

Design Guide: TIDA-010999

直流 (DC) 電気メーターのリファレンス デザイン



説明

この直流 (DC) 電気メーターのリファレンス デザインにより、エンド ユーザーは、拡張 Arm® Cortex®-M0+ コアをベースとする絶縁型データコンバータ (ISO-ADC) と超低消費電力 32 ビット マイコンを組み合わせた設計を評価できます。この設計は、課金用途に適した収益計測グレードの精度を実現します。

リソース


TIDA-010999	デザインフォルダ
AMC131M02	プロダクトフォルダ
MSPM0G1506	プロダクトフォルダ
MSPM0L2228	プロダクトフォルダ
ISO6731	プロダクトフォルダ
TRS3232	プロダクトフォルダ

特長

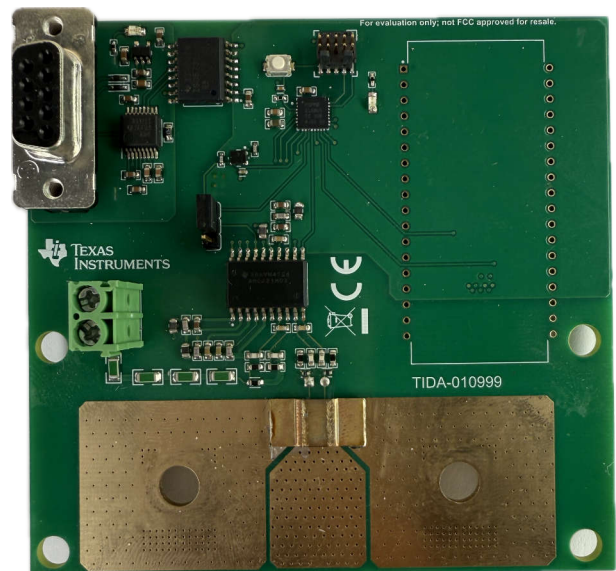
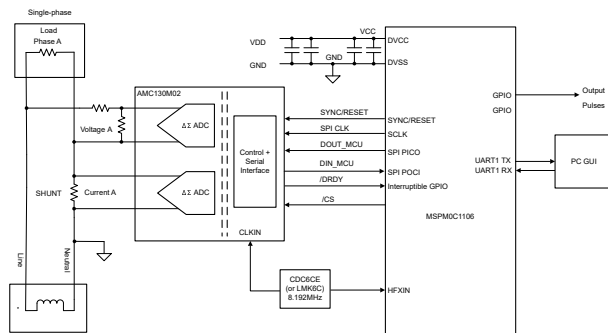
- ANSI C12.32-2021 に準拠した収益計測グレードの DC 計測試験:
 - クラス B
- 広い電流範囲:
 - 0.1A ~ 1000A
- オンボード LCD 画面:
 - エネルギー消費のリアルタイム更新
- 高電流用途向けの取り付け可能なバス バー拡張部

アプリケーション

- 電気メータ
- DC 高速充電パワー モジュール
- DC 高速充電ステーション
- ESS (エネルギー ストレージ システム) – バッテリー管理システム (BMS)



