

フォトカプラ不要の 600V入力絶縁型 フライバック・コントローラの 電源電圧を800V以上に拡張

Yuchen Yang、シニア・アプリケーション・エンジニア
 William Xiong、アプリケーション・エンジニア

はじめに

従来の絶縁型高電圧フライバック・コンバータでは、フォトカプラを使用して2次側のリファレンス回路から1次側へレギュレーション情報を転送することにより、厳密なレギュレーションを実現していました。この際の問題は、フォトカプラを使用するために絶縁設計が複雑になることです。フォトカプラには伝搬遅延、経年変化、ゲイン変動などがあり、これらすべてが電源ループの補償を複雑なものにし、信頼性を低下させる可能性があります。更に、起動時にはICに電力供給するためにブリーダ抵抗が高電圧起動回路が必要になります。起動部品に高電圧MOSFETを追加しない限り、ブリーダ抵抗は不要な電力損失を発生させます。

LT8316はマイクロパワーの高電圧フライバック・コントローラで、フォトカプラや複雑な2次側リファレンス回路、あるいは追加の起動部品を必要としません。

電源電圧の拡張

LT8316は熱強化型の20ピンTSSOPパッケージを採用しており、高電圧のピン間隔を確保するために4本のピンを除去しています。また、3次巻線から絶縁出力電圧をサンプリングしているので、レギュレーションにフォトカプラを使用する必要はありません。出力電圧は2個の外付け抵抗と、もう1つの温度補償抵抗（オプション）によって設定します。準共振境界モードの動作は、優れた負荷レギュレーション、小さいトランス・サイズ、および低スイッチング損失を実現する助けとなりますが、これは高い入力電圧において特に有用です。出力電圧は2次電流がほぼゼロのときに検出されるので、負荷補償用の外付け抵抗やコンデンサは必要ありません。結果としてLT8316ソリューションは部品数が少なく、絶縁型フライバック・コンバータの設計を大幅に簡素化します（図1を参照）。

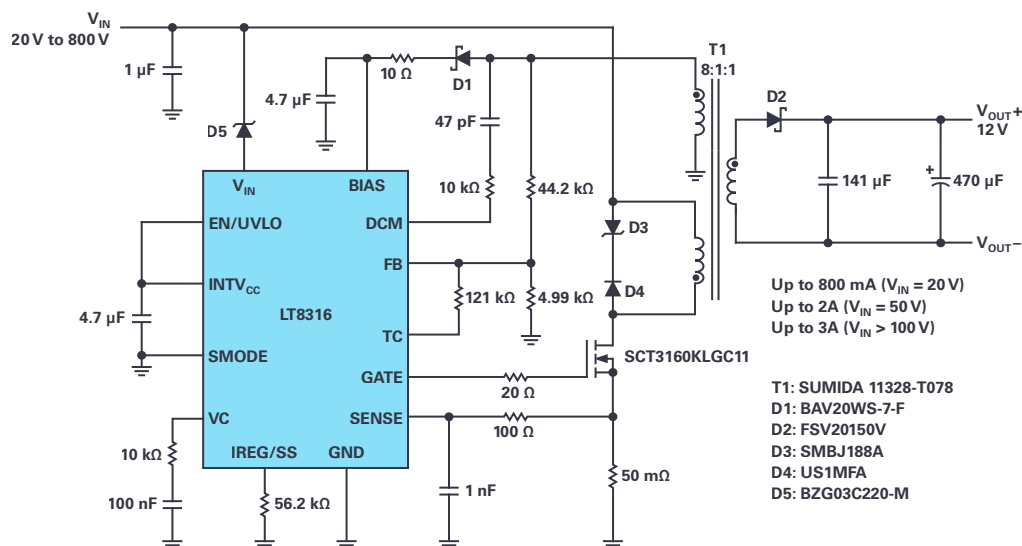


図1 20V～800Vの広い入力範囲を持ち、最小起動電圧が260Vの12V絶縁型フライバック・コンバータの全体図。

LT8316の定格は最大600Vの V_{IN} で動作するように設定されていますが、この値は、 V_{IN} ピンにツェナー・ダイオードを直列に接続することによって拡張できます。この場合、ツェナー・ダイオードにおける電圧降下によってチップに加わる電圧が低下するので、電源電圧を600Vを超える値とすることも可能です。

