

プログラマブルな補償機能を備えた高効率、高密度のPSM μ Moduleレギュレータ

著者: Haihua Zhou、Jian Li、Simon Tian
アナログ・デバイセズ

FPGAボードやプロトタイプ、テスト、測定などのアプリケーションには、汎用性の高い高密度の電源ソリューションが必要です。LTM4678は25Aデュアル出力または50Aシングル出力の μ Module®レギュレータで、16mm×16mmの小型パッケージにデジタル・パワー・システム・マネージメント機能（PSM）を内蔵しており、以下の特長を備えています。

- ▶ デジタル・インターフェースを使用したデジタル調整が可能なデュアル・アナログ・ループによる制御と監視
- ▶ 広い入力電圧範囲：4.5V～16V
- ▶ 広い出力電圧範囲：0.5V～3.3V
- ▶ 温度変化に対する最大DC出力誤差：±0.5%
- ▶ 電流リードバック精度：±5%
- ▶ 1mΩ以下のDCR電流検出
- ▶ 統合化された入力電流検出アンプ
- ▶ 400kHz、PMBus準拠のI²Cシリアル・インターフェース
- ▶ 最大125Hzのテレメトリ・ポーリング・レート
- ▶ 16ビット・シグマ・デルタ（ $\Sigma\Delta$ ）ADC内蔵
- ▶ 固定周波数電流モード制御
- ▶ バランスの取れた電流分担による並列動作
- ▶ 16mm × 16mm × 5.86mm CoP-BGA

I²CベースのPMBUSインターフェースとプログラマブル・ループ補償

LTM4678は、アナログ・デバイセズのパワー・システム・マネージメント（PSM） μ Moduleファミリに属するデバイスで、PMBus/SMBus/I²Cデジタル・インターフェースを通じて設定とモニタリングを行うことができます。PCベースのLTpowerPlay®ツールは、電源電圧、電流、使用電力、シーケン

シング、マーージニング、障害ログ・データを視覚的にモニタリングし、制御することを可能にします。LTM4678は、ループ補償変数（ g_m と R_{TH} ）をプログラムできる初の μ Moduleレギュレータで、PCBボードの作成や変更を繰り返す煩わしさがなく動的な性能チューニングが可能のため、設計時間を大幅に短縮できます。

熱性能を向上させた小型で高電力密度のCoP-BGAパッケージ

熱性能を向上させたCoP（Component on Package）BGAパッケージは、高出力のLTM4678をわずか16mm×16mmのPCBフットプリントに組み込むことを可能にしています。インダクタはパッケージ上面に実装されてヒートシンクとして使われるため、効率的な冷却が可能です。

電流モード制御による容易な電流増幅

LTM4678はピーク電流モード制御を使用しています。電流はサイクルごとにモニタされて制御されるので、相間で電流を均等に分担することができます。

その他のユニークな特長

- ▶ デュアル・リモート出力検出機能が、大電流アプリケーションにおけるパターンの電圧低下を補償。
- ▶ 温度変化に対する最大DC出力誤差が±0.5%で、レギュレーション・マージンに余裕がある。
- ▶ 直接入力電流検出により入力電流と入力電力を正確に測定。
- ▶ 出力電圧がレギュレーション範囲内の場合、専用のPGOODピンが下流側システムに信号を提供。
- ▶ EXT_{CC}ピンが高 V_{IN} 条件下で最大限の効率を実現。