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。



1 システムの説明

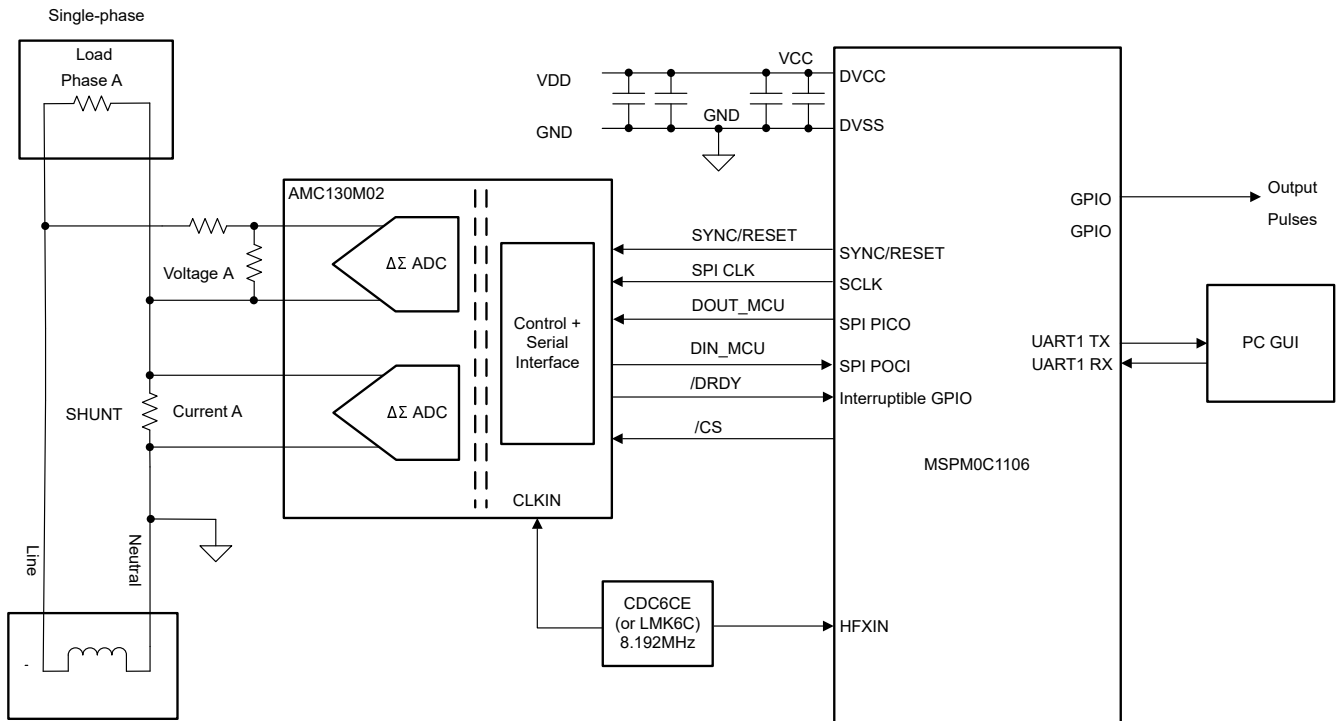
直流 (DC) が現代の電力インフラに一層統合されるにつれて、DC 専用の正確で信頼性の高い計測に対する需要は引き続き増加しています。DC 急速充電、再生可能エネルギー設備 (太陽光 PV)、エネルギー貯蔵、データセンターといったアプリケーションでは、安全な運用、性能最適化、公正なエネルギー課金を実現するために、高電圧および大電流の正確な測定が求められます。

TIDA-010999 のリファレンス デザインは、最新のデータ変換および処理技術を活用し、コンパクトなフォーム ファクタで高精度に高 DC 電圧および電流を電子的に測定することで、このニーズに対応します。この設計は収益計測 (課金用途) レベルの計測アプリケーションを対象としており、エンド ユーザーが、さまざまな新興 DC 電力インフラにおける課金および監視に適した DC メータリングのリファレンス デザインを評価できるようにします。

2 システム概要

低抵抗で高精度のインライン抵抗 (一般にシャント抵抗と呼ばれます) は、電流検出素子として機能します。シャント抵抗に生じる電圧降下を測定し、データ アクイジションのために絶縁型 A/D コンバータ (ADC) に入力します。デジタル化された電流データは、その後、測定のためにシステム マイコン (MCU) によって処理されます。シンプルな抵抗デバイダ ネットワークにより、測定電圧を ADC の入力範囲に適合するレベルまでスケールリングします。

2.1 ブロック図



2.2 設計上の考慮事項

大電流用途でシャント抵抗を使用する場合、いくつかの課題があり、中でも特に重要なのは温度上昇とドリフトです。通常の動作条件では、適切に放熱が行われている場合でも、シャント抵抗は一般に定格電流のおよそ 3 分の 2 を超えて連続動作させることはできません。放熱の効果は、機械設計および熱設計に大きく依存します。多くのアプリケーションでは、物理的なサイズ制約によりヒートシンクや強制空冷を使用できず、その結果、シャント抵抗および導電パッドからの熱除去能力が制限されます。PCB パターンや主導体の銅面積、厚さ、または銅重量を増やすといった代替的な冷却方法は、PCB 全体の重量、サイズ、コストを増加させることが多くあります。

