

効率90%で11.5Wを給電する

Power over Ethernet絶縁型電源 - デザインノート338

Jesus Rosales

IP電話、無線アクセス・ポイント、PDA充電ステーションなどのPD(受電機器)にイーサネット・ケーブルから給電する場合、IEEE 802[®].3af標準規格によれば、設計者は最大12.95Wの電力を利用できます。電力に対する要求が増え、とくに6.49W~12.95Wを消費するクラス3のデバイス用の非常に効率の良いパワー・コンバータが必要になります。コンバータで失われる電力が大きければ大きいほど、PDで利用できる電力は少なくなります。

PSE(Power Sourcing Equipment : 給電装置)から得られる電圧は44V~57Vですが、PDは20にも達するケーブルの直列抵抗を通して動作する必要があります。PDは350mAまたは12.95Wを超える電流や電力を連続して引き出すことはできません。350mA_{RMS}の最大入力電流では、入力電圧が最大7Vも垂下して、入力範囲の下端が37Vになることがあります。分類のためのシグネチャ・インピーダンスの測定に対する影響を避けるため、PDは30Vより下では大きな電流を引き出しはけません。

絶縁型DC/DCコンバータの設計では多くのトポロジーから選択可能ですが、PoE (Power over Ethernet)アプリケーションでは、選択肢は多くはありません。効率を最大化するにはミリワット単位でつめていかなければなりません。MOSFETのゲート・ドライブ損失が重要になってきますので、オン/オフするスイッチが少ないほど有利です。プ

シュプル・コンバータを利用することもできるでしょうが、この電力レベルでは複雑さを増すことは正当化できません。トランジスタ1個のフォワード・コンバータはもう1つの選択肢ですが、追加の出力インダクタと整流器が必要です。フライバック・コンバータが最も簡単な選択肢です。フライバック・コンバータはフォワード・コンバータやプッシュプル・コンバータに比べて効率が低いと考えられていますが、同期させて出力を整流すると状況が変わります(ダイオードの代わりにMOSFETを使って出力を整流します)。

LT[®]1725スイッチング・レギュレータ・コントローラを使うと、PoE電源の設計が大幅に簡素化されます。LT1725は絶縁型フライバック・トポロジー用に特に設計されており、プログラム可能な入力低電圧ロックアウト、ヒステリシスをもたせたスタートアップ、光カプラが不要で非常に良好な安定化が得られる特許取得の帰還回路など、PoE電源に最適な機能を備えています¹。

負荷への電力を最大にするため、選択されたコンバータには同期式整流が必要です。

¹LT、LTC、LTはリニアテクノロジー社の登録商標です。他のすべての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。
¹米国特許No. 05438499、05305192、05841163