18V～800Vという広い入力範囲を持つフライバック・コンバータの全体回路図を図1に示します。部品選定のための詳しいガイドラインは、LT8316のデータシートに記載されています。220Vのツェナー・ダイオードを V_{IN} ピンと直列に配置した場合、起動のための最小電源電圧は、ツェナー・ダイオードの電圧許容誤差を考慮して約260Vです。ただし、起動後のLT8316は、260V未満の電源電圧で正常に動作します。

様々な入力電圧に対する効率を図2に示します。フライバック・コンバータが91%のピーク効率を実現することがわかります。図3に示すように、フォトカプラを使用しなくても、様々な入力電圧において負荷レギュレーションは高い精度を保っています。

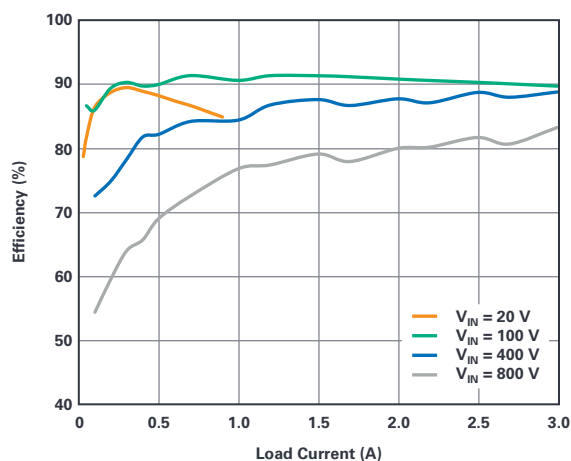


図2 図1に示すフライバック・コンバータの効率

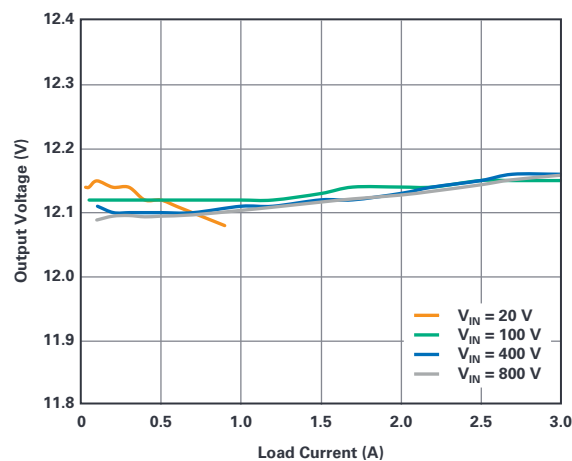


図3 図1に示すフライバック・コンバータの負荷およびライン・レギュレーション

低起動電圧設計

前述のソリューションは入力電圧を800Vまで拡張しますが、ツェナー・ダイオードによって最小起動電圧が260Vまで上がってしまいます。この場合の課題は、一部のアプリケーションでは高い入力電圧と低い起動電圧の両方が求められることです。

最大入力電圧を800Vとした、もう1つのソリューションを図4に示します。この回路は、ツェナー・ダイオードとトランジスタを使って電圧レギュレータを構成しています。この回路では、 V_{IN} ピンを約560Vにレギュレーションしながら、入力電圧を安全に800Vまで上げることができます。この回路の利点は、より低い電源電圧でLT8316を起動できることです。

