3845高電圧PWMコントローラをベースにした9V~15Vから-12V/3Aへの変換

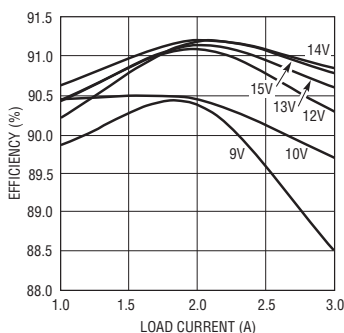


図5. 変化する入力電圧から固定-12V出力への図4の回路の効率



図6. 1Aから2Aへの出力負荷ステップに対する過渡応答



図7. 図4の回路の起動波形 (VIN=14V, VOUT=-12V, IOUT=2A)

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

お問い合わせは当社または下記代理店まで(順不同)

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

松 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

東京エレクトロデバイス株式会社

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 048-600-3880

水 戸 029-227-6552 立 川 042-548-0255

横浜 045-474-7023 松 本 0263-36-8112

福岡 092-474-4121 仙 台 022-212-2746

株式会社 立花エレクトック

東京 TEL 03-5400-2529

大 阪 06-6539-2513 名古屋 052-935-1618

北 京 022-224-3379 北 陸 076-233-3505

神 戸 078-332-7812 九 州 092-476-3315

株式会社 三 共 社

本社 TEL 03-5298-6201

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>

dn433f 0108 • PRINTED IN JAPAN

LINEAR TECHNOLOGY

© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2008