

DC/DCコンバータのループ補償を最適化し、大容量出力 コンデンサ数を最少に - デザインノート 186

Jhon Seago

数個分の追加受動部品のコストと外部ループ補償回路の柔軟性との間にはトレードオフが存在します。内部ループ補償は固定されており、使用する受動部品数は少なくともすみませんが、設計者の出力コンデンサの選択幅も制限されてしまいます。出力コンデンサは、レギュレータの要求条件ではなく、負荷の要求条件を満たすように選択しなければなりません。LTC[®]1435ファミリが提供する外部ループ補償により、制御ループを負荷に必要な出力容量に合わせて最適化することができます。

外部ループ補償により費用を削減

2~3個の受動部品値を変えることにより、LTC1435は負荷の要求条件を満たす出力コンデンサに合わせてループ補償することができます。外部ループ補償によって、設計者は各アプリケーションの降圧インダクタと出力コンデンサの両方を最適化できます。

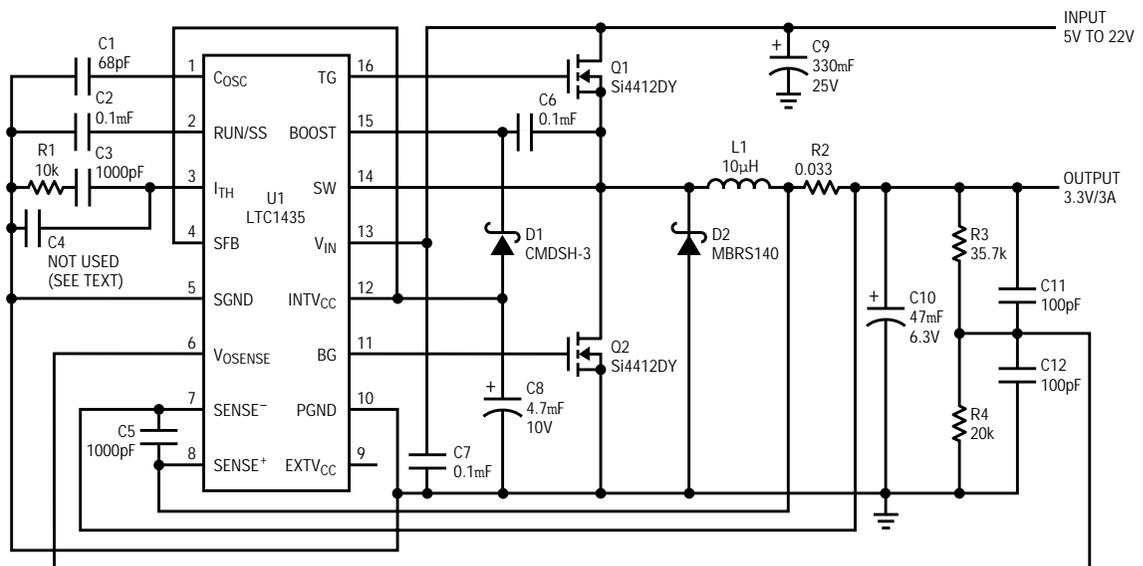
負荷によっては厳しい過度条件が課されますが、ほとんどの場合は問題になりません。出力コンデンサの機能は、出

力電圧リップルを円滑にして、レギュレータが負荷電流の変化に反応するまで出力電流をソースまたはシンクすることです。レギュレータが負荷電流の変化に迅速に反応できれば、出力容量はわずかですみます。

図1に出力電圧3.3V、リップル電圧50mV未満、過度応答100mVに設定されたLTC1435の回路を示します。一次ループ補償部品C3およびR1の値は、図2に示すパルス性負荷回路を使用してダイナミック負荷試験によって選択されたものです。負荷パルス発生器の抵抗値は、実際の負荷条件をシミュレートするために、60mA/msの割合いで1.5Aから3Aまでの負荷電流を切り替えるものを選択します。図3に出力電圧の過度波形を示します。

すなわち、C3、C4、およびR1の値によって異なる周波数における内部誤差アンプの電圧利得と位相が決まります。C3の値は、低周波数利得、R1は中域の利得を決定し、C4は高域の利得を低減します。一般に、C3とC4の値は可能

