

## Design Guide: TIDA-050073

# 第2段のフィルタ搭載、3.8V~30V 入力、3A、1.2V、低出力リップル電源のリファレンス デザイン



### 概要

この低リップル電源のリファレンス デザインは、3.8V~30V の入力から、最大 3A の電流で 1.2V の出力電圧をサポートします。このような低リップル電圧は、ADC、RF トランシーバ、アナログ フロント エンド (AFE) など多くのアプリケーションで必要になります。TPS62933F パワー コンバータを第2段の LC フィルタと組み合わせて使用すると、非常に単純で低リップルの電源を設計し、3A の電流で 1.2V の出力電圧を生成できます。

### 参照情報

TIDA-050073

デザイン フォルダ

TPS62933F

プロダクト フォルダ



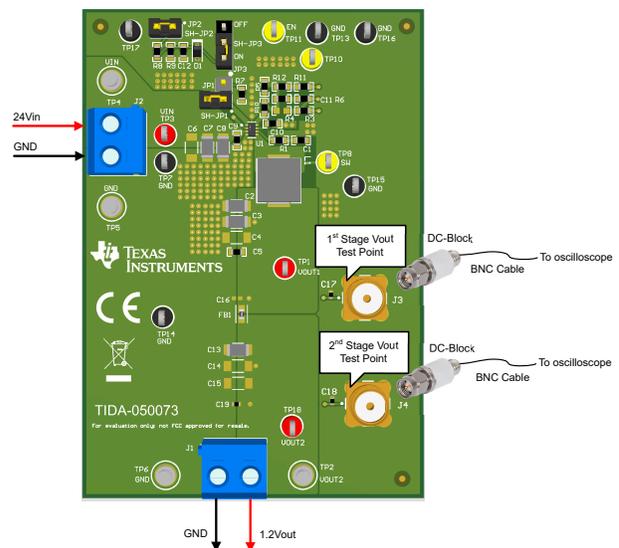
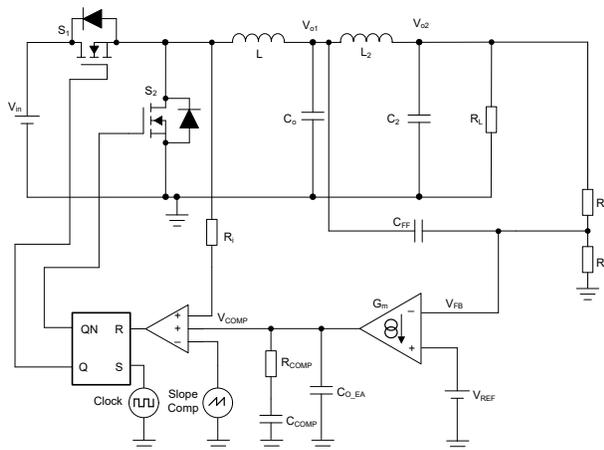
テキサス・インスツルメンツの™ E2E サポート エキスパートにお問い合わせください。

### 特長

- 1mV 未満の低い出力リップルのピーク ツー ピーク 振幅
- 広い入力電圧範囲: 3.8V~30V
- 最大 3A の連続出力電流
- 内部補償付きピーク電流制御モード
- 動作時接合部温度: -40°C~150°C

### アプリケーション

- 試験 / 測定機器
- 医療用
- ワイヤレス インフラ



## 1 システムの説明

TIDA-050073 を使用すると、第 2 段のフィルタを TPS62933F 同期整流降圧コンバータとともに使用する、非常にシンプルで低出力リップルの降圧レギュレータを設計できます。この設計では、3.8V~30V の入力電圧から最大電流 3A の 1.2V レールを生成する、低出力リップルの電源を紹介します。最適化されたループ補償機能を内蔵しているため、外付けの補償部品は不要です。ADC、RF トランシーバ、アナログ フロント エンド (AFE) など多くのアプリケーションは、低いリップル電圧が必要です。

表 1-1. 主なシステム仕様

設計パラメータ	値の例
入力電圧範囲	公称 24V、3.8V~30V
出力電圧範囲	1.2V
スイッチング周波数	500kHz
過渡応答、50% の負荷ステップ	$\Delta V_O = \pm 5\%$
出力リップル電圧	<1mV
出力電流定格	3A

