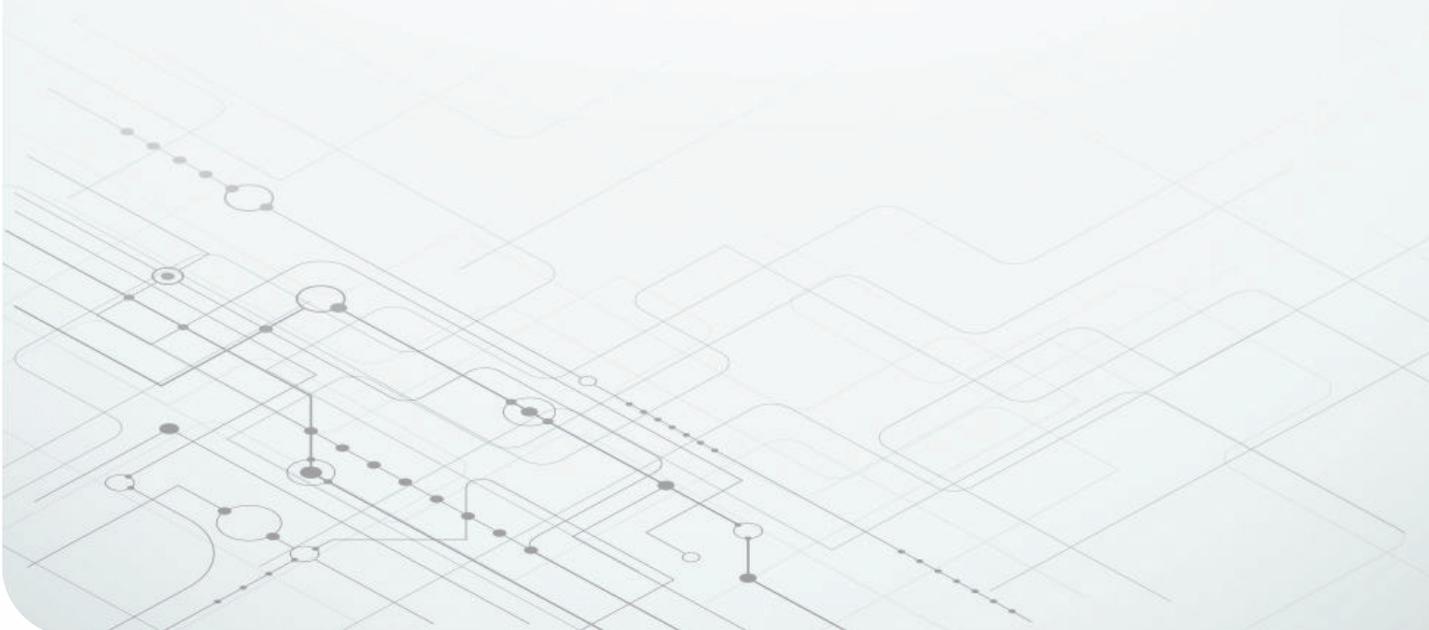


絶縁型電圧センシングによる電力変換 およびモーター制御の効率性の最大 化



Kia Rahbar
Product Marketing Manager
TI's Isolated Converters



車載および産業アプリケーションでより多くの再生可能エネルギー源を取り込みたいという要求がますます高まる中、小型、高効率、かつ高精度でコスト効率に優れたパワーコンバータとモーターコントローラがかつてないペースで増加しています。

高電圧を測定する高精度の絶縁型電圧センシングは電気工学に関する大きな課題を提示しており、電圧は高くなる一方です。DC 電圧は、 $400V_{DC}$ から $800V_{DC}$ に、さらには $1,500V_{DC}$ の高さまで上昇しています。消費者にとっての価格の手頃さもますます重要になっており、サイズの最適化によってさらなる革新が推進されています。そのため、今日の要件を満たす、高精度でサイズ最適化された電氣的絶縁型電圧センシングデバイスが必須になりつつあります。

自動車メーカー各社は、より長い走行距離 (400 マイル超) をサポートし、運転の安全性を高め、価格の手頃さを維持する電気自動車 (EV) を開発するという目標を毎年掲げています。統合型絶縁型 DC 電圧センシングデバイスは、オンボードチャージャ、DC/DC コンバータ、およびバッテリー管理システムの DC バッテリー電圧を精度誤差 1% 未満で測定することにより、DC 電圧測定値を最大化し、走行距離を延ばすことができます。統合型絶縁型 AC 電圧センシングデバイスは、コンパクトな集積回路 (IC) で単相または 3 相 AC グリッド電圧を正確に測定し、グリッドの電圧使用レベルを最大限に高めることができます。AC と DC のどちらの絶縁型電圧センシングデバイスも、機能的な不具合を検出してドライバーに通知することで、運転の安全性を実現できます。また、AC および DC 絶縁型電圧センシングデバイスは、外部コンポーネントを単一の IC に統合することで価格の手頃さを実現し、設計者がよりエネルギー効率の高い設計で市場投入までの時間を短縮するのに支援できます。

スマートエネルギーインフラでは、高度な統合を備えた絶縁型電圧センシングデバイスを使用することで、DC および AC チャージャ、エネルギー貯蔵システム、ソーラーインバータでコスト削減と電力密度の向上を実現できます。また、これらの絶縁型電圧センシングデバイスは、精度誤差 1% 未満の高精度電圧測定を可能にすることで、より精密な電力供給と消費電力の低減を実現します。効率の改善により、消費者はコスト削減を実現することが可能になります。

エネルギーインフラアプリケーションでは、AC 電圧と DC 電圧の両方を測定する必要があります。

AC 電圧センシングの場合は、高精度の絶縁型電圧センサを使用することで、グリッド電圧をより正確に測定できます。これはパワーコンバータにとって重要です。力率補正を実行するためには、各電圧間の位相差を把握する必要があるからです。インバータモードでは、絶縁型電圧センサは、負荷、グリッド、またはその両方に対する高精度の電圧レベルを提供します。

DC 電圧センシングの場合は、高精度の絶縁型電圧センサを使用することで、バッテリーを最終電圧まで充電する際に、バッテリーを損傷させることなく、定電圧位相中の高速充電を容易に行うことができます。

図 1 に、電気自動車およびエネルギーインフラで絶縁型電圧センシングが行われる例を示します。



図 1. EV (電気自動車) およびエネルギーインフラシステムにおける絶縁型電圧センシング。

産業用モータードライブや車載トラクションインバータを含む今日のモーター制御アプリケーションでは、DC 電圧のより正確な測定がますます求められています。非常に高精度でコンパクトな IC は、モーター制御アプリケーションで課題となる、より効率的な DC 測定とプリント基板 (PCB) 上の専有面積の削減の両方を実現できます。

高電圧センシング向けソリューション

テキサス・インスツルメンツでは、市場の課題を解決し、より効率的かつ高精度でコスト効率に優れた電力変換およびモーター制御システムを実現するのに役立つ製品を開発することに重点を置いています。テキサス・インスツルメンツは、内蔵高

電圧抵抗器とシングルエンド出力デバイスという2つの新しい絶縁型電圧センシング技術を開発しました。

統合型抵抗デバイス

AMC0380D04-Q1、AMC0381D10-Q1、および AMC0386M10-Q1 の電氣的絶縁型電圧センシング アンプ および変調器ファミリは、高電圧抵抗分圧器を内蔵しています。そのため、電圧を $\pm 1V$ または $0V \sim 2V$ レベルに降下させるために大型で高価な外付け抵抗器は必要ありません。スタンドアロンの高電圧抵抗器は、PCB 上の多くのスペースを占有する可能性があります。電圧を降下させ、システムの絶縁定格を保持するために最大 15 台の高電圧抵抗器が必要になる場合がありますからです。また、スタンドアロンの高電圧抵抗器は、測定誤差、寿命ドリフト、および温度ドリフトの大きな原因であり、寿命終了までの期間にわたるキャリブレーションを必要とします。

基板面積の節約に関しては、AMC0380D04-Q1 $\pm 400V_{AC}$ 入力絶縁型アンプ、AMC0381D10-Q1 $1,000V_{DC}$ 入力絶縁型アンプ、および AMC0386M10-Q1 $\pm 1,000V_{AC}$ 入力絶縁型変調器は、**図 2** に示すように、外付け高電圧抵抗器を不要にすることでシステムレベルのコストを削減し、ソリューションサイズを最大 50% 縮小します。

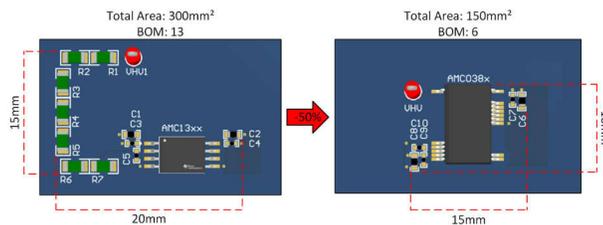


図 2. 統合型抵抗器ファミリの統合に関する利点。

テキサス・インスツルメンツの絶縁型電圧センシング デバイスに高電圧抵抗器を統合することで、大型の抵抗ラダーが不要になります。また、テキサス・インスツルメンツの工場では AMC0380D04-Q1、AMC0381D10-Q1、AMC0386M10-Q1 の内蔵抵抗器のゲイン誤差をキャリブレーションすることで、システムレベルのキャリブレーションを不要にしました。これにより、製造にかかる時間とコストを削減できます。

これらのデバイスは、精度の向上によってシステムの効率性を高めるのにも役立ちます。この内蔵分圧器は、個別抵抗器

と比較して温度ドリフトと寿命ドリフトが非常に低く、1% 未満の精度での電圧測定を可能にします。

統合型抵抗デバイスの詳細については、『**統合型高電圧抵抗絶縁型アンプおよび変調器による精度と性能の向上**』アプリケーションノートを参照してください。

シングルエンド出力デバイス

AMC1311 などの業界標準の絶縁型アンプを使用して絶縁型電圧センシング回路を設計する場合は、マイコン (MCU) の内蔵 A/D コンバータ (ADC) と直接接続できるように、絶縁型アンプの差動出力をシングル エンドに変換することが一般的な課題になります。これにはコストがかかり、余分な PCB スペースを消費する可能性があります。

AMC0311R-Q1、AMC0311S-Q1、AMC0330R-Q1、および AMC0330S-Q1 デバイスは、差動からシングルエンドへの変換回路 (通常はオペアンプと基準電圧回路で構成されます) を不要にすることで、システムレベルのコストの削減とソリューション サイズの縮小に寄与します (**図 3** を参照)。

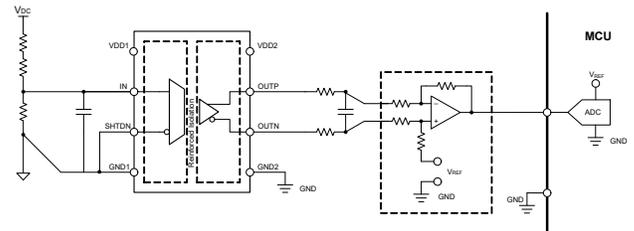


図 3. 従来の絶縁型電圧センシングトポロジ

図 4 に、これらのシングルエンド デバイスのピン配置を示します。

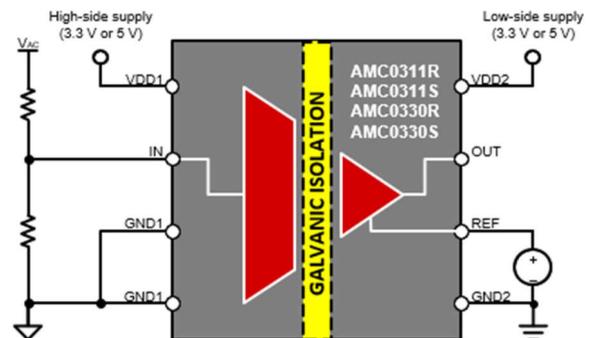


図 4. 差動のシングルエンド オペアンプの統合。

AMC0311R-Q1 および AMC0330R-Q1 デバイスでは、基板面積を節約できるだけではありません。図 5 に示すように、これらのデバイスのレシオメトリック出力によって可変出力ゲインが可能になり、MCU 内の ADC の基準電圧に従う絶縁型電圧センシング デバイスからの出力スイングが得られます。これにより、ADC の完全なダイナミックレンジを使用して測定分解能を改善することが可能になります。

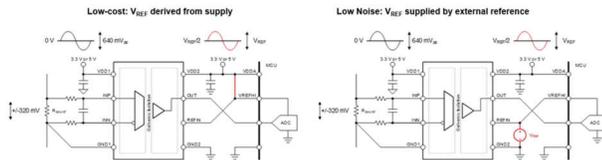


図 5. レシオメトリック出力絶縁型電圧センシング。

統合型抵抗デバイスの詳細については、『**差動、シングルエンド固定ゲイン、およびレシオメトリック出力を備えた、電圧センシング アプリケーション向け絶縁型アンプ**』アプリケーション ノートを参照してください。

統合型絶縁型電圧センシングのユース ケース

図 6 に、電力変換システムの標準トポロジを示します。AC 電圧センシングの場合は、AMC0380D04-Q1 を外付け高電圧抵抗器 (緑色の四角形) なしで使用することも、AMC0330D-Q1、AMC0330S-Q1、または AMC0330R-Q1 を外付け高電圧抵抗器 (黄色の四角形) と組み合わせて使用することもできます。

DC 電圧センシングの場合は、AMC0381D10-Q1 および AMC0386M10-Q1 を外付け高電圧抵抗器 (青色の四角形) なしで使用することも、AMC0311D-Q1、AMC0311S-Q1、または AMC0311R-Q1 を外付け高電圧抵抗器 (赤色の四角形) と組み合わせて使用することもできます。

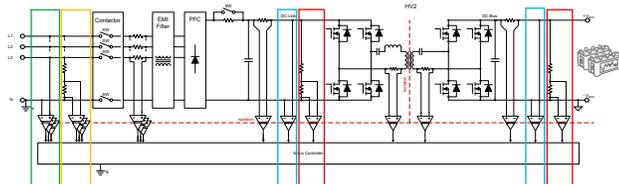


図 6. 電力変換アプリケーションにおける絶縁型電圧センシング。

図 7 に、モーター制御システムの標準トポロジを示します。AC 電圧センシングの場合は、AMC0380D04-Q1 を外付け

高電圧抵抗器 (緑色の四角形) なしで使用することも、AMC0330D-Q1、AMC0330S-Q1、または AMC0330R-Q1 を外付け高電圧抵抗器 (黄色の四角形) と組み合わせて使用することもできます。

DC 電圧センシングの場合は、AMC0381D10-Q1 および AMC0386M10-Q1 を外付け高電圧抵抗器 (青色の四角形) なしで使用することも、AMC0311D-Q1、AMC0311S-Q1、または AMC0311R-Q1 を外付け高電圧抵抗器 (赤色の四角形) と組み合わせて使用することもできます。

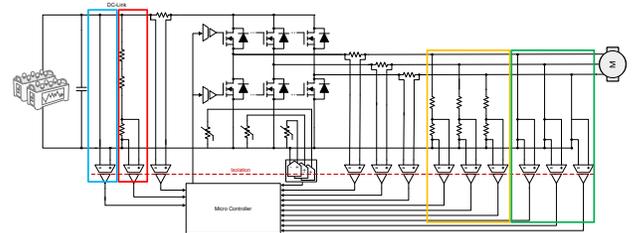


図 7. モーター制御アプリケーションにおける絶縁型電圧センシング。

まとめ

小型、高効率、かつ高精度でコスト効率に優れたパワー コンバータとモーター コントローラは、現在の市場において不可欠です。AC 電圧センシング用の AMC0380D04-Q1、AMC0386M10-Q1、AMC0330D-Q1、AMC0330S-Q1、および AMC0330R-Q1 デバイスと、DC 電圧センシング用の AMC0381D-Q1、AMC038610-Q1、AMC0311D-Q1、AMC0311S-Q1、および AMC0311R-Q1 デバイスは、排出量実質ゼロの未来という目標を達成するための設計上の課題を解決しています。

その他の資料

- 高電圧センシング製品を含む最新のリファレンス デザインをご確認ください。
 - 800V、300kW、SiC ベースのトラクション インバータシステムのリファレンス デザイン ([TIDM-02014](#) をダウンロードしてください)
 - 10kW、双方向、3 相、3 レベル (T タイプ) インバータと PFC のリファレンス デザイン ([TIDA-01606](#) をダウンロードしてください)
- [AMC038XEVM](#) 評価基板と [DIYAMC-0-EVM](#) 評価基板を注文して設計を開始してください。

- テキサス・インスツルメンツの[各種電圧センシングソリューション](#)の詳細をご覧ください。

重要なお知らせ:ここに記載されているテキサス・インスツルメンツ社および子会社の製品およびサービスの購入には、TI の販売に関する標準の使用許諾契約への同意が必要です。お客様には、ご注文の前に、TI 製品とサービスに関する完全な最新情報のご入手をお勧め致します。TI は、アプリケーションに対する援助、お客様のアプリケーションまたは製品の設計、ソフトウェアのパフォーマンス、または特許の侵害に対して一切責任を負いません。ここに記載されている他の会社の製品またはサービスに関する情報は、TI による同意、保証、または承認を意図するものではありません。

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

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