 LTC、LTはリニアテクノロジー社の登録商標です。



C8: KEMET T494A475M010AS
C9: SANYO 25CV330GX
C10: SANYO 6SA47M

D1: CENTRAL CMDSH-3
D2: MOTOROLA MBRS140T3
L1: SUMIDA CDRH125-100

Q1, Q2: SILICONIX Si4412DY
R2: IRC LR2010-01-R033-J
U1: LINEAR TECHNOLOGY LTC1435CS

DN186 F01

図1. 低出力容量電圧レギュレータ

な限り小さくし、R1の値は可能な限り大きくします。

ダイナミック負荷を使用したループ補償

多くの技術者が制御ループ理論を難しいものと考えていますが、特定の負荷のために回路を最適化するときには、仕事の大部分はすでに終わっています。データシートに記載される部品値は、すべての静的負荷条件とほとんどの動的負荷条件に対して安定した動作を提供します。部品値を最適化するプロセスは難しいものではありません。動的負荷または図2に示すパルス負荷回路を使用して、適切な出力コンデンサを選択し、出力電圧波形のオーバーシュートとリンギングが小さくなるように図1のC3、C4、およびR1の値を調整します。ここで、出力電圧の過度特性波形が全体の入力電圧範囲にわたって適切かどうか確認します。

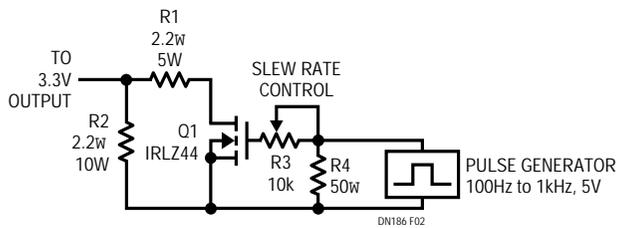


図2. パルス負荷回路

固定補償のレギュレータを使用する場合は、全温度範囲にわたってループ安定性のテストを行うことがさらに重要です。全温度範囲で確実に安定動作できるように、出力コンデンサを追加することが必要な場合もあります。

ほとんどの研究室には、電源試験のためのダイナミック負荷はありません。図2の回路は経済的に負荷の過度応答をテストする方法を示します。R2の値は標準的な過渡前の負荷電流を流すように選択され、R1の値は必要な負荷電流ステップが得られるよう選択されました。抵抗R3は、実際の負荷条件をより適切にシミュレートするために、負荷電流ステップの傾斜を制御します。

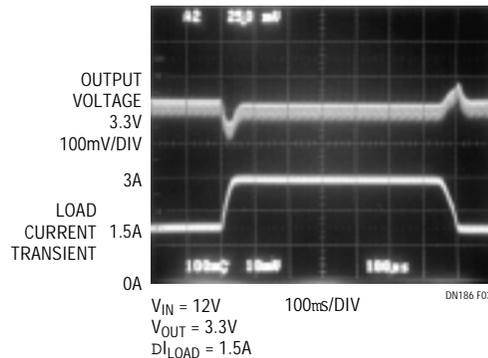


図3. 過渡電流波形

また、制御ループが定格温度範囲で安定動作していることを確認することも重要です。ヒートガンやフリーズ・スプレイを使用して極端な温度でのテストが一般的ですが、回路への過度のテストを避けるために、実際の温度をモニターすることも大切です。すべての温度テストに温度制御槽を使用するのが最良です。

可変ループ補償の利点は単純です。つまりループ補償部品を最適化すると、与えられた負荷要求条件に対して、最も安価な出力コンデンサを使用することができます。可変ループ補償は、すべてのLTC1435ファミリのパーツで可能です。表1に示すとおり、さまざまな特徴を備えたシングルおよびデュアルの両バージョンのデバイスが用意されています。

表1. LTC1435の関連部品

製品番号	説明	注釈
LT1436/LTC1436-PLL/ LTC1437	高効率、低ノイズ、同期式降圧 スイッチング・レギュレータ	全機能内蔵シングル・コントローラ
LTC1438	デュアル同期式コントローラ、 パワーオン・リセット および予備コンパレータ付き	シャットダウン電流 < 30 A
LTC1439	デュアル同期式コントローラ、 パワーオン・リセット、 予備リニア・コントローラ、 アダプティブ・パワー、 外部同期、補助レギュレータ、 および汎用コンパレータ付き	シャットダウン電流 < 30 A
LTC1538-AUX	デュアル同期式コントローラ、 AUXレギュレータ付き	シャットダウン時に5Vスタンバイ
LTC1539	デュアル同期式コントローラ、 LTC1439と同じ機能内蔵	シャットダウン時に5Vスタンバイ