## 2 システム概要

### 2.1 ブロック図

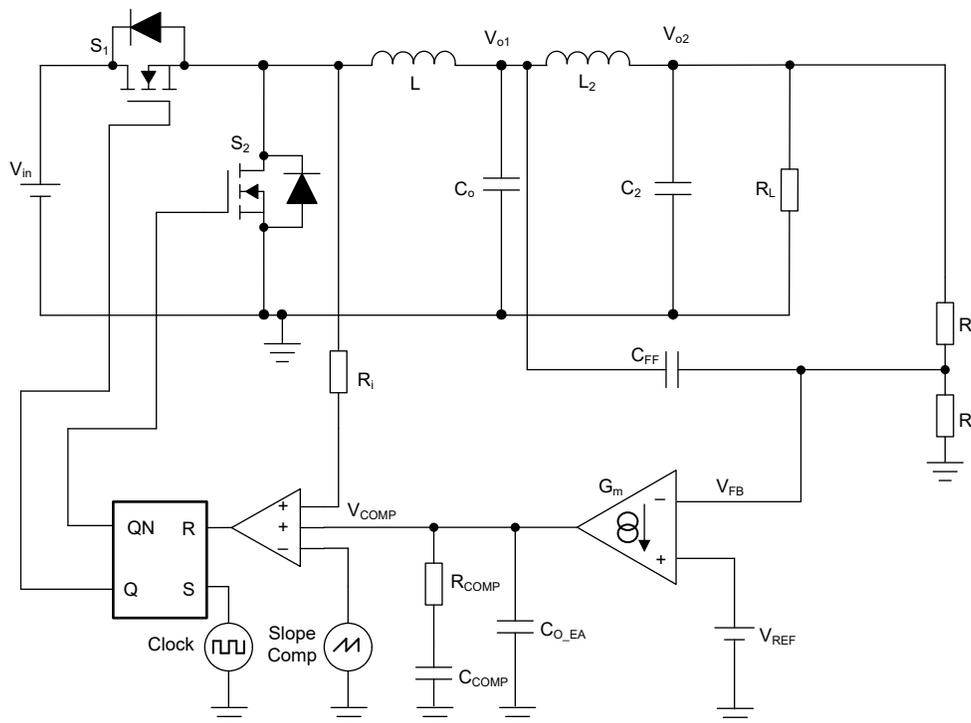


図 2-1. TIDA-050073 のブロック図

## 2.2 設計上の考慮事項

低リップルと低ノイズは通常、電源の 2 つの異なる特徴を示しています。リップルとは、スイッチング周波数による出力電圧の変動を指します。この変動をスコープで測定し、第 2 段の LC フィルタを使用して低減します。ノイズとは通常、100Hz ~ 100kHz の周波数範囲における電圧変動を指し、通常はノイズ スペクトラムを使用して測定され、独自の IC 設計によって制限されます。低リップルが必要で、低ノイズの必要がない一部のアプリケーションでは、汎用ピーク電流モード降圧レギュレータとして、第 2 段目の LC フィルタを使用する設計方法が推奨されます。

第 2 段のフィルタを使用する降圧コンバータの方式を、[図 2-2](#) に示します。2 次ローパス フィルタは、インダクタ  $L_2$  とコンデンサ  $C_2$  によって形成されます。フィルタとともに新しい共役極のペアが導入されており、高周波ゲインの減衰により、スイッチング周波数における出力電圧リップルとノイズを低減できます。インダクタ  $L_2$  とコンデンサ  $C_2$  の選択方法は、[アプリケーション ノート](#)で分析されています。

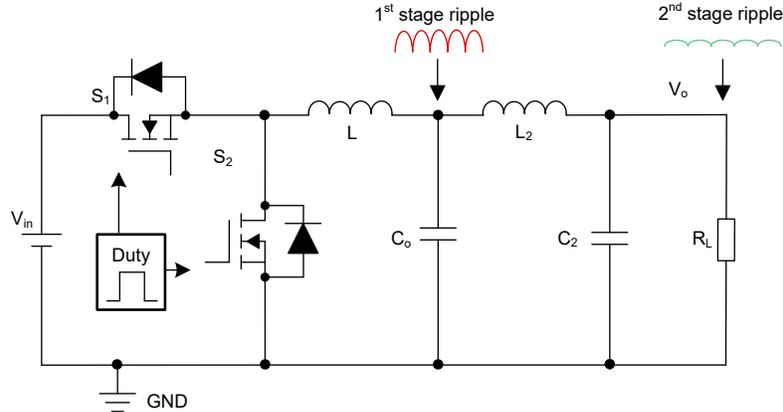


図 2-2. 第 2 段のフィルタを持つ降圧コンバータ

第 2 段のフィルタを使用する電源設計の方式を、[図 2-3](#) から [図 2-5](#) までに示します。これらは、それぞれ第 1 段センス、第 2 段センス、ハイブリッド センスを使用する電源設計に対応しています。それぞれの設計の長所と短所を以下にまとめます。