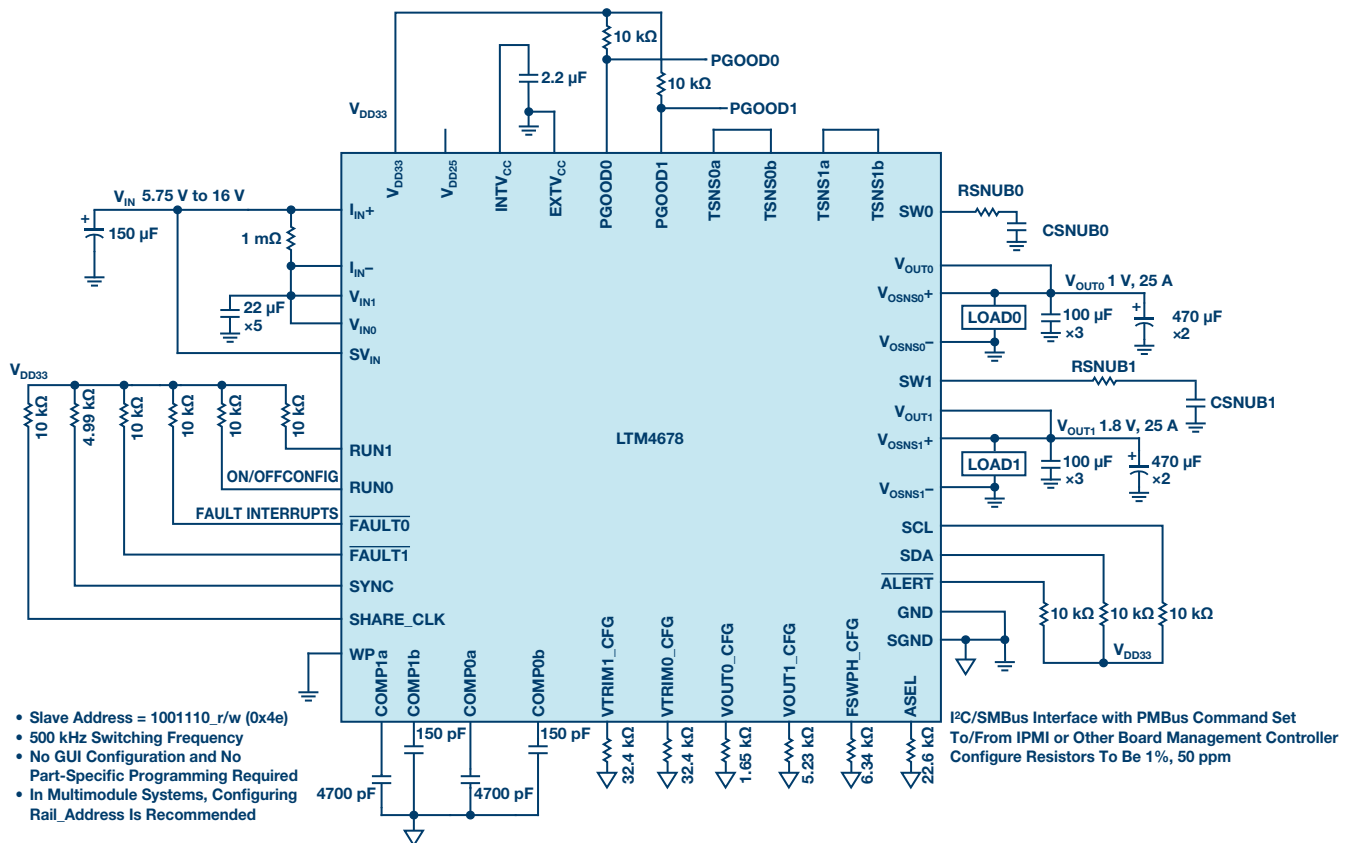


図1. I²Cシリアル制御およびモニタリング・インターフェースを使用した1Vおよび1.8V 25A出力。

デュアル出力コンバータ
(1V 25Aおよび1.8V 25A)

5.75V～16V入力、デュアル出力の代表的なソリューションを図1に示します。LTM4678の2つのチャンネルは180°の相対位相シフトで動作し、入力rms電流リップルを減らすと共にコンデンサを小型化します。

