

ポータブル・コンピュータの性能を改善し、 CPUの温度を低下させる2ステップ電圧レギュレーション

デザインノート 209

John Seago

2ステップ・レギュレーションにより、ポータブル・アプリケーションにおけるCPU電源の最適化が可能です。CPUクロック周波数が高いと、コア電圧が低く、電源電流が大きく、CPUの消費電力が高いことを意味します。5V電源から安定化CPU電源を生成すると、レギュレータのスイッチング損失が減少し、スイッチング周波数を高くすることができます。高周波数動作によってインダクタが小型化され、出力コンデンサの個数が少なくてすみ、過渡応答が向上します。LTC®1736はOPTI-LOOP™補償と3.5V～36Vの入力範囲を備えているので、1ステップまたは2ステップ構成のいずれにも対応可能です。

1ステップ対2ステップ電力変換

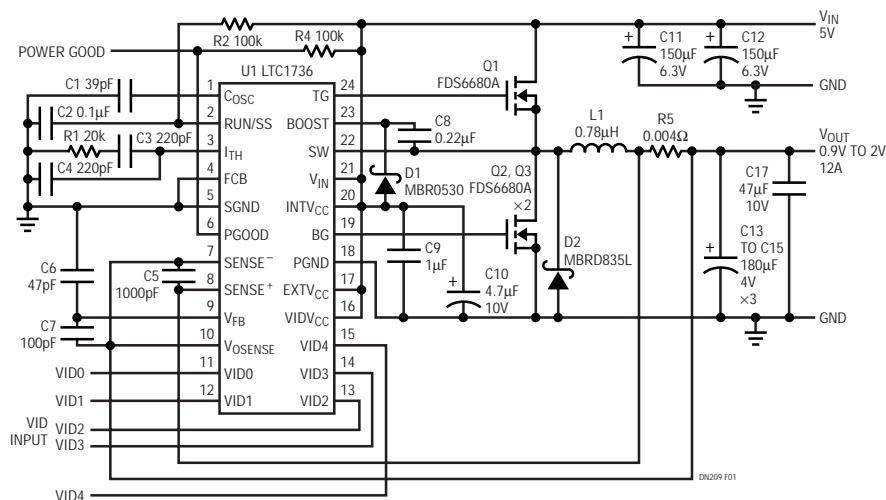
伝統的にポータブル・コンピュータのCPU電圧レギュレータは、広い入力電圧範囲で動作します。この1ステップ安定化手法は、電源に最小8Vのバッテリー電圧から最大24Vのアダプタ電圧で動作することを強制します。このように入力電圧範囲が広いと、設計者はインダクタンス値が比較的大きいスイッチ・インダクタを使用せざるを得ません。インダクタの値が大きいとより多くのエネルギーが蓄えられるので、負荷電流が急激に減少すると、過電圧過渡が大きくなります。

過渡仕様に適合させるために、場合によっては出力容量を追加する必要があります。

CPUのコア電圧は、現在は1.5V領域にあります。1ステップ方式を使用して24Vを1.5Vに安定化させると、レギュレータは高速CPUの過渡条件に適合させるために、入力電流の狭い「ごく一部分」を安定化するように強制されます。24VのACアダプタでは、1.5VのCPU電圧を供給するときには強制的にデューティ・サイクルを6.25%にし、300kHz動作時にはトップMOSFETが各サイクルで0.2μ間導通することを意味します。

2ステップ・レギュレーションを使用して、CPU電圧を5Vシステム電源から安定化します。コア電圧レギュレータの入力電圧を低くすればスイッチング損失が減少し、より高いスイッチング周波数、小型インダクタ、低い出力コンデンサ容量、広い帯域幅を実現でき、さらに制御ループの最適化が容易で高効率を達成可能です。ポータブル・コンピュータ・アプリケーションでは、通常コア電圧レギュレータはCPUの近くに配置されるため、高効率と小型インダクタ・サイズが非常に重要です。CPU周辺では温度上昇が大きな問題です。この部分は部品が密集しています。

LT、LTC、LTはリニアテクノロジー社の登録商標です。
OPTI-LOOPとBurst Modeはリニアテクノロジー社の商標です。



C11, C12: PANASONIC EEFUEQJ151R
C13 TO C15: PANASONIC EEFUEG181R
C17: TAIYO YUDEN LMK550BJ476MM-B
L1: COILCRAFT DO5022P-781HC
Q1 TO Q3: FAIRCHILD FDS6680A
R5: IRC LRF2512-01-R004-F
U1: LINEAR TECHNOLOGY LTC1736CG

図1. 2ステップ・アプリケーション用CPUコア電圧レギュレータ

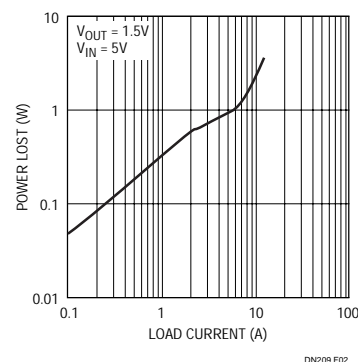


図2. 2ステップ・レギュレータの電力損失曲線

図1の回路は、5V入力から5ビットでデジタル制御された0.9V～2V/12Aの範囲の出力電圧を生成するLTC1736を示します。LTC1736はポピュラーなLTC1735とほぼ同じで、5ビットVIDおよびパワーグッド出力を備えた定周波数電流モード同期式降圧コントローラです。1.5V出力での0.2A～12A負荷ステップに対して、0.1Vの過渡応答を得るのに必要な出力コンデンサ容量はわずか540μFです。図2に回路の電力損失曲線を示します。