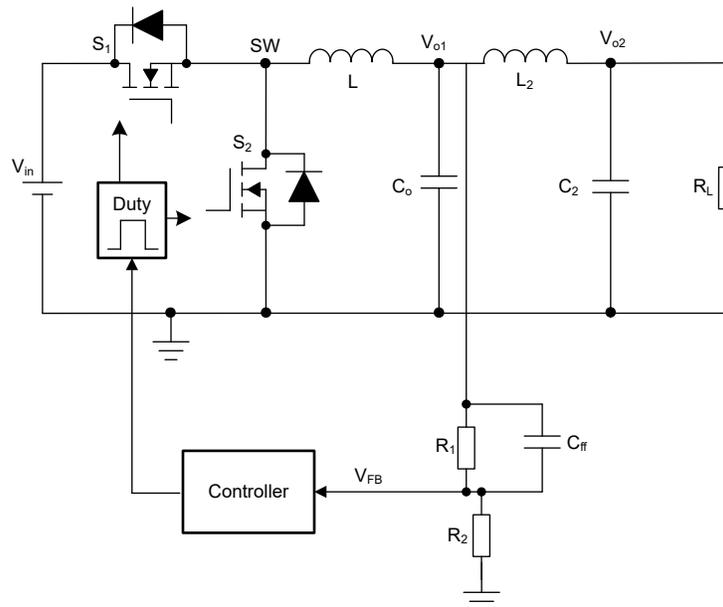


図 2-3. 第 1 段センスを使用するコンバータの第 2 段フィルタ設計の方式

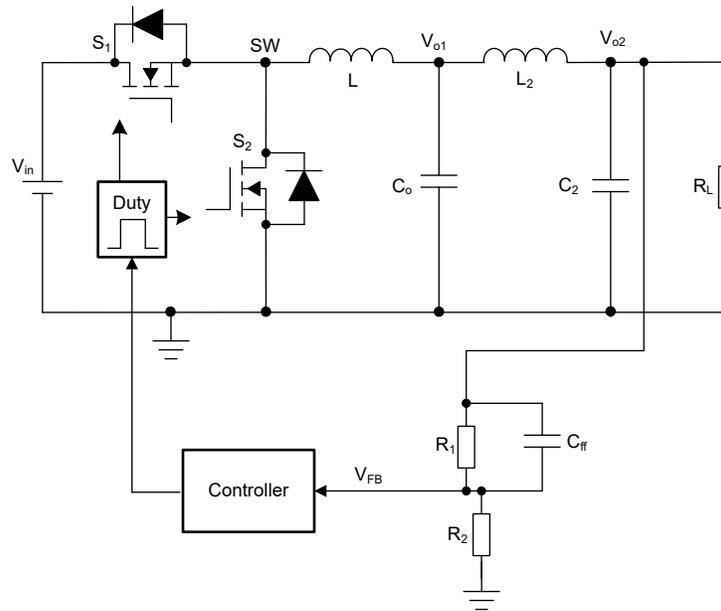


図 2-4. 第 2 段センスを使用するコンバータの第 2 段フィルタ設計の方式

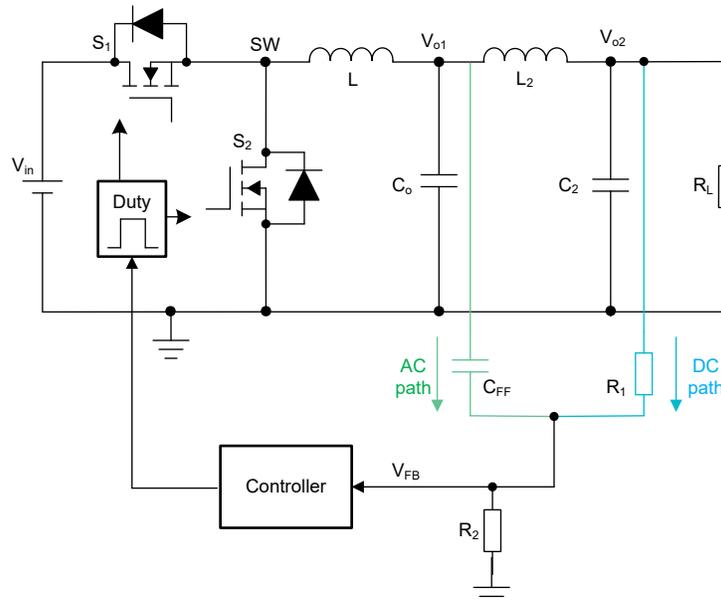


図 2-5. ハイブリッド センスを使用するコンバータの第 2 段フィルタ設計の方式

- 第 1 段センスを使用する場合、帰還センス ポイントは  $V_{o1}$  で、 $L_2$  の DCR での電圧降下を補償できないので、ロードレギュレーションの性能が低下します。ただし、第 2 段のフィルタの 2 極が制御ループに含まれていないため、安定性には優れています。
- 第 2 段センスを使用すると、 $L_2$  の DCR での電圧降下を補償できます。ただし、第 2 段のフィルタの 2 極が、ループの応答に明確な影響を及ぼす可能性があります。 $L_2$  と  $C_2$  の値が大きくなると、第 2 段のフィルタにある 2 極の周波数が低下し、帯域幅に近づく可能性があります。その場合、位相マージンが減少し、不安定性を引き起こす可能性があります。これにより、第 2 段のフィルタに選択できる部品の最大値が制限され、出力リップルを低減する能力も制限されます。
- ハイブリッド センスを使用する場合、フィードフォワード コンデンサ  $C_{ff}$  を  $V_{o1}$  に接続し、上側帰還抵抗  $R_1$  を  $V_{o2}$  に接続します。 $V_{o1}$  の AC 変動を  $V_{FB}$  と結合し、合計帰還における  $V_{o2}$  の AC 変動部分を減らすことができます。これは、2 段目のフィルタがループの安定性に及ぼす影響を低減するのに役立ちます。また、DC レギュレーションが

$V_{o2}$  からの帰還に基づくため、ロードレギュレーション性能も優れています。したがって、ハイブリッド フィードバック センスを使用すると、ループの安定性と出力の精度を同時に確保できます。

ハイブリッド センスに明らかな利点があるため、リファレンス デザインではこのセンス方式を基礎としています。

PCM 降圧コンバータ TPS62933F を使用し、2 段目のフィルタとハイブリッド センス機能を搭載した TIDA-050073 のブロック図を、[図 2-6](#) に示します。この [アプリケーション ノート](#) では、ハイブリッド センス ループの安定性を分析する方法について解説します。