シャント抵抗はラインに直列に直接接続され、ガルバニック絶縁を提供しないため、ライン サージや故障状態から敏感な電子回路を保護するには、追加の絶縁バリアが必要になります。そのため、絶縁型アンプまたは絶縁型 ADC を使用する必要があります。

DC 計測の観点からは、追加の設計上の考慮事項にも対応する必要があります。DC 用途ではゼロ交差によってオフセットが自然に平均化されることがないため、誤差が時間とともに直接蓄積されます。そのため、長期安定性や校正ドリフトがより重要になります。シャント全体の熱勾配はオフセット誤差とゲイン誤差を発生させ、小電流レベルと大電流レベルの両方で精度が低下する可能性があります。さらに、PCB パターンや相互接続における寄生抵抗は測定精度に大きな影響を与える可能性があるため、慎重な配線設計やインピーダンス制御設計が求められます。最後に、DC 計測アプリケーションでは、過度な自己発熱を抑えつつフル スケール電流を連続的に扱えるように設計する必要があり、さらに広い温度範囲および電流範囲にわたって精度を維持する必要があります。

2.3 主な使用製品

このリファレンス デザインでは、絶縁型 A/D コンバータと Arm® Cortex®-M0+ コア マイコンを組み合わせ、信号処理および制御を行います。オンボードの LCD ディスプレイを駆動し、ユーザー インターフェイスを管理するために、セカンダリ マイコンが搭載されています。バルク弾性波 (BAW) 共振子は、安定で低ジッタなタイミング基準を提供するために、ADC のクロック源として機能します。

設計上のベスト プラクティスとして、デジタル アイソレーションにより、ユーザー インターフェイスを測定および処理回路から電気的に分離しています。

2.3.1 AMC131M03

AMC131M03 は、高精度、3 チャンネル、データ / 電力絶縁型、同時サンプリング、24 ビット、デルタシグマ ($\Delta\Sigma$) A/D コンバータ (ADC) です。AMC131M03 は、エネルギー メーターおよび電力計測アプリケーション用に設計された、ダイナミックレンジが広く、低消費電力で、エネルギー測定固有の機能を備えています。デバイスの入力インピーダンスが高いため、ADC 入力を抵抗分圧器ネットワークまたはシャント電流センサに直接接続できます。AMC131M03 は、デバイスのローサイドから単一電源で動作できる完全統合型絶縁 DC/DC コンバータを備えています。強化容量性絶縁バリアは、VDE 0884-17 および UL1577 に準拠しています。この絶縁バリアは、異なる同相電圧レベルで動作するシステムの部品を分離し、低電圧部品を損傷から保護するため、AMC131M03 はシャント電流センサを使用する多相エネルギー メーター アプリケーションに最適です。

2.3.2 MSPM0G1506

MSPM0G150x マイクロコントローラ (MCU) は、最大 80MHz の周波数で動作する拡張 Arm® Cortex®-M0+ 32 ビット コア プラットフォームをベースにした、MSP 高集積超低消費電力 32 ビット MCU ファミリーに含まれます。コスト最適化されたこれらの MCU は高性能アナログ ペリフェラルを統合しており、-40°C ~ 125°C の拡張温度範囲をサポートし、1.62V ~ 3.6V の電源電圧で動作します。

2.3.3 MSPM0L2228

MSPM0L2228 は、最大 32MHz で動作する Arm® Cortex®-M0+ ベースの 32 ビット マイコンであり、超低消費電力かつコスト効率の高い設計向けに設計されています。このデバイスは、ECC およびデュアル バンクに対応した最大 256KB の内蔵フラッシュメモリ (フィールドでのファームウェア更新に対応) と、ECC およびパリティ保護を備えた最大 32KB の SRAM を提供します。このデバイスには、リアルタイム クロック、低周波クロック、タンパ検出、独立ウォッチドッグ、およびバックアップ メモリを備えた VBAT バックアップドメインが含まれており、メイン電源が失われた場合でもバッテリー バックアップ動作をサポートします。オプションの超低消費電力のセグメント LCD コントローラ (一部のデバイスでは) は、低コストのディスプレイ アプリケーションをサポートします。包括的な超低消費電力アーキテクチャにより、動作温度範囲全体にわたって性能を最大化しつつ、消費エネルギーを最小限に抑えます。

