

# Application Brief

## 差動出力 (絶縁型) アンプからシングルエンド入力 ADC への接続



Ashley Kang

### はじめに

電流を検出するときは、産業用 3 相サーボ モーター システム、電気自動車用バッテリー管理システム、太陽光発電インバータのいずれにおいても、多くの場合は安全のために何らかの絶縁方式を実装することが必要になります。安全関連の各種規格では、特定の設計に関連する最終機器についての具体的な絶縁要件が定義されています。機器の種類、使用する電圧レベル、機器を設置する環境に応じて、どのレベルの絶縁 (基本絶縁、補助絶縁、強化絶縁) が必要かを判断する際には、さまざまな要因を考慮しなければなりません。

テキサス・インスツルメンツでは、前述の用途で電圧および電流のシャント検出に使用できる、基本絶縁または強化絶縁の要件を満たすさまざまな絶縁型電流シャントアンプを提供しています。強化絶縁を必要とする用途向けのデバイスの 1 つが AMC1301 です。AMC1301 の出力は 1.44V の同相電圧を中心とする完全差動信号であり、図 1 に示すようにスタンドアロンの A/D コンバータ (ADC) に直接供給するか、MSP430 および C2000 ファミリのマイクロコントローラ デバイスに搭載されたオンボード ADC に直接供給できます。

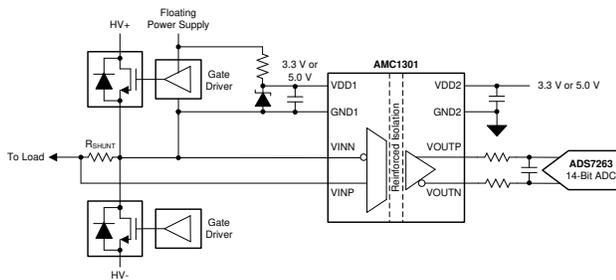


図 1. AMC1301 の機能ブロック図

### 組み込みの ADC

MSP430 および C2000 ファミリのプロセッサには、いずれもシングルエンド入力 ADC が組み込まれています。この場合、差動信号をシングルエンド データコンバータに取り込むにはどうすればよいでしょうか。

これを実現する最も簡単な方法は、AMC1301 の出力を 1 つだけ使用し、2 つ目の出力をフローティングにすることです。この設計の欠点は、データコンバータで出力電圧スイングを半分しか利用できず、測定のダイナミックレンジが減少することです。AMC1301 のアナログ入力範囲は  $\pm 250\text{mV}$  です。図 2 に示すように、8.2 の固定ゲインでは、VOUTN と VOUTP の電圧は 1.44V の同相出力を中心に  $\pm 1.025\text{V}$  になります。差動では、出力電圧は  $\pm 2.05\text{V}$  です。

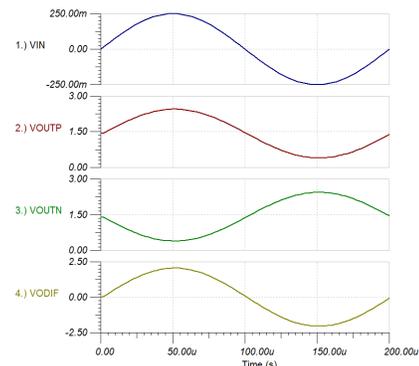


図 2. 差動出力電圧

図 3 に示すように、差動からシングルエンドへのアンプの出力段を追加すると、AMC1301 の全出力範囲を ADC に供給できます。

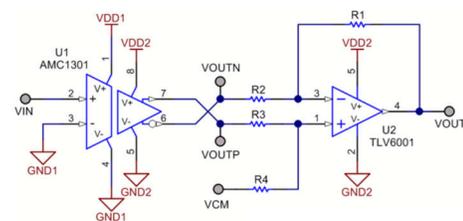


図 3. 差動からシングルエンドへの出力

VIN に  $\pm 250\text{mV}$  のフルスケールの正弦波が印加されていると仮定すると、AMC1301 の内部ゲインは、 $180^\circ$  の位相差がある VOUTP と VOUTN のポイントで  $2.05\text{Vpk-pk}$  の出力を供給します。これらの信号の差 VODIF は  $4.1\text{Vpk-pk}$  です。R1 = R4、R2 = R3 の場合、出力段の伝達関数は式 1 のようになります。

$$\text{VOUT} = \text{VOUTP} \times \left(\frac{R4}{R3}\right) - \text{VOUTN} \times \left(\frac{R1}{R2}\right) + \text{VCM} \quad (1)$$