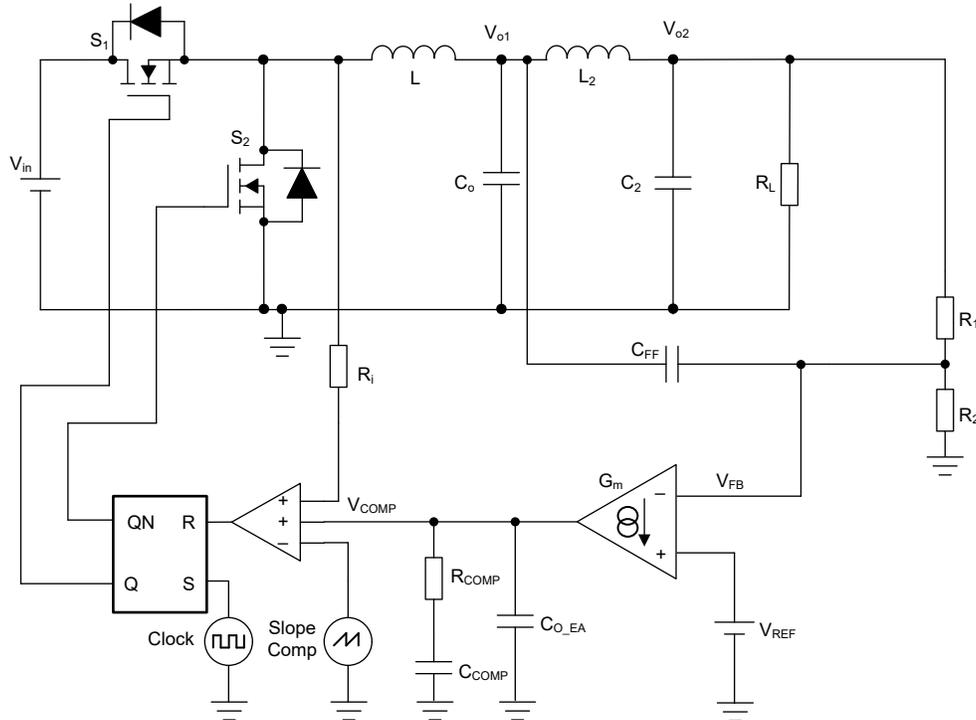


図 2-6. TIDA-050073 のブロック図

## 2.3 主な使用製品

TPS62933F は、3.8V~30V の広い入力電圧範囲を持ち、高効率で使いやすい同期整流降圧コンバータで、最大 3A の連続出力電流と 0.8V~22V の出力電圧をサポートしています。

このデバイスは、高速な過渡応答と優れたラインおよび負荷レギュレーションを行うため、固定周波数のピーク電流制御モードを採用しています。内部ループ補償を最適化することで、幅広い出力電圧と動作周波数にわたって外付け補償部品を不要にしています。強制連続導通モード (FCCM) 中は、負荷範囲全体にわたってスイッチング周波数が一定に保たれます。これは、軽負荷時のスイッチング周波数と出力電圧リップルの厳密な制御が必要なアプリケーション向けに設計されています。RT ピンの設定によりスイッチング周波数を 200kHz~2.2MHz の範囲で設定できるため、システムの効率、フィルタのサイズ、帯域幅を最適化できます。ソフトスタート時間は SS ピンの外付けコンデンサで調整できるため、大きな容量性負荷を駆動する際の突入電流を最小化できます。

本デバイスは、OTP、OVP、UVLO、サイクル単位の OC 制限、ヒカップ モード付き UVP などの保護機能を完備しています。このデバイスは、0.5mm ピンピッチの小型 SOT583 (1.6mm × 2.1mm) パッケージに封止されています。PCB のレイアウトが容易になるように最適化されたピン配置を採用しており、EMI 性能も優れています。

