

Application Brief

絶縁型シャント電流検出と閉ループ電流検出の精度の比較



Alex Smith

はじめに

オンボードチャージャ、ソーラーインバータ、DC充電(バッテリー)ステーション、電力変換システム、モータードライブなど、産業用および車載用のいくつかの用途では、測定を実行する高電圧回路からデジタル回路を保護するために絶縁を必要とします。これらの用途向けの絶縁型電流検出を実現する方法として、絶縁型のシャント方式の検出と磁気(ホールまたはフラックスゲート)方式の検出の2つがあります。この資料では、単一電源の絶縁型アンプであるテキサス・インスツルメンツのAMC3302と一般的な閉ループ電流センサ(CLCS)との比較を示します。

テクノロジーの概要

絶縁型シャント方式電流検出は、シャント抵抗と呼ばれる高精度インライン抵抗にかかる電圧を測定することで行います。



図 1. 絶縁型シャント方式電流検出

想定される抵抗の変動はゲイン誤差に直接影響するため、供給される電流に対して期待される電圧を生成するには、シャント抵抗に非常に高い精度が求められます。シャント方式の電流検出の利点は、業界をリードする精度、磁気干渉に対する耐性、拡張性、小型サイズを実現できることです。

CLCSは磁気コアを使用して、1次導体を流れる電流によって生成される磁界を検出します。CLCSに搭載されている磁界検出素子を使用して、磁気コアに印加される補償電流が供給されます。この補償電流により、1次導体によって生成される磁束と同じ大きさの逆方向の磁束が生成され、ゼロ磁束測定が行われます。磁気方式の電流検出は、デバイスのオフセット性能と直線

性性能に影響を及ぼす可能性のある磁気干渉に対して脆弱になります。

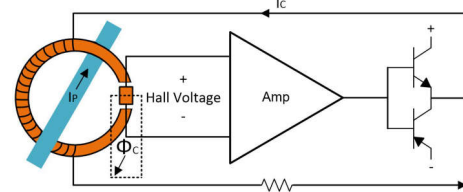


図 2. ホール方式閉ループセンサ

2つのテクノロジーの比較について詳しくは、[こちら](#)をご覧ください。

テスト構成

これら2つのテクノロジーの性能を直接比較するためのテスト構成を作成しました。DC電流源、電子負荷、デジタルマルチメータを使用して、 -40°C 、 25°C 、 85°C の3種類の温度で $\pm 85\text{A}$ の1次側電流掃引のデータをキャプチャしました。すべての測定はIEEE488に従って自動化されています。

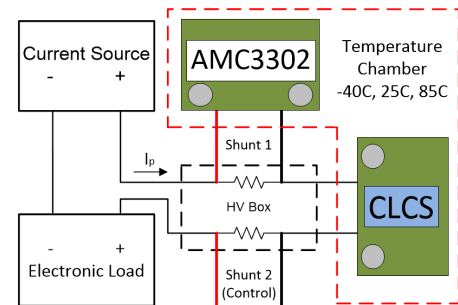


図 3. AMC3302の回路とCLCSのテスト構成のブロック図

AMC3302の回路の測定に使用した $500\mu\Omega$ のシャント1と制御の測定に使用した $500\mu\Omega$ のシャント2は周囲温度の変化の影響を受けていないことに注意してください。そのため、この分析にはシャントの温度ドリフトの誤差は含まれていません。どちらのシャントも、許容誤差 $\pm 0.25\%$ 、温度係数 $\pm 15\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ 、消費電力20Wを定格としています。

以下の回路図は、精度の比較に使用したAMC3302とTLV6002の回路を示したものです。TLV6002のチャンネル1を使用して、分圧抵抗経由で生成されるリファレンス電圧をバッファし、AMC3302の差動出力をチャンネル2経由

で差動からシングルエンドに変換しました。そのため、AMC3302 の回路は CLCS と同じ VDD、GND、VREF、VOUT のインターフェイスを備えています。

