

Application Brief

サーボドライブの高精度 ADC



Taiwo Arojoye

はじめに

サーボドライブはサーボモーターに動力を供給し、サーボドライブコントローラによって設定された速度とトルクを維持します。サーボモーターは回転磁界を発生させる 3 相交流電圧を動力源としています。コントローラはサーボドライブにモーターの回転速度と回転方向を指示します。モーターにはエンコーダが搭載されており、モーターの実際の速度と位置を検知してサーボドライブにフィードバックし、サーボドライブは速度と位置データを継続的に調整することができます。サーボドライブ内のアナログ-デジタルコンバータ(ADC)のユースケースは以下の通りです:

1. 電流センサの出力の測定
2. PLC またはモーションコントローラからのアナログ制御入力
3. インクリメンタル sin/cos エンコーダからの Sin/Cos 信号の補間

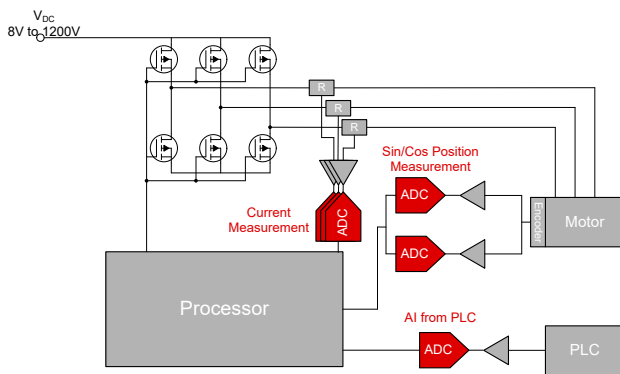


図 1. サーボドライブのブロック図

電流センサ出力の測定

サーボドライブ内には、電源からの DC 電圧を取り込み、パルス幅変調器 (PWM) を介して AC 電圧に変換する内部 3 相インバータが搭載されています。PWM のデューティサイクルは、モーターに印加される電流/トルクを制御します。デューティサイクルが 0% に近いとき、電流/トルクは最小になります。デューティサイクルが 100% に近いとき、電流/トルクは最大になります。PWM はデューティサイクルを連続的に変化させ、正弦波 AC 信号を生成します。この AC 信号は、モーターに電力を供給し、回転させます。プロセッサは、この電流測定値を使用して PWM デューティ

ィサイクルを更新します。図 2 に示すように、電流センサと ADC を組み合わせて電流を測定し、アナログ出力をデジタル出力に変換して、プロセッサへ送信します。

LEM 電流センサ、VAC 電流センサ、ホール効果電流センサ、電流センサアンプなど、TI が提供している **TMCS1123**、**AMC1300** および **INA241A** など、多様なタイプの電流センサがあります。これらの電流センサの出力はアナログであるため、プロセッサが読み取りを行うには ADC でデジタル化する必要があります。電流センサは、差動、疑似差動、シングルエンドなど、さまざまな出力形式に対応しています。このような出力タイプでは、アナログ回路がシングルエンド信号に変換する必要があり、疑似差動/差動入力を備えた ADC を使いやすくなっています。**ADS8350**、**ADS7850**、**ADS7250**、および **ADS704x/ADS705x** ファミリーは、差動および疑似差動入力を備えた複数のデバイスを提供します。ADC の入力範囲も重要で、電流センサの出力範囲と一致させることができます。LEM センサのような一部のセンサでは、-10V ~ 10V の出力を出力することがあります。**ADS8681** には PGA が内蔵されているため、外付け部品なしでこの電圧を直接取り込むことができます。表 1 複数の入力範囲と電圧に対応したいいくつかの ADC を使用して詳細を説明します。