## 2.4 システム設計理論

リファレンス デザインの回路図を、[図 2-7](#) に示します。部品の値は、この[アプリケーション ノート](#)から求められます。

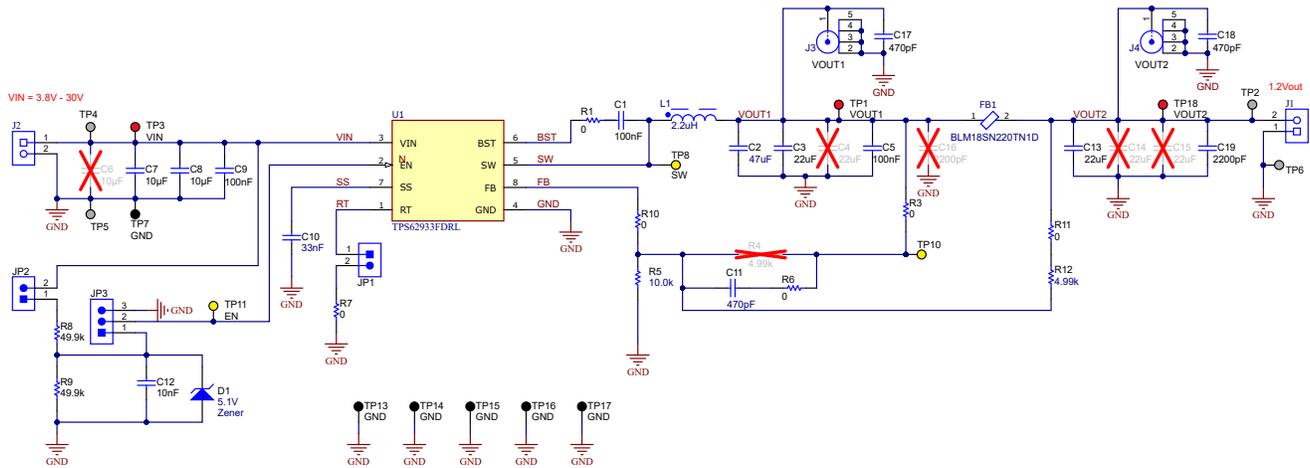


図 2-7. リファレンス デザインの回路図

## 3 ハードウェア、ソフトウェア、テスト要件、テスト結果

### 3.1 ハードウェア要件

テスト目的で、このリファレンス デザインには以下の機器が必要です。

- 3A 以上、最大 30V の負荷に電力を供給できる電源。
- 関連するテスト中に電流と電圧を測定する電流および電圧マルチメータ。
- 出力電圧リップルを測定するための、DC ブロック付き同軸ケーブル。
- 電圧と電流をキャプチャするオシロスコープ。
- TIDA-050073 ボードは、このデザインに含まれるすべてのデバイスを搭載したプリント基板 (PCB) です。