2.3.4 ISO6731DWR

ISO6731 デバイスは、UL 1577 に準拠し最大 5000V_{RMS} の絶縁定格を必要とするコスト重視のアプリケーション向けに、高性能な 3 チャンネルのデジタル アイソレーションを提供します。このデバイスは、VDE、TUV、CSA、および CQC の認証も取得しています。この ISO6731 デバイスは、CMOS や LVCMOS のデジタル I/O を絶縁しながら、低消費電力で高い電磁気耐性と低い放射を実現します。各絶縁チャンネルは、TI の二重容量結合型シリコン二酸化物 (SiO₂) 絶縁バリアによって分離されたロジック入力および出力バッファを備えています。このデバイスには、マルチコントローラ駆動用途において、各出力をハイ インピーダンス状態にできるイネーブルピンが備わっています。この ISO6731 デバイスには、2 本の順方向チャンネルと 1 本の逆方向チャンネルを備えています。入力電源または信号が失われた場合、末尾 F なしのデバイスでは出力はデフォルトで High となり、末尾 F 付きのデバイスでは Low となります。絶縁電源と組み合わせることで、このデバイスは UART、SPI、RS-485、RS-232、CAN などのデータバス上のノイズ電流による、敏感な回路の損傷を防止します。チップ設計およびレイアウト技術により、ISO6731 デバイスの電磁両立性は大幅に向上しており、アプリケーションレベルでの ESD、EFT、サージ、エミッションの適合を容易にします。ISO6731 デバイスは、16 ピン SOIC ワイド ボディ (DW) パッケージで提供され、旧世代デバイスとのピン互換のアップグレードを実現します。

2.3.5 TRS3232EIDBR

TRS3232E デバイスは 2 つのラインドライバ、2 つのラインレシーバ、1 つのデュアルチャージポンプ回路で構成されており、ピン間 (シリアルポート接続ピン、GND を含む) に $\pm 15\text{kV}$ の IEC ESD 保護機能を備えています。このデバイスは、TIA/EIA-232-F の要件を満たし、非同期通信コントローラとシリアルポートコネクタの間の電氣的インターフェイスとして機能します。チャージポンプと 4 つの小さな外付けコンデンサにより、 $3\text{V}\sim 5.5\text{V}$ の単一電源で動作できます。本デバイスは最大 250kbps/s のデータ信号速度、最大 $30\text{V}/\mu\text{s}$ のドライバ出力スルーレートで動作します。

2.3.6 TPS70933DBVR

TPS709 シリーズのリニアレギュレータは、消費電力が重要なアプリケーション用に設計された、静止電流が非常に低いデバイスです。高精度のバンドギャップおよびエラーアンプにより、温度範囲全体にわたって **2%** の精度が得られます。静止電流がわずか $1\mu\text{A}$ なので、アイドル時の消費電力を最小限に抑える必要のある常時オンのバッテリー駆動システムに最適な選択肢です。これらのデバイスは、サーマルシャットダウン、電流制限、逆電流保護機能により安全性が強化されています。シャットダウンモードは、EN ピンを **Low** にすることでイネーブルになります。このモードでのシャットダウン電流は、 150nA (標準値) に低下します。TPS709 シリーズは、WSO6-6 および SOT-23-5 パッケージで供給されます。

2.3.7 CDC6C

テキサスインスツルメンツの高精度バルク弾性波 (BAW) マイクロ共振器技術がパッケージに直接統合されているため、低ジッタのクロック回路を実現できます。BAW は、シリコンベースのその他の製造プロセスと同様に TI の工場ですべてに設計および製造されています。CDC6Cx デバイスは、共振源として BAW を組み込んだ低ジッタで低消費電力の固定周波数発振器です。このデバイスは、特定の周波数および機能ピンに合わせて工場出荷時にプログラム済みです。CDC6Cx には周波数制御ロジックと出力周波数分周器が搭載されており、規定された範囲内で任意の周波数を生成できるため、1 つのデバイスファミリで、あらゆる周波数のニーズに対応可能です。このデバイスは高性能のクロックを供給し、機械的な安定性があり、低消費電力で柔軟性が高く、小型パッケージのオプションもあり、産業用、テレコム、データ、およびエンタープライズネットワークやパーソナルエレクトロニクスの最終製品のリファレンスクロックやコアクロックに適しています。