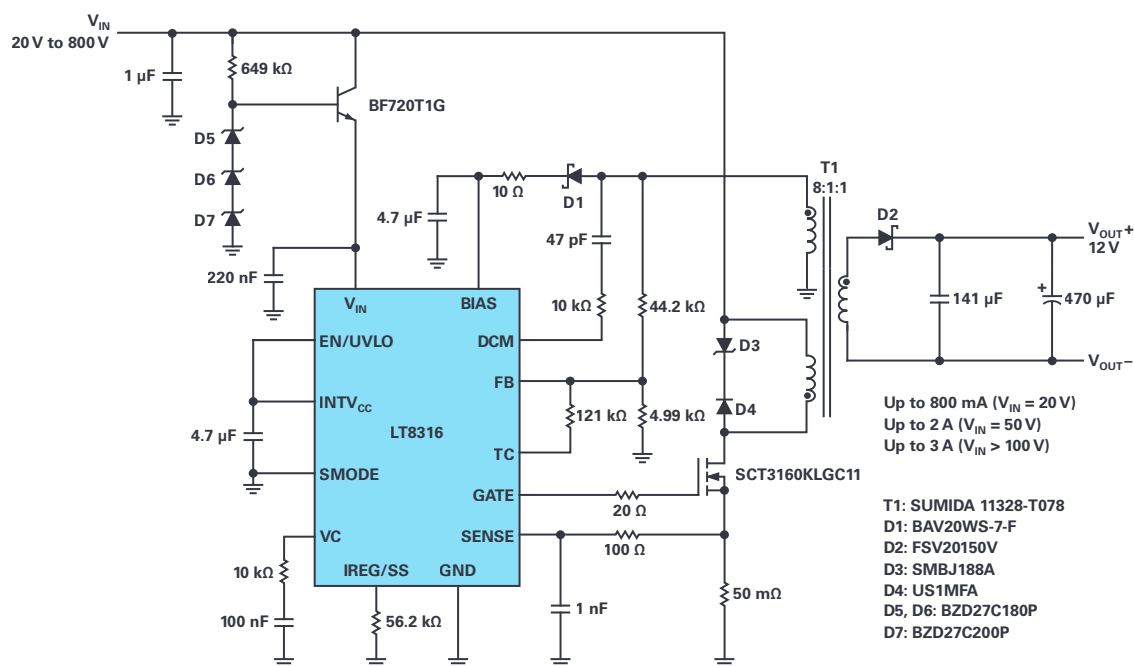


図4 絶縁型フライバック・コンバータの回路図：20V～800V入力、12V出力、低起動電圧

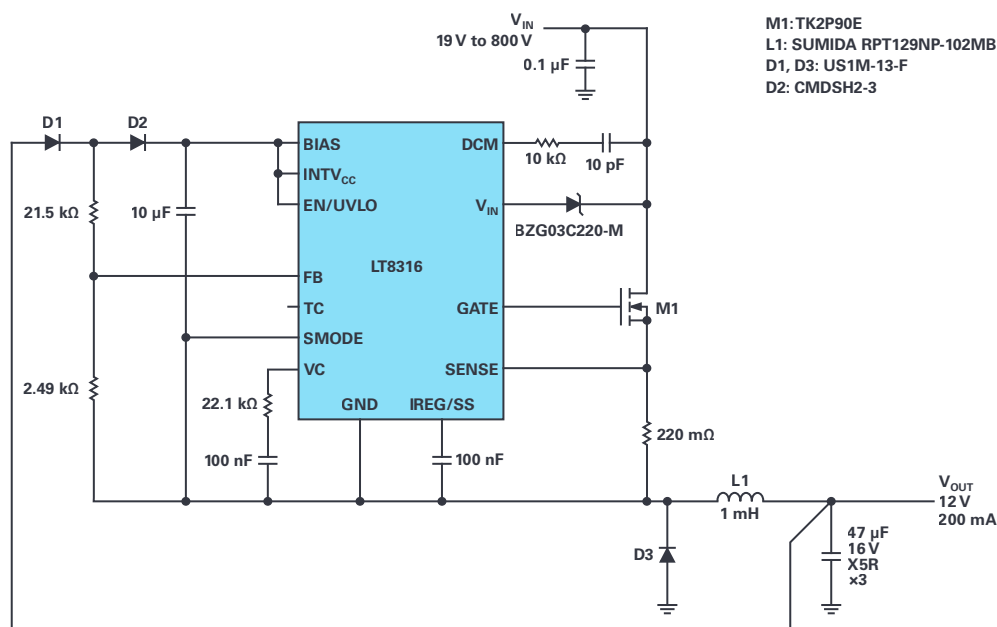


図5 最大電源電圧800Vの非絶縁型降圧コンバータの回路図

非絶縁型降圧コンバータ

LT8316の高電圧入力能力は、絶縁型トランスを必要としないシンプルで非絶縁型降圧コンバータに簡単に適用できます。磁気部品には、比較的安価な既製品のインダクタを使用します。