- 3A 以上の電流を供給できる抵抗性負荷または電子負荷。

### 3.2 テスト構成

図 3-1 に、TIDA-050053 のテストに使用する設定を示します。

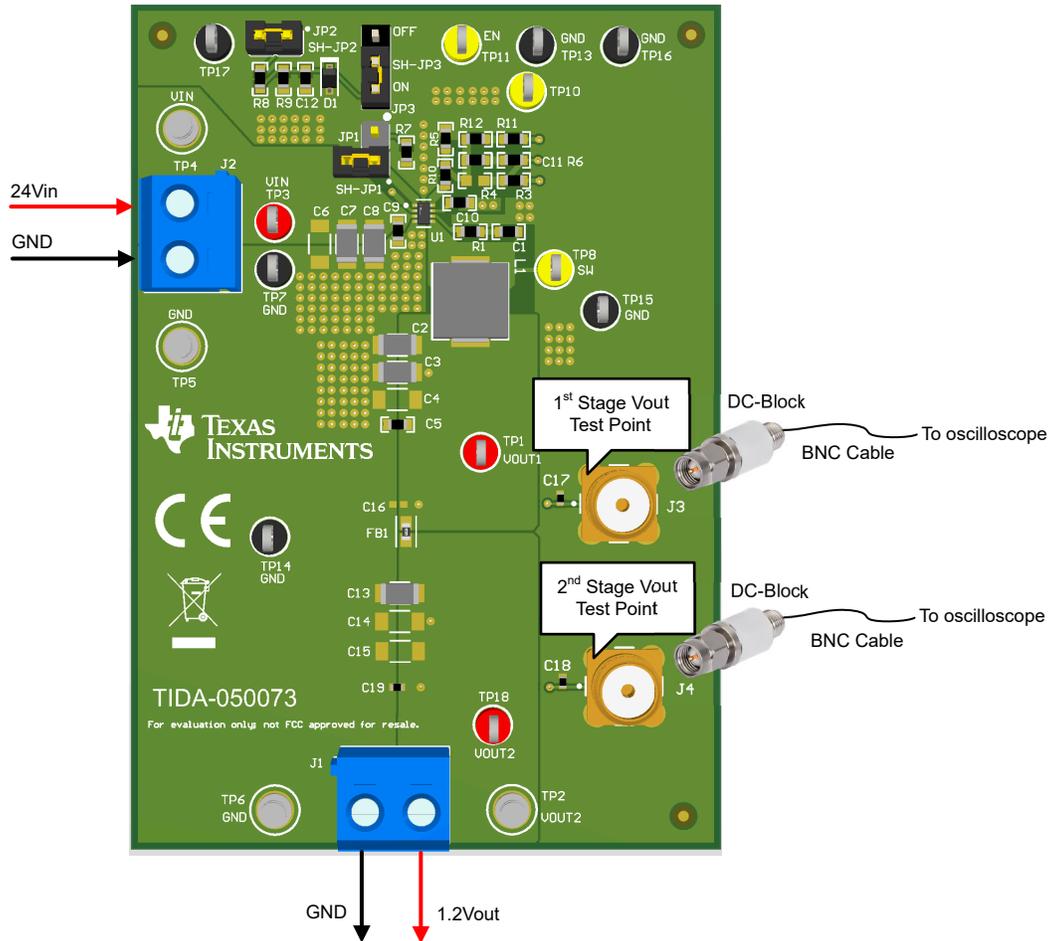


図 3-1. テスト構成

### 3.3 テスト結果

#### 3.3.1 出カリップル

24Vin、1.2Vout、500kHz、0A/0.5A/1A/3A での出力電圧リップルを、図 3-2 から 図 3-5 までに示します。ここで Channel2 (Vo\_1) は第 1 段の Vout リップル、Channel1 (Vo\_2) は第 2 段の Vout リップルです。ハイブリッド センズを使用し、LC フィルタの後で Vout リップルを 1mV 以内に制御します。