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

3.1.1 シャント抵抗の要件

適切なシャント抵抗の選定は、大電流 DC 計測設計において最も重要であり、かつ難しい要素の一つです。シャント抵抗は、大きな電力を消費しながらも、正確な電流検出を実現する必要があります

最大電流 200A などの大電流アプリケーションでは、抵抗が低い大電力シャントが必要です。この設計では、0.2mΩ の抵抗が選定されています。式 1 に、予測される消費電力の計算を示します。

$$P = I^2R = (200)^2 \times 0.0002 = 8W \quad (1)$$

実際の運用では、シャント抵抗を最大定格電力で連続動作させないようにします。十分な冷却がない場合、シャント抵抗はおおよそ定格電力の 3 分の 2 程度に制限されます。

熱特性および電流処理能力を向上させるために、5931 サイズの 15W シャント抵抗を二個並列接続しています。この構成により、抵抗値は 100μΩ に低減され、発熱がより均一に分散されるとともに、検出素子全体の電力定格が向上します。

さらに、選択するシャントは以下の条件を満たす必要があります：

- ドリフトを最小限に抑えるための低い抵抗温度係数 (TCR)
- 高い長期安定性
- 動的電流測定に適した低インダクタンス

3.1.2 PCB レイアウト要件

大電流 DC 計測では、PCB に大きな熱的および電氣的ストレスがかかります。電力の大部分は、電流が流れる銅パターンおよび接続部で消費されます。

大電流レベルに対応するために、以下のレイアウトガイドラインを満たす必要があります：

- 大電流パターンは、できるだけ幅広かつ短く設計する必要があります
- 銅の厚さは 4 オンス以上とする必要があります
- PCB の厚さが 2mm 以上であることを確認します
- 複数の銅層 (4 層以上を推奨) は、ビアで接続して並列化することで電流容量を増加させることができます
- 局所的な発熱を防ぐために、電流経路は対称になるように設計します

抵抗および温度上昇を最小限に抑えるため、高電流パッドではサーマル リリーフの使用は避けます。

3.1.3 部品の配置要件

主な配置ガイドラインは以下のとおりです：

- 高感度なアナログ部品 (ADC、アンプ、リファレンス) は、大電流および高温領域から離して配置する必要があります。
- 熱結合を防ぐため、適切な間隔を維持します

この手法により、熱ドリフトが低減され、長期的な測定精度の維持に寄与します。

3.1.4 熱管理の要件

大電流 DC メーターには、効果的な熱管理が不可欠です。

推奨される方法は次のとおりです：

- 銅箔プレーンおよび放熱用プレーンの使用
- 高電力部品の下に配置されたサーマルビア
- オプションのシャント抵抗用の外付けヒートシンク
- 密閉型システムの強制空冷
- エンクロージャ内の通気口

最悪条件での動作時においても、各部品の接合部温度が規定された範囲内に維持されることを確認します。

3.1.5 絶縁の要件

規制への適合のため、電氣的絶縁および間隔を考慮する必要があります。

設計要件は次のとおりです。

- 適切な沿面距離と空間距離
- 高電圧領域と低電圧領域の間の強化絶縁
- 絶縁型アンプまたは絶縁型 ADC
- 露出した導電部の適切な接地

3.1.6 EMI および EMC に関する検討事項

大電流のスイッチングと負荷の変動が原因で、電磁干渉を招く可能性があります。

設計事例は以下のとおりです：

- 電源入力の適切なフィルタリング
- 影響を受けやすい回路のシールド
- 制御された帰路
- 必要に応じたフェライトビーズの使用
- 該当する EMC 規格への準拠

これらの対策は、ノイズを低減し、測定の安定性を向上させます。

3.2 ソフトウェア要件

TIDA-010999 デザインを使用して DC 計測を評価するには、PCB に 3 つのソフトウェアをインストールする必要があります。

1. このリファレンス デザインでは、GUI と通信するために USB-RS-232 ケーブルを使用します。ケーブルのドライバがインストールされている必要があります。U209-000-R ケーブルのドライバを、[EATON シリアル アダプタ ケーブル](#) からダウンロードします。
2. [MSPM0-SDK](#) をダウンロードします。SDK パッケージにはエネルギー計測 GUI が含まれています。