図2に示すように、強制連続電流モード（CCM）における総合的なソリューション効率は、1.0V/25Aで85.8%、1.8V/25Aで90.4%です。

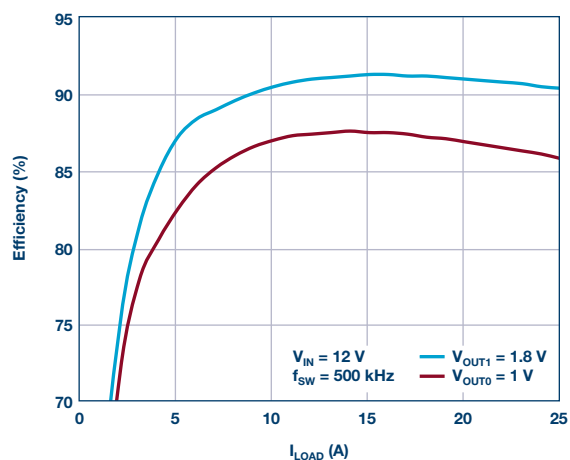


図2. 2つの出力の効率

$V_{IN} = 12V$ 、 $V_{OUT0} = 1.0V/25A$ 、 $V_{OUT1} = 1.8V/25A$ 、200LFMで動作させた場合のLTM4678の熱性能を図3に示します。周囲温度が約24℃のときのホットスポット（CH1のインダクタ）の温度上昇は63℃です。

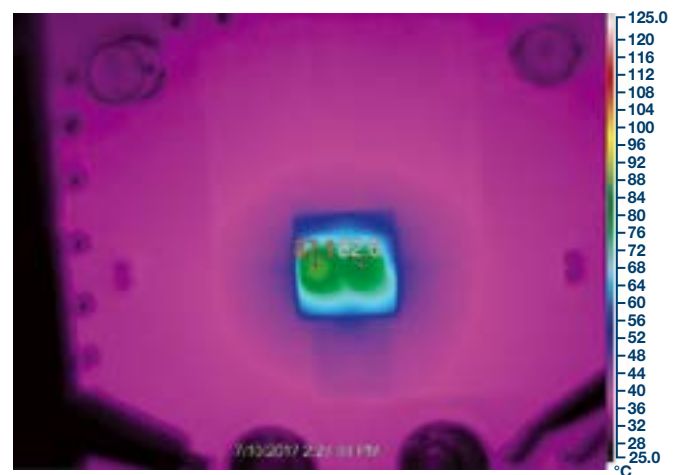


図3. デュアル出力コンバータの熱性能。

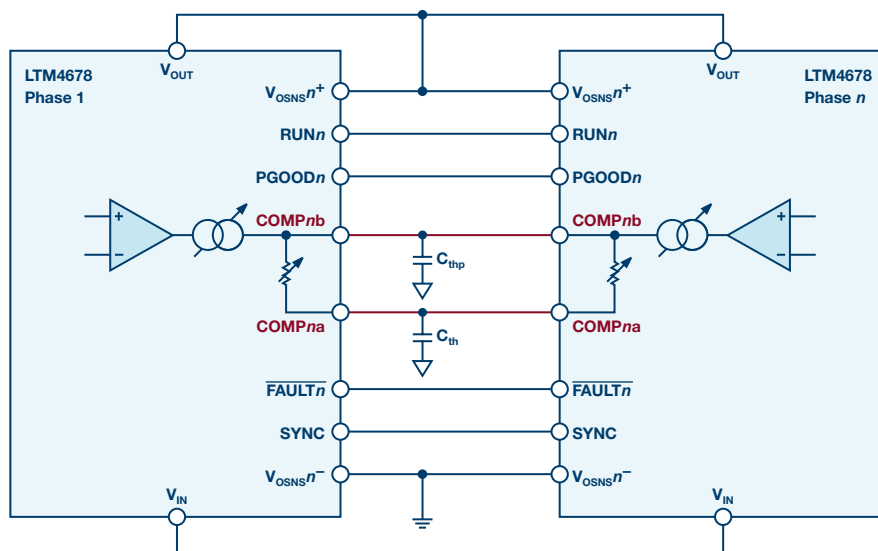


図4. 多相動作のシンプルさを示すブロック図。

多相、シングル出力、大電流 (12V~1V 250A)

LTM4678は、大電流ソリューション用の多相シングル出力コンバータとして構成できます。図4に、複数のLTM4678を接続するためのブロック図を示します。出力電流を増やすにはLTM4678を追加して、それぞれの V_{IN} 、 V_{OUT} 、 V_{OSNS+} 、 V_{OSNS-} 、PGOOD、COMP_{a/b}、RUN、 $\overline{\text{FAULT}}$ 、SYNC、GNDピンを互いに接続します。