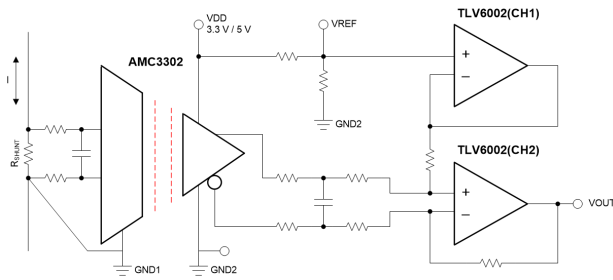


図 4. AMC3302 の回路図

AMC3302 のプリント基板 (PCB) を以下に示します。AMC3302 の回路の PCB は、x と y が CLCS と同じ 13.4mm × 21.9mm のフットプリントに収まるように設計されています。AMC3302 の PCB の高さは 2.6mm で、CLCS の 16mm と比較して 84% 小さくなっています。

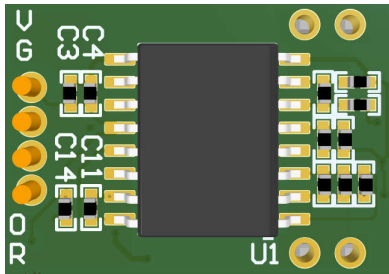


図 5. AMC3302 の回路のプリント基板

精度の比較

図 6. は、全温度範囲にわたる $\pm 85A$ の 1 次側電流掃引の精度の結果について、その誤差を 25°C のオフセット較正後のフルスケールの出力に対するパーセンテージとして示したものです。AMC3302 の回路の結果を赤、CLCS の結果を青で示してあります。AMC3302 の回路は、電流および温度の全範囲にわたってゲイン較正なしで 0.1% 以内と非常に正確です。CLCS は、AMC3302 の回路に比べてゲイン誤差ドリフトと直線性性能が悪く、全体の誤差が 0.5% を上回っています。AMC3302 の回路は、電

流および温度の全範囲にわたって、CLCS に比べて 5 倍以上の精度向上を実現しています。

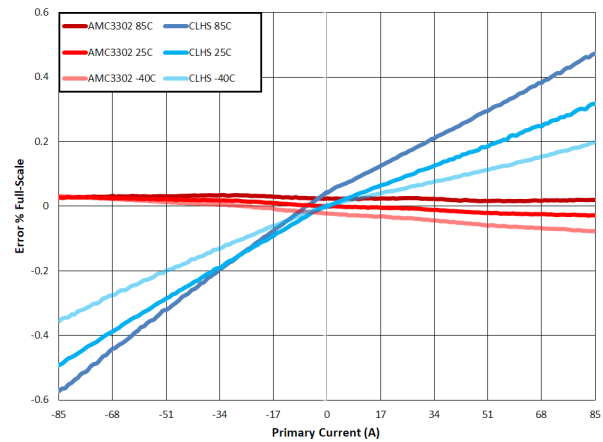


図 6. オフセット較正後の AMC3302 の回路と閉ループの電流検出の精度比較

絶対最大誤差の精度の比較を次の表に示します。

温度	-40C	25C	85C
AMC3302 回路	-0.077%	-0.029%	0.035%
CLCS	-0.356%	-0.492%	-0.573%

まとめ

以下の表は、AMC3302 の回路と CLCS の比較をまとめたものです。業界をリードする精度という点では、AMC3302 の回路の方が CLCS よりも明らかに優れています。サイズについても、この比較で使用した AMC3302 の回路は x と y の寸法は同じですが、高さ z の点で明らかな利点があります。AMC3302 の回路は、磁気干渉に対する耐性と拡張性にも優れています。

	AMC3302 回路	CLCS
精度	++	+
サイズ	+	-
磁気耐性	++	--
スケールビリティ	++	-
設計しやすさ	+	++

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](#)、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