3.2.1 TIDA-010999 測定法

計測ソフトウェアは、出荷時点で 1% の精度を備えた状態で、リファレンス デザインに書き込まれています。

3.2.2 GUI 動作

リファレンス デザイン GUI を操作するには、次の手順に従います：

- リファレンス デザインにコードを書き込めば、TIDA-010999 は評価可能な状態になります。
 - TIDA-010999 から PC へ RS-232 ケーブルを接続します。
 - デバイス マネージャを開き、TIDA-010999 がどの COM ポートに接続されているかを確認します。
 - テキスト エディタで **calibration-config** を開き、接続を設定します：
 - 「Ctrl」+「f」を押して COM を検索します。COM が特定できたら、ステップ b で確認した、TIDA-010999 が接続されている COM に COM 設定を変更します。ボーレートは 115200 に設定します。
 - 設定を保存してテキスト エディタを閉じます。
- SDK ファイル内の GUI フォルダを探し、C:\ti\mspm0_sdk_2_10_00_01\tools\metrology_gui にある metrology_gui 内の「Calibrator」を開きます
 - 緑色のセルを開きます (図 3-1 を参照)。

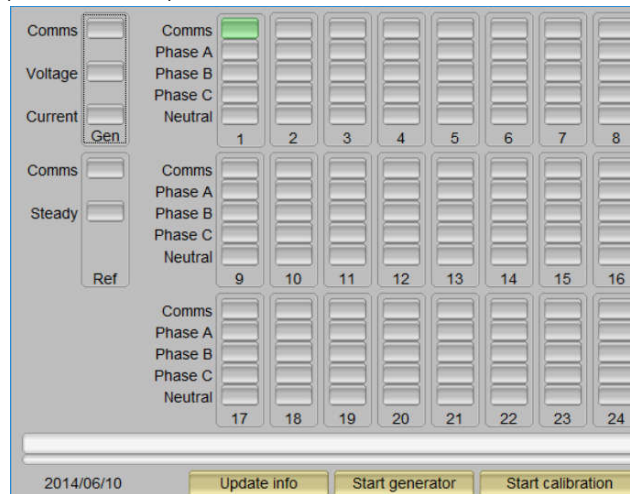


図 3-1. 緑色のセルの選択

- メーターは校正の準備が整っています (図 3-2 を参照)

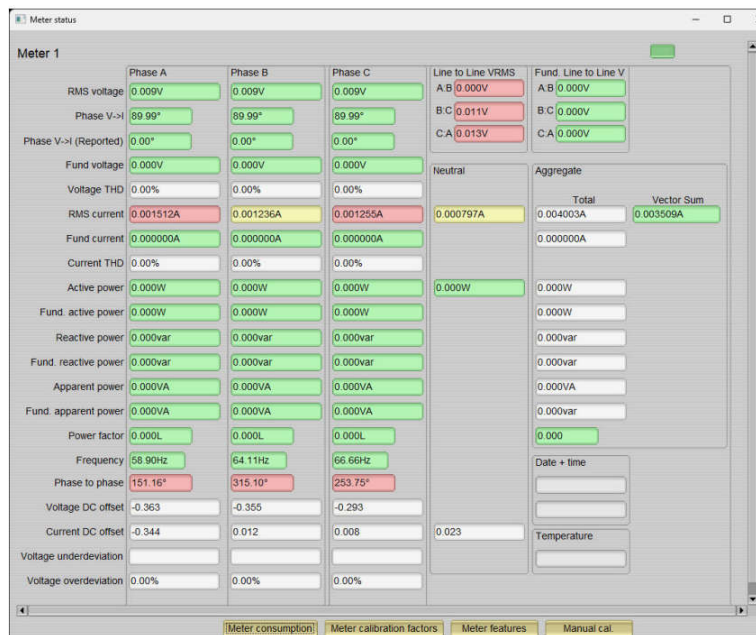


図 3-2. メーター ステータス GUI

3.2.3 電圧と電流の測定

電圧および電流の測定値は、GUI の DC 電圧オフセットおよび DC 電流オフセットに保存されます。電力測定値は算出され、有効電力として保存されます。

3.3 テスト設定

このリファレンス デザインでは、精度と信頼性の高い DC 計測を実現するために、ANSI C12.32 規格の試験が実装されています。試験構成では、電流源と別個の電圧源を使用して、メーターに電圧と電流をそれぞれ独立して供給します。