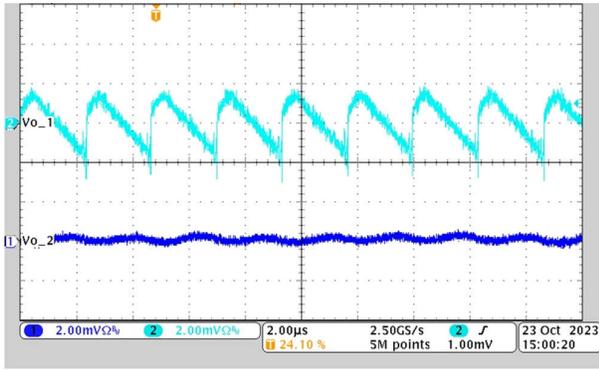


図 3-2. 出力電圧リップル (0A)

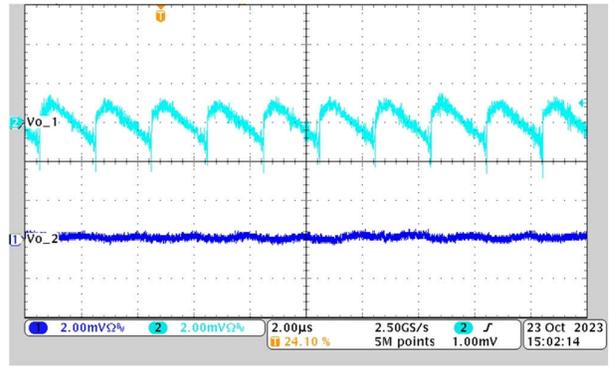


図 3-3. 出力電圧リップル (0.5A)

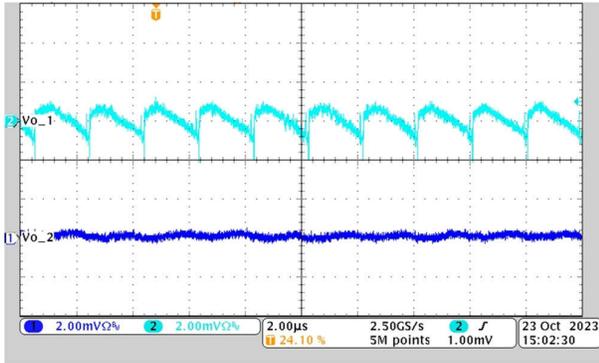


図 3-4. 出力電圧リップル (1A)

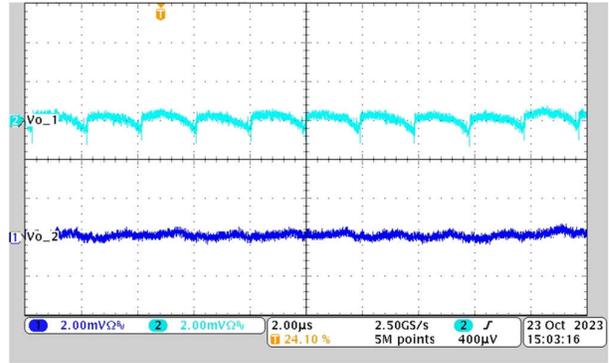


図 3-5. 出力電圧リップル (3A)

### 3.3.2 負荷過渡

24V 入力時の 0A~1.5A と 0.75A~2.25A の過渡応答を、[図 3-6](#) と [図 3-7](#) に示します。Vout のピークツーピークは、 $\pm 5\%$  の目標範囲内です。

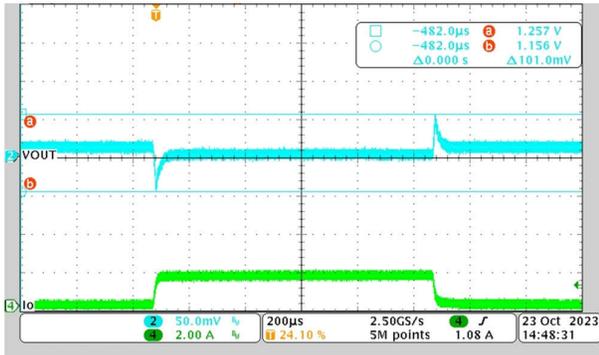


図 3-6. 負荷過渡性能  
(0A~1.5A)