図3の回路は、8V～24Vの入力電圧に対応するよう再設計したLTC1736の回路です。1.5V出力での0.2A～12A負荷ステップに対して、0.1Vの過渡応答を得るのに必要な出力コンデンサ容量は720μFです。図4の電力損失曲線は、高い入力電圧によって生じるスイッチング損失増加の影響を示します。高いスイッチング損失によって消費電力が増加すると、CPU周囲の温度が上昇するため、CPUの温度も上昇します。

この2つの回路図を比較すれば、LTC1736の多様性が分かります。OPTI-LOOPアーキテクチャにより、 I_{TH} ピンに接続された補償部品の値を調整することによって、周波数応答と過渡応答の両方を最適化できます。 V_{FB} ピンを通して誤差アンプにアクセスできるので、位相の進みを追加して過渡応答を改善したり、回路の安定性を向上させることができます。コンデンサC7は図1の回路に位相の進みを与えます。LTC1735/6は定格入力電圧が3.5V ~ 36Vであり、

入力の変圧電圧が36V以下であれば24V以上の入力電圧に問題なく対応可能です。

一般的な間違いは、直列になった2つの回路の総合効率は各回路の効率の積であると考えことです。これは正しくありません。効率は、 $\text{全出力電力} \div (\text{全出力電力} + \text{全回路損失})$ として定義されます。

2ステップ・レギュレーションは、5Vレギュレータの効率曲線の優位性を利用します。この5V電源のピーク効率は約95%で、これは負荷電流の広い範囲にわたって比較的フラットです。CPU電源に給電するための追加電流により、5Vレギュレータの効率は約1%低下しますが、CPU電源の大部分を約94%の効率で安定化します。5V入力時、CPUレギュレータのピーク効率は約90%になります。12V入力時の1ステップ変換と2ステップ変換の効率を比較すると、5Vレギュレータでの損失増加分は、システム全体の効率がほぼ一定なので、CPUレギュレータでの損失減少分とほぼ同じです。

2ステップ・レギュレーションによって効率が改善されると、すべての入力電圧に対してCPU付近で消費される電力が減少します。図4の効率曲線は、ACアダプタからシステムに供給する電圧が高いほど、1ステップ・レギュレータによってCPU付近で消費される電力が増えることを示しています。

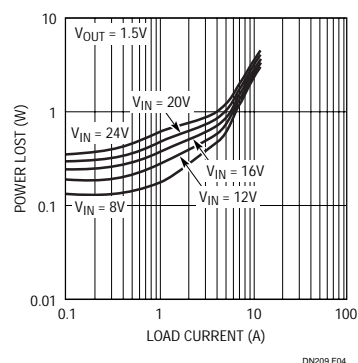
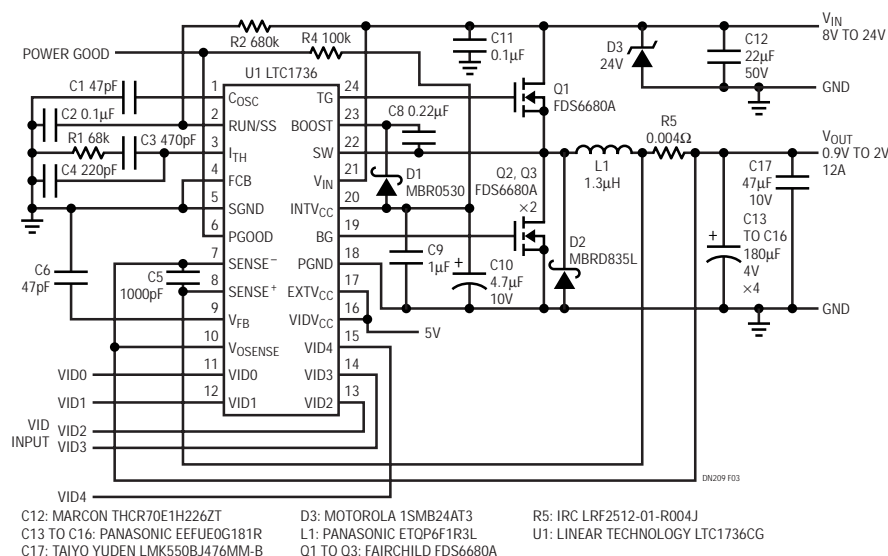


図4. 1ステップ・レギュレータの電力損失曲線

図3. 1ステップ・アプリケーション用CPUコア電圧レギュレータ

データシートのダウンロード*

<http://www.linear-tech.com/go/dnLTC1736>

お問い合わせは当社または下記代理店まで（50 音順）

東京エレクトロニクス株式会社
〒224-0045 横浜市都築区東方町 1
TEL(045)474-5114 FAX(045)474-5617

株式会社トーマンエレクトロニクス
〒108-0075 東京都港区港南 1-8-27
TEL(03)5462-9615 FAX(03)5462-9695

株式会社マクニカ
〒226-0006 横浜市緑区白山 1-22-2
TEL(045)939-6104 FAX(045)939-6105

リニアテクノロジー株式会社
162-0814 東京都新宿区新小川町 1-14 NAO ビル 5F
TEL(03)3267-7891 FAX(03)3267-8510
<http://www.linear-tech.com>

dn209f 0899 5K • PRINTED IN JAPAN

 **LINEAR**
TECHNOLOGY

© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 1999