非絶縁型降圧アプリケーションの場合は、電圧が変化する降圧トポロジのスイッチ・ノードにLT8316のグラウンド・ピンを接続します。LT8316は独自の検出方式を採用しており、スイッチ・ノードがグラウンドに接続されたときだけ電圧が出力されるので、降圧回路が簡素化されます。

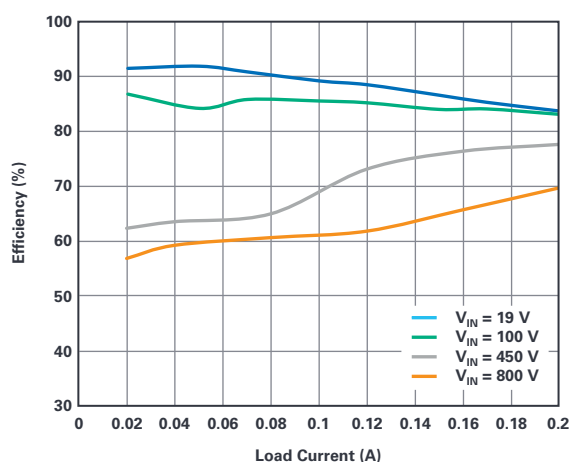


図6 図1に示すフライバック・コンバータの効率

フライバック・コンバータ同様、降圧コンバータの電源電圧も拡張することができます。入力電圧800Vの降圧コンバータの回路図を図5に示します。220Vのツェナー・ダイオードが、電源電圧とLT8316の V_{IN} ピンの間に配置されています。ツェナー・ダイオードの許容誤差を考慮した最小起動電源電圧は260Vです。起動後のLT8316は、これより低い電源電圧で正常に動作します。様々な入力電圧に対する効率を図6に示します。降圧コンバータが91%のピーク効率を実現することがわかります。図7には、負荷およびライン・レギュレーションを示します。

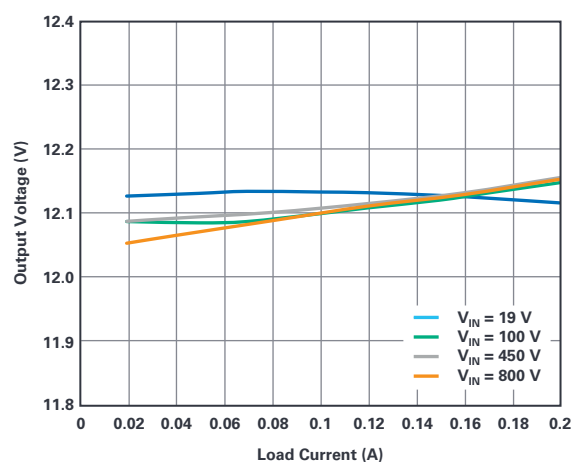


図7 図5に示す降圧コンバータの負荷およびライン・レギュレーション

図4のフライバック・コンバータ同様、電源電圧と V_{IN} ピンの間に電圧レギュレータを追加して、降圧コンバータの起動電圧を低く抑えることができます。GNDピンと V_{IN} ピンの間にはボディ・ダイオードがあり、これがトランジスタのエミッタ電圧を上昇させて、ベース・エミッタ間にブレークダウンを発生させる点に留意する必要があります。これを防ぐには、2個のダイオードを追加してトランジスタを保護します。この低起動電圧ソリューションを図8に示します。

まとめ

LT8316は準共振境界モードで動作し、フォトカプラなしでも優れたレギュレーションを行うことができます。また、低リップルのBurst Mode®動作、ソフト・スタート、プログラマブル電流制限値、低電圧ロックアウト、温度補償、低静止電流などの豊富な機能と特長を備えています。その高い集積度は、バッテリー電源システムから自動車、工業、医療、電気通信の電源、更には絶縁型補助電源や家庭用電源に至るまでの幅広いアプリケーションにおいて、部品数の少ない高効率のソリューションの設計を容易にします。