5個のLTM4678（10相）を並列に接続したときの各相の電流を図5に示します。これら10個の相の最大電流差は0.75Aで（25A基準で3%）、バランスの取れた電流分担が実現されていることを示しています。

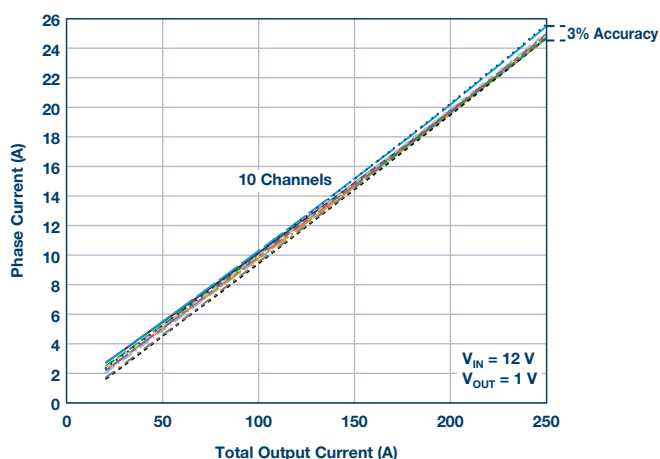


図5. 並列接続した5個のLTM4678デバイス（10相）による電流分担。

5個のLTM4678を並列に接続し、450LFMの冷却空気を当てて220Aの出力を得た場合の熱画像を図6に示します。5個のμModuleレギュレータ間の最大温度差は10℃です。8相ソリューションの全体の回路図を図7に示します。

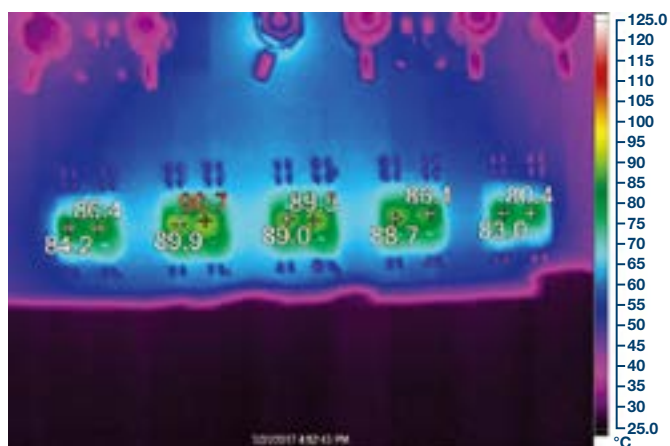


図6. 多相コンバータの熱性能。

まとめ

LTM4678 μ Moduleレギュレータは汎用性を備えた高性能の電源ソリューションで、16mm $\times$ 16mmのフットプリントで高い効率と出力を実現します。LTM4678は小型で使いやすいため、FPGAボードのようなスペースに制約のある設計に最適です。電気通信システムやデータ通信システム、あるいは工業用アプリケーションやコンピュータ・システム・アプリケーションなどの大電流アプリケーションには、複数のLTM4678を並列に接続して、多相動作で 사용할 ことができます。