式 1 の R1~R4 の抵抗値が同じで、VCM を  $2.5\text{V}$  に設定した場合、式 2 のように小さくなります。

$$\text{VOUT} = (\text{VOUTP} - \text{VOUTN}) + \text{VCM} \quad (2)$$

図 4 のグラフは、AMC1301 の入力電圧と出力電圧、および最終的な差動からシングルエンドへの出力段の出力電圧を示しています。 $\pm 2.05\text{V}$  の差動電圧が  $0.5 \sim 4.5\text{V}$  のシングルエンド信号に置き換わっています。

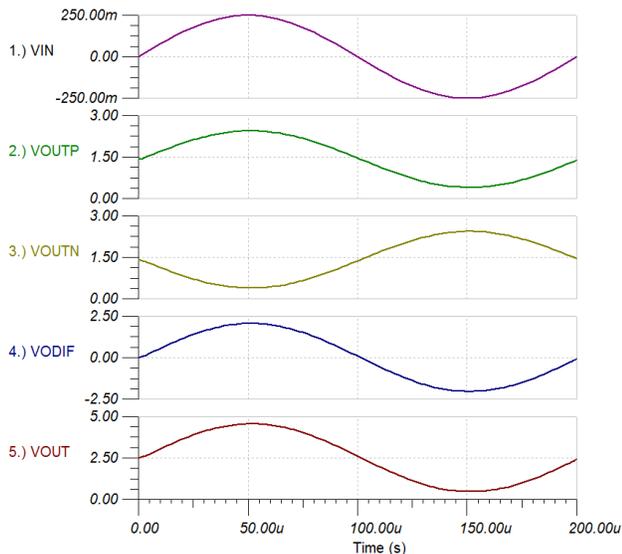


図 4. シングルエンド出力電圧

ADC の入力電圧範囲に応じて、差動からシングルエンドへの段にゲインまたは減衰を組み込んで出力スイングを調整できます。出力同相電圧を ADC に必要な入力に合わせて調整することもできます。

## 設計例

MSP430 デバイスに搭載された ADC12 で内部電圧リファレンスを使用するときの入力電圧範囲は  $0 \sim 2.5\text{V}$  です。AMC1301 の VOUTP を使用すると、 $0.415\text{V} \sim 2.465\text{V}$  の範囲の入力信号を ADC12 に供給できます。これはコンバータの入力範囲内であり、AMC1301 の入力範囲の半分のみを使用します。図 5 に示すように、ゲインが  $0.5$ 、同相電圧が  $1.25\text{V}$  の差動からシングルエンドへのアンプ構成を使用すると、AMC1301 の全電圧範囲を ADC12 に印加できます。

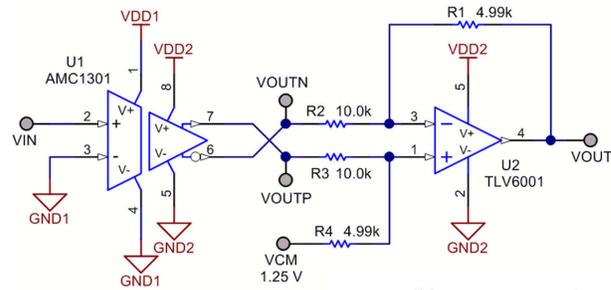


図 5. 差動からシングルエンドへのスケーリングされた出力

## その他の推奨デバイス

AMC1100 と AMC1200 は、AMC1301 と同等の性能の基本絶縁を低価格で提供します。TLV170 は、バイポーラ出力を必要とする用途に使用できます。

表 1. その他の推奨デバイス

デバイス	最適化されたパラメータ	性能のトレードオフ
AMC1100	最大 $4250\text{V}_{\text{PEAK}}$ のガルバニック絶縁	過渡耐性が低い
AMC1200	最大 $4250\text{V}_{\text{PEAK}}$ のガルバニック絶縁	基本絶縁か強化絶縁かの違い
TLV170	$\pm 18\text{V}$ までのバイポーラ動作	入力バイアス電流が高い

## まとめ

AMC1301 のシングル出力を使用してシングルエンド ADC を駆動することもできますが、出力に差動からシングルエンドへのオペアンプ段を追加することで、対象の用途でのダイナミックレンジを最大限に広げることができます。

## 関連資料

- 三相システムでの低ドリフトローサイド電流測定
- 高電圧の電源レールにおける高精度の電流測定

## 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