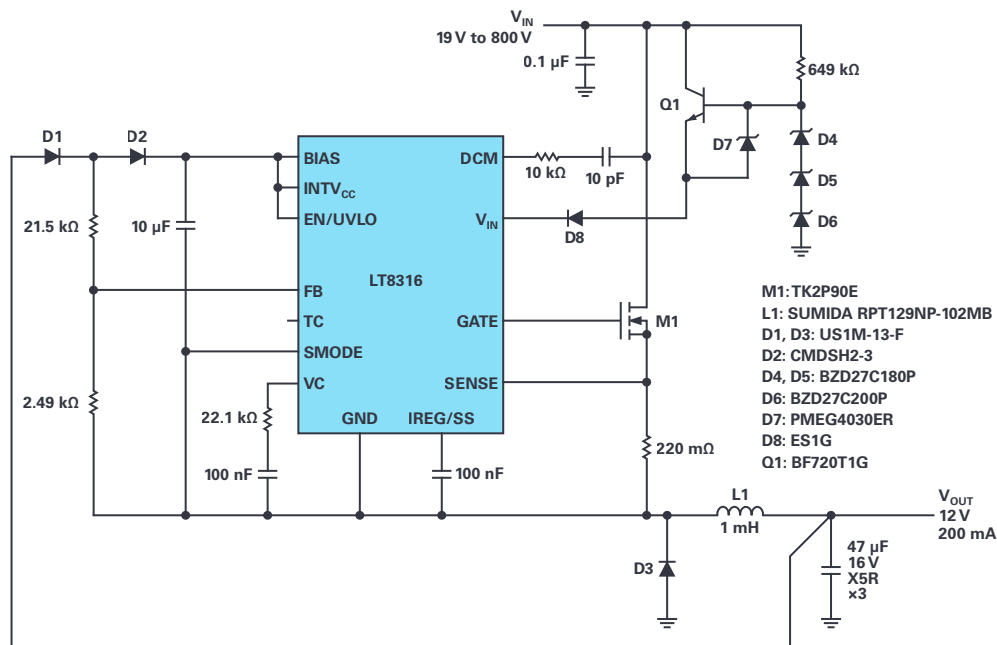


図8 低起動電圧の800V_{IN}非絶縁型降圧コンバータの回路図

著者について

Yuchen Yang

アナログ・デバイセズのシニア・アプリケーション・エンジニア。様々な非絶縁型および絶縁型コンバータのパワー製品アプリケーションを担当。清華大学で電気工学の学士号、バージニア工科大学で同じく電気工学の修士号と博士号を取得。2018年、アナログ・デバイセズ入社。

連絡先: yuchen-x.yang@analog.com

William Xiong

2017年にサンルイスオビスポのカリフォルニア州立ポリテクニック大学を卒業。同学で電気工学の学士号を取得。2017年7月からアナログ・デバイセズのアプリケーション・エンジニア。フライバック・コンバータやフォワード・コンバータなどの降圧、昇圧、および絶縁型トポロジを担当。

連絡先: william.xiong@analog.com

オンライン・サポート・コミュニティ



アナログ・デバイセズのオンライン・サポート・コミュニティに参加すれば、各種の分野を専門とする技術者との連携を図ることができます。難易度の高い設計上の問題について問い合わせを行ったり、FAQを参照したり、ディスカッションに参加したりすることが可能です。

ez.analog.com にアクセス

*英語版技術記事は[こちら](#)よりご覧いただけます。



想像を超える可能性を
AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

VISIT [ANALOG.COM/JP](https://analog.com/jp)

アナログ・デバイセズ株式会社

本社 〒105-6891 東京都港区海岸1-16-1 ニューピア竹芝サウスタワービル10F
大阪営業所 〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原3-5-36 新大阪トラストタワー10F
名古屋営業所 〒451-6040 愛知県名古屋市中区牛島町6-1 名古屋ルーセントタワー38F

©2020 Analog Devices, Inc. All rights reserved.
本紙記載の商標および登録商標は、各社の所有に属します。
Ahead of What's Possible はアナログ・デバイセズの商標です。

DN21797-11/19