3.4 テスト結果

3.4.1 テスト 1: 初期固有誤差の決定

目標: このテストの目的は、基準条件でのメーターの誤差が表 3-1 に示された関連する BMPE よりも小さいことを検証することです。

誤差測定: 最小電流から最大電流まで精度測定をスイープし、その後、最大電流で 10 分間動作させ、続いて最小電流までスイープ ダウンします。電流を上げる場合と下げる場合のそれぞれについて、各試験ポイントでの誤差測定値を記録します。実際の誤差測定値は、同一電流レベルにおける各試験ポイントの平均値とします。

各試験電流における二つの試験ポイントの平均値に対して、個々の試験ポイントの結果が、基準最大許容誤差 (BMPE) の $\pm 34\%$ を超えてばらつかないようにします。

たとえばクラス B は $\pm 1\%$ を目標としています:

- $1\% \times 34\% = 0.34\%$
- 上昇スイープ = 0.55%
- 下降スイープ = 0.45%
- 平均値 = $(0.55 + 0.45)/2 = 0.50\%$
- $0.5\% \pm 0.34\% = 0.16\% - 0.84\%$

クラス B 精度に適合するには、上昇スイープおよび下降スイープの両方が、 $0.16\% \sim 0.84\%$ の範囲内である必要があります。

表 3-1. 初期固有誤差試験結果の決定

電流上昇	ERROR 1	平均誤差 %	電流下降	ERROR 1	平均誤差 %	平均	精度クラス
50	0.07925	0.0793	50	0.097661749	0.0977	0.0885	クラス E
55	0.12459	0.1246	55	0.063479625	0.0635	0.0940	クラス E
60	0.17664	0.1766	60	0.037994094	0.0380	0.1073	クラス D
70	0.09946	0.0995	70	-0.10031581	-0.1003	-0.0004	クラス C
80	0.08925	0.0893	80	-0.19100382	-0.1910	-0.0509	クラス C
100	-0.01020	-0.0102	100	-0.43800876	-0.4380	-0.2241	クラス B
150	-0.32369	-0.3237	150	-0.72834159	-0.7283	-0.5260	クラス B
170	-0.52407	-0.5241	170	-0.8458809	-0.8459	-0.6850	クラス C
185	-0.69228	-0.6923	185	-0.94364049	-0.9436	-0.8180	クラス C
200	-0.79506	-0.7951	200	-1.03807256	-1.0381	-0.9166	クラス C

まとめ: オンボード シャントを用いた場合、このメーターは 200A においてクラス B 精度に適合します。

3.4.2 テスト 2: 始動電流

目標: この試験の目的は、メーターがパルス間の許容時間内に適切な数のパルスを生成できることを確認することです。

2 つのパルス間の予測時間 T は、式 2 で求められます。

$$\frac{3.6 \times 10^6}{m \times k \times V_{\min} \times I_{st}} \quad (2)$$

ここで、

- m = 要素の数 = 1
- K = パルス数 = 10000
- V_{\min} = 最小電圧 = 90V
- I_{st} = 始動電流 = 0.5、1、2

BMPE: 各電流範囲について、各テストパルスの I_{st} における時間は 1.5T 未満である必要があります。

表 3-2. 始動電流試験の結果

CURRENT	TP1 の時間 (S)	TP2 の時間 (S)	TP3 の時間 (S)
0.5	8.90	8.88	9.03
1	4.23	4.21	4.25
2	2.10	2.16	2.03

まとめ: この試験において、メーターはクラス E に適合しています。

3.4.3 テスト 3: 無負荷状態

目標: この試験は、電流がメーターに流れていない状態でパルスが発生しないことを確認するためのものです。

このテストは V_{\min} で実行します。

$$\Delta t \geq \frac{3.6 \times 10^6}{b \times m \times k \times V_{\min} \times I_{\min}} \text{hours} \quad (3)$$