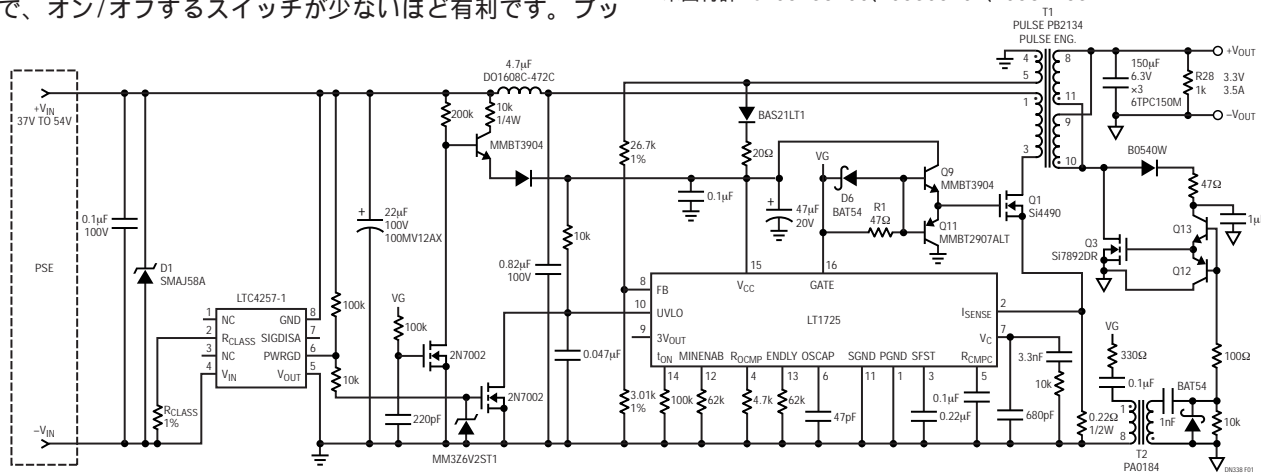


図1 . 36V ~ 72V入力から3.3V/3.5A出力の絶縁同期式フライバック・コンバータ

ダイオードは電力を消費し過ぎます。LT1725を使った、11.5Wの出力で最大90%の効率を達成する絶縁型同期式フライバック・コンバータの回路図を図1に示します。この同期式コンバータの効率曲線と、Q3の代わりに6CWQ06FNダイオードを使った(したがって、非同期式になった)同じコンバータの2番目の効率曲線を図2に示します。同期式コンバータには整流用MOSFET(Q3)を制御するために追加部品がいくつか必要ですが、大きな効率向上(約10%)が達成されます。ダイオードに比べて少ないMOSFETの電力消費の別の利点として、ヒートシンクが不要になるので、ボードスペースを大幅に減らせます。他の5%の効率向上は常設負荷の除去の結果です。同期式コンバータには出力電圧を安定化された状態に保つための常設負荷が不要ですが、非同期式コンバータには必要です。常設負荷がないと、非同期式コンバータの出力は制御されずに浮き上がることがあります。

同期式コンバータの別の利点として、図3に示されているように、ロード・レギュレーションが厳密におこなわれます。主な理由は、整流ダイオードの順方向電圧は負荷電流に従って変化しますが、MOSFETの電圧降下は低く一定に保たれるからです。

この回路は主に37V~54Vの入力から3.3V/3.5Aを供給するように設計されましたが、にもかかわらず、このコンバータは36V~72Vの入力範囲でシームレスに動作します(72V_{IN}で動作させる場合はD1を取り除きます)。この回路の動作は単純明快です。MOSFET Q1がオンし、エネルギーがトランスT1に貯められます。次に、MOSFET Q1が

オフしているあいだにエネルギーが出力に供給されます。MOSFET Q1がオフしているときは常にMOSFET Q3がオンして、出力を整流します。2次側MOSFET Q3はトランジスタ・ドライバQ12とQ13によってドライブされます。T2はLT1725のゲート信号を反転させ、Q12とQ13のコモンベースをドライブします。R1、D6、Q9、およびQ11は1次側のゲート信号をバッファして小さな遅延を生じさせるので、Q1とQ3は決して同時にオンすることはありません。

このコンバータを補完しているのはLTC[®]4257-1で、このデバイスはIEEE 802.3af PoEシステムで動作するPD向けの完全なシグネチャ機能とインタフェース機能を備えています。

まとめ

PoE電源から供給される電力を最大限利用するには、コンバータは同期整流機能を備えている必要があります。フライバック・トポロジーにより、非常に簡単なソリューションが得られ、わずかなコスト増で同期式動作を実現できます。このデザインのQ3 MOSFETが消費する電力は整流ダイオードのおよそ1/10です。コンバータの全消費電力1.4Wは、スイッチングMOSFET、パワー・トランス、およびコントローラICに均一に分布しているので、設計者はボードのレイアウトをコンパクトにすることができます。LT1725の特許を取得した帰還回路により、ロード・レギュレーションを犠牲にすることなく光カプラと2次側リファレンスが不要になるので、回路デザインが大幅に簡素化されます。

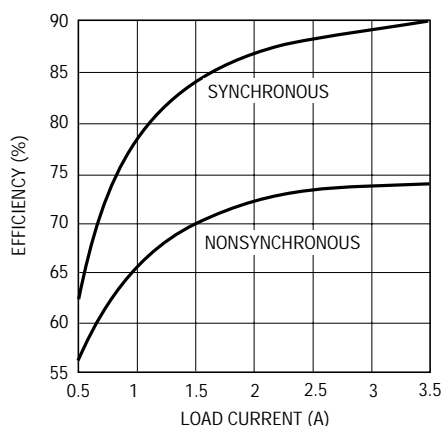


図2 . LT1725を使った同期式コンバータと非同期式コンバータの効率の比較

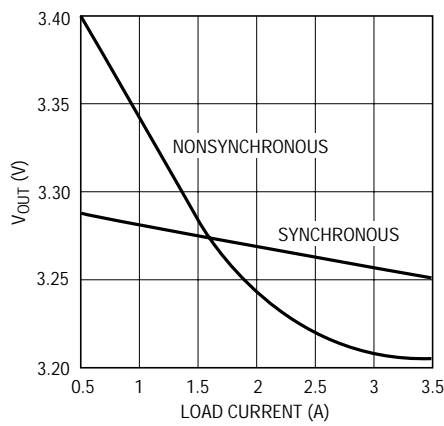


図3 . LT1725を使った同期式コンバータと非同期式コンバータのロード・レギュレーションの比較

データシートのダウンロード

<http://www.linear-tech.co.jp/ds/j1725f.html>

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>

dn338f 0504 5.2K • PRINTED IN JAPAN



© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2004