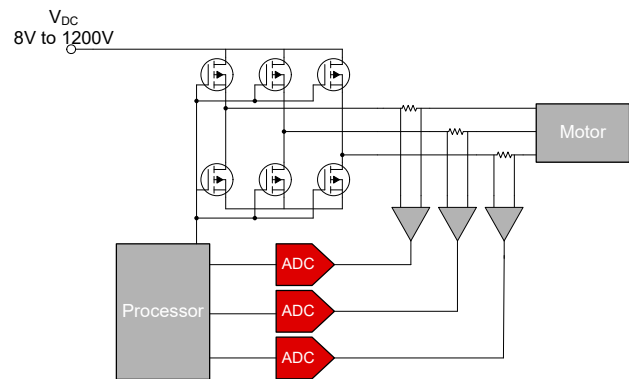


図 2. 電流センサ出力の測定

表 1. 電流センサ ADC の推奨デバイス

デバイス	分解能 (ビット)	サンプルレート (kSPS)	チャンネル数
ADS7850 ADS8350	14 / 16	750	2
ADS86xx	10 / 12 / 14	1000 / 500 / 100	1
ADS704x ADS705x	8 / 10 / 12 / 14	3000 / 2500 / 2000 / 1000	1

アナログ I/O

PLC やモーションコントローラのようなコントローラは、アナログまたはデジタル出力を使用してサーボドライブと通信ができます。アナログ制御は、レガシーシステムや低コストシステムで多く活用されています。コントローラは一般的に $\pm 10V$ の出力を供給できます。読み取るには、これらのアナログ入力をデジタルに変換して、サーボドライブ上のプロセッサが読み取りを実行する必要があります。これに該当する場合、ADC が必要です。ADC は、PLC からの出力を確実に読み取れるように、広い入力電圧範囲を持つ必要があります。図 3 に、回路形式で ADC を使用する方法の例を示し、表 2 に示すデバイスの入力範囲はすべて $\pm 10V$ です。

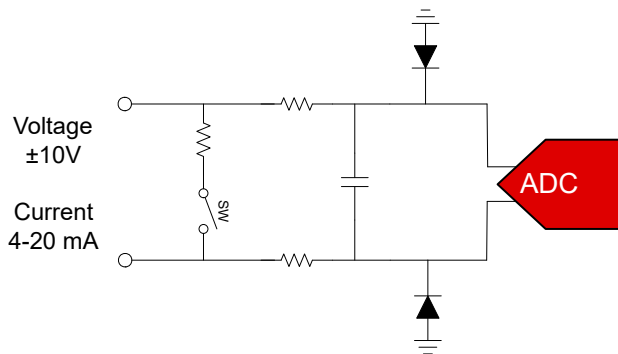


図 3. アナログ I/O

表 2. 推奨アナログ I/O デバイス

デバイス	分解能 (ビット)	サンプルレート (kSPS)	チャンネル数
ADS8681 / 85 / 89	16	1000 / 500 / 100	1
ADS8681W / 5W / 9W	16	1000 / 500 / 100	1
ADS8684 / 88	16	500	4 / 8

サーボドライブ位置フィードバック

モーターのエンコーダを使用して、モーターの実際の速度と位置を検出します。エンコーダは、この情報を電圧信号として読み取り、サーボドライブに送り返して、モーターの速度または位置制御を行います。エンコーダが出力するアナログ信号は $1V_{PP}$ の正弦/余弦信号であるため、図 4 に示すように、2 チャンネルのアンプと 2 チャンネルの ADC が適切な設計になります。プロセッサは、ADC のデジタル出力を使用してモータの速度と位置を判定するため、ADC の分解能は必要不可欠な仕様です。標準的なエンコーダの帯域幅は 500kHz で、モーターを高速に使用するアプ

リケーションでは、エンコーダからの正弦信号または余弦信号の帯域幅をより高くすることができます。平均化することでノイズ性能を改善できるため、ADC サンプルングレートが高いことは重要です。平均化を行うと、係数 2 ごとに信号対雑音比 (SNR) が約 3dB 向上します。表 3 には、エンコーダ フィードバック信号チェーンに必要な仕様を満たすアンプと ADC のペアが存在します。