ここで、

- $B = I_{\min}$ 範囲における指定クラスの精度 = 対象とする精度クラス (0.2)
- $K =$ テストパルス = 10000
- $M =$ 要素の数 = 1
- $I_{\min} =$ 最小電流 = 0.5
- $V_{\min} =$ 最小電圧 = 90V

要件: メーターは、式 3 で指定された時間内に複数のテストパルスを生成しないものとします。

表 3-3. 無負荷条件試験結果

CLASS	クラス A	クラス B	クラス C	クラス D	クラス E
時間 (H)	0.0800	0.1333	0.2000	0.5000	1.0000
タイマ設定	04:48	08:00	12:00	30:00	01:00
登録されたパルス	0	0	0	0	0

まとめ: この試験において、メーターはクラス E に適合しています。メーターに電流が流れていない状態では、パルスは一切積算されません。

3.4.4 テスト 4: 電圧変動、電圧測定ポート

目標: 通常動作中に入力電圧が変動した場合でも、メーターが正確に動作することを確認します。

テストポイント: 電流が I_{tr} のとき、電圧は $0.9 \times V_{\min}$ から最大 1.1V の範囲。

表 3-4. 電圧変動、電圧測定ポートの試験結果

電圧	テスト電流 = 100A	
	エラー	CLASS
50	-0.208	クラス C
100	-0.351	クラス B
150	-0.378	クラス B
300	-0.404	クラス B
500	-0.434	クラス B
8405.5	-0.456	クラス B

まとめ: この試験において、メーターはクラス B に適合しています。これは電流に対する温度ドリフトの結果です。また、分圧器は、電流が基板に接続されるパッドの近くに配置されます。性能向上のためには、より適切なレイアウトと熱補償が必要です。

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-010999](#) 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-010999](#) 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 {オプションのセクション}

4.1.3.1 レイアウトのプリント {オプションのセクション}

レイヤ プロットをダウンロードするには、[TIDA-010999](#) のデザイン ファイルを参照してください。

5 ツールとソフトウェア

ツール

LaunchPad 開発ボード リファレンス デザインにコードを書き込むために必要です

J-Tag デバッガ PC を組み込みシステムまたは FPGA のプロセッサに接続し、コードのデバッグ、ハードウェアのテスト、およびフラッシュメモリへの直接書き込みを可能にする、IEEE 1149.1 に基づくハードウェア インターフェイス ツールです。

ソフトウェア

EATON シリアル アダプタ ケーブル USB- A から RS-232 (DB9) へのシリアル アダプタ ケーブル (オス / オス)、ソフトウェア、ファームウェア、およびドライバ

MSPM0-SDK MSPM0 ソフトウェア開発キット (SDK)

6 ドキュメントのサポート

1. テキサス インスツルメンツ、『[LMR436x0-Q1, 36V, 1A/2A, 車載用降圧コンバータ, T_{JMAX} 150°C で 2.5µA 未満の I_Q, 4mm²HotRod™ QFN](#)』データ シート
2. テキサス インスツルメンツ、『[TPS62850x-Q1 2.7V ~ 6V, 1A/2A/3A 車載用降圧コンバータ, SOT583 パッケージ](#)』データシート
3. テキサス インスツルメンツ、『[TLIN1021A-Q1 フォルト保護 LIN トランシーバ, インヒビットおよびウェイク付き](#)』データシート

7 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。

8 商標

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

Arm® and Cortex® are registered trademarks of Arm Limited.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

9 著者について

Daniel Maaya は、テキサス インスツルメンツのダラスのシステム エンジニアで、電力計測やグリッド インフラストラクチャのアプリケーション向けの高精度アナログ フロントエンドの設計の開発を担当しています。**Daniel** は、シグナル コンディショニング、計測準拠 (ANSI/IEC)、パワー コンバータ、ロゴスキーコイル ベースのセンシング システムに関する深い専門知識を持ち、電気エレクトロニクスおよびパワー エレクトロニクス分野でこの職務に就いています。アナログ ハードウェア設計とシステムレベル統合の両方に直接携わった経験があり、EMC テストや高精度測定向けキャリブレーションも行ってきました。

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、

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](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](#) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。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。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

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

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日 : 2025 年 10 月