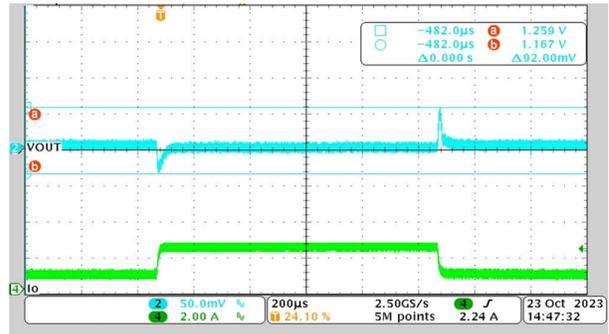


図 3-7. 負荷過渡性能  
(0.75A~2.25A)

## 4 設計とドキュメントのサポート

### 4.1 デザイン ファイル

#### 4.1.1 回路図

回路図をダウンロードするには、[TIDA-050073](#) のデザイン ファイルを参照してください。

#### 4.1.2 BOM

部品表 (BOM) をダウンロードするには、[TIDA-050073](#) のデザイン ファイルを参照してください。

#### 4.1.3 PCB レイアウトに関する推奨事項

レイヤ プロットをダウンロードするには、[TIDA-050073](#) のデザイン ファイルを参照してください。

#### 4.1.4 Altium プロジェクト

Altium Designer® のプロジェクト ファイルをダウンロードするには、[TIDA-050073](#) のデザイン ファイルを参照してください。

#### 4.1.5 ガーバー ファイル

ガーバー ファイルをダウンロードするには、[TIDA-050073](#) のデザイン ファイルを参照してください。

#### 4.1.6 アセンブリの図面

アセンブリの図面をダウンロードするには、[TIDA-050073](#) のデザイン ファイルを参照してください。

### 4.2 ドキュメントのサポート

1. テキサス・インスツルメンツ、『[TPS62933F 3.8V～30V、3A 同期整流降圧型コンバータ、SOT583 パッケージ](#)』データシート
2. テキサス・インスツルメンツ、『[TPS6291xEVM-077 評価基板](#)』ユーザー ガイド
3. テキサス・インスツルメンツ、『[低リップル電力用のピーク電流モード コンバータの第 2 段フィルタの設計-第 1 部:出力リップル低減のためのフィルタ設計](#)』アプリケーション ノート
4. テキサス・インスツルメンツ、『[低リップル電力用のピーク電流モード コンバータの第 2 段フィルタの設計-第 2 部:安定性のためのハイブリッド センス ネットワークの設計](#)』アプリケーション ノート

### 4.3 サポート・リソース

[テキサス・インスツルメンツ E2E™ サポート・フォーラム](#)は、エンジニアが検証済みの回答と設計に関するヒントをエキスパートから迅速かつ直接得ることができる場所です。既存の回答を検索したり、独自の質問をしたりすることで、設計に必要な支援を迅速に得ることができます。

リンクされているコンテンツは、各寄稿者により「現状のまま」提供されるものです。これらはテキサス・インスツルメンツの仕様を構成するものではなく、必ずしもテキサス・インスツルメンツの見解を反映したものではありません。テキサス・インスツルメンツの[使用条件](#)を参照してください。

### 4.4 商標

テキサス・インスツルメンツの™ and テキサス・インスツルメンツ E2E™ are trademarks of Texas Instruments.

Altium Designer® is a registered trademark of Altium LLC.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## 5 著者について

**Miranda Gu** は、テキサス・インスツルメンツのアプリケーション エンジニアで、アプリケーション サポートの提供と、お客様の技術的な設計課題の解決を担当しています。**Miranda** は、お客様のニーズを理解し、優れた設計を作成する支援も行います。

**Andrew Xiong** は、テキサス・インスツルメンツのシステム エンジニアで、マーケティング戦略とビジネスの機会に基づく新製品とテクノロジー プラットフォームの定義を担当しています。

## 重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、テキサス・インスツルメンツ製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツはその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。テキサス・インスツルメンツや第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる テキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツの保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated

## 重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス・デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、または [ti.com](#) やかかる TI 製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所 : Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated