

Application Brief

絶縁型アンプと変調器のシステム レベルノイズの比較



Jiri Panacek

はじめに

電圧および電流検出に適した絶縁アンプおよび変調器は、ガルバニック絶縁を搭載した回路にとって重要な構成要素です。絶縁アンプと変調器は、回路の 2 つの部分を電気的に絶縁しますが、アナログ情報を転送することも可能です。

アンプと変調器のどちらのデバイスも、シグマデルタ変調器を活用して、アナログ入力信号をデジタル化します。その結果得られたデジタル情報は、静電容量性絶縁バリアを通過してデバイスの反対側に伝えられます。受信側では、アンプがデジタル信号をアナログ電圧に戻します。一般的なシステムでは、このアナログ電圧はその後、逐次比較型 (SAR) A/D コンバータ (ADC) を使用してデジタル信号に戻されます。この ADC は、多くの場合、マイコン (MCU) に組み込まれています。

アンプは差動出力、シングルエンド固定ゲイン出力、およびシングルエンド レシオメトリック出力で提供されます。

- **差動出力 (AMC0330D)** は、絶縁型アンプと ADC の間の物理的距離が長い、またはコネクタを経由するシステムに推奨されます。コントローラに転送される情報は、2 つの相補出力間の電圧差であり、共通グラウンドに対しての絶対値ではありません。したがって、この出力は ADC と絶縁型アンプの間の回路に侵入する可能性のある同相モード ノイズを効果的に抑制します。欠点は、多くの ADC が差動信号と直接組み合わせて動作できることです。この場合、ADC の直近で差動からシングルエンド変換が行われます。差動アンプは ADC 用の信号を変換しますが、測定誤差が増加し、システムの複雑性が増大します。
- **固定ゲインのシングルエンド出力 (AMC0330S)** インターフェイスは、ADC と直接接続できるため、差動アンプは必要ありません。しかしながら、実装は容易ですが、同相モード ノイズを除去することはできません。したがって、このタイプの出力は、ADC と絶縁型アンプとの間の距離が比較的短い (10cm 未満) 場合や、同相モード ノイズによる性能低下が許容される場合に適した設計です。
- **レシオメトリックシングルエンド出力 (AMC0330R)** はシングルエンドの一種ですが、REFIN ピンに印加される電圧に基づいてゲインが自動的に調整されます。レシオメトリック出力を搭載したシングルエンド アンプのシステムレベルでの利点の詳細については、『[レシオメトリック出力絶縁型アンプのシステム上の利点](#)』アプリケーション ノートを参照してください。

変調器デバイスは、デジタル情報を直接 MCU に渡し、その情報はデジタル ローパス フィルタによって処理されます。

このアプリケーション ブリーフでは、ノイズの観点から、システム内でさまざまな電圧検出の方式がどのように機能するかを示します。

測定結果は、TMS320F28P650 MCU と内蔵された 16 ビットシングルエンド SAR ADC を使用したテスト設定で得られました。サンプリング周波数は 312.5kHz です。差動出力アンプ AMC0330D は、ADC の入力電圧範囲に一致するよう、OPA365 ベースの差動アンプに接続します。ADC は、外部の 3V 電圧リファレンス REF5030 を使用します。変調器構成では、32 のオーバーサンプリング レート (OSR) を 10MHz クロックとともに使用します。この場合、新しいデータは ADC と同じ速度で利用可能になります。

システムのノイズ レベルは非常に低く保たれます。任意波形ジェネレータ (AWG) またはソース測定ユニット (SMU) は、残念ながら、テスト結果を損なう高いノイズ レベルを示します。このため、測定では、入力電圧 $V_{IN}=0V$ の条件のみを使用し、入力を 50Ω で終端します。各テスト実行では、各ヒストグラムで 8192 サンプルを使用します。

最高性能のデバイスは変調器です。これは、単一の A/D 変換に起因します。ノイズ レベルが低いため、変調器は高性能サーボ ドライブの同相電流検出など、高分解能の測定に適しています。

絶縁型アンプを搭載したシステムは通常、2回のA/D変換を実行し、それぞれで信号の忠実度が下がります。1回目の変換は絶縁型アンプで行われます。2回目の変換はMCUで行われます。差動出力デバイスとシングルエンドレシオメトリック出力デバイスは、ほぼ同じ性能です。差動出力のデバイスは、前述のように絶縁型アンプとADCの物理的距離が長いシステムで推奨されます。

システムレベルでは、シングルエンドレシオメトリック出力デバイスは、シングルエンド固定ゲイン出力デバイスと比較してわずかに優れています。これは、『[レシオメトリック出力絶縁型アンプのシステムの利点](#)』アプリケーションノートに示されるように、システムレベルで低周波ノイズを除去する能力に関係します。比較試験結果については、図1を参照してください。

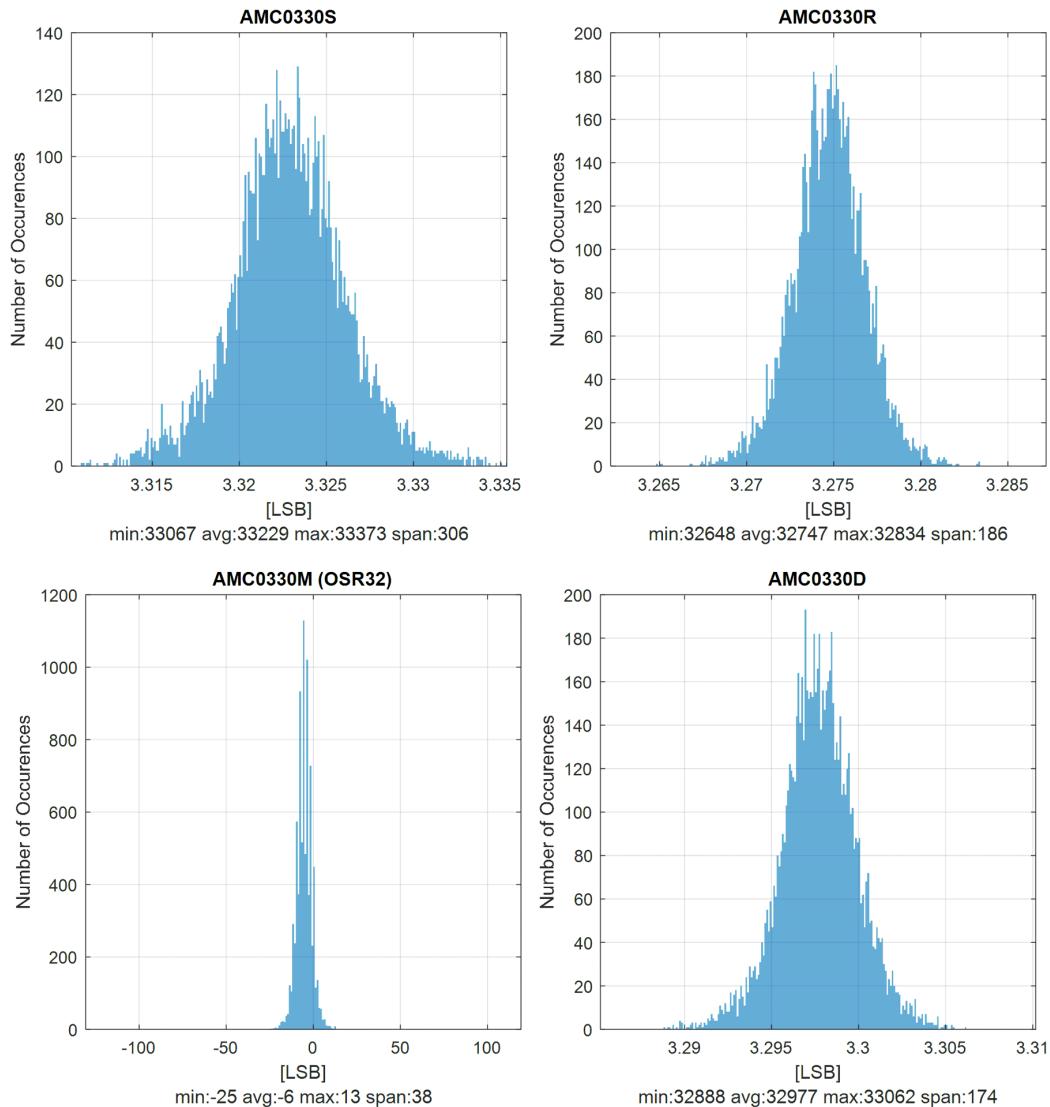


図1. 絶縁デバイスの出力コードヒストグラムの比較 ($V_{IN}=0V$)

商標

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

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默示保証、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、明示的または默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](#) 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 © 2025, 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默示保証、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、明示的または默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、(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](#)、[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 © 2025, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月