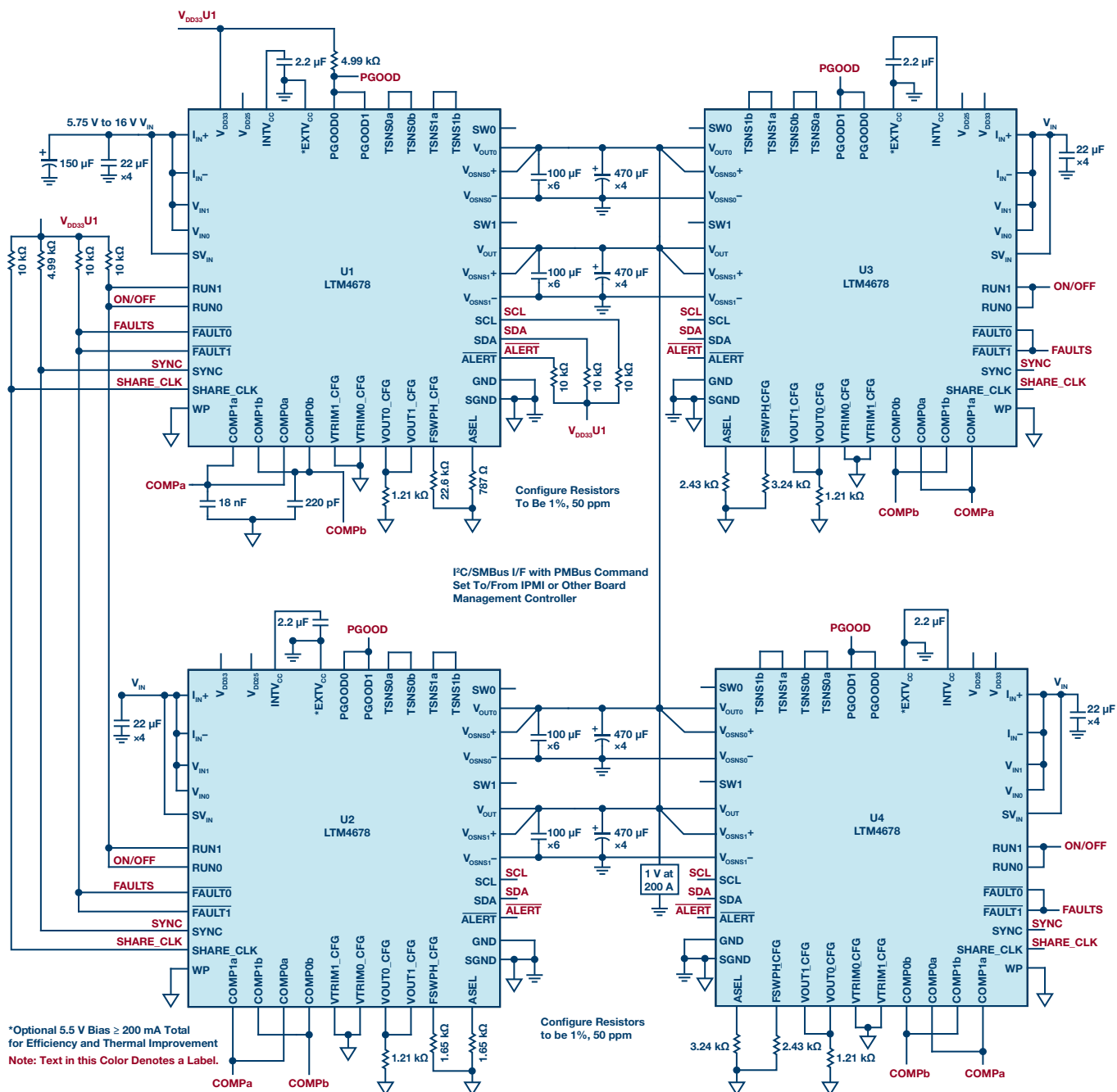


図7. 4個のLTM4678を使用した8相動作により1V 200Aの出力を生成。

著者について

Haihua Zhou

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。μModule降圧レギュレータICアプリケーションを担当。アナログ・デバイセズ入社前はInfineon/International RectifierにてGaNアプリケーション業務を担当。シンガポール国立大学で博士号を取得。

連絡先: haihua.zhou@analog.com

Jian Li

2004年に中国の清華大学で制御理論と制御工学の修士号を、2009年に米国のバージニア工科大学でパワー・エレクトロニクスの博士号を取得。現在、アナログ・デバイセズのパワー製品のアプリケーション・エンジニアリング・マネージャ。9件の米国特許を持ち、20以上の原著論文や学会論文を発表。

連絡先: jian.li@analog.com

Simon Tian

アナログ・デバイセズのμModule設計エンジニア。アプリケーション・エンジニアとしての経験も有する。2015年にバージニア工科大学で電気工学の博士号を取得し、これまで20以上の技術論文を発表。

連絡先: simon.tian@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。

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

©2019 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。

www.analog.com/jp

DN21073-0-3/19



想像を超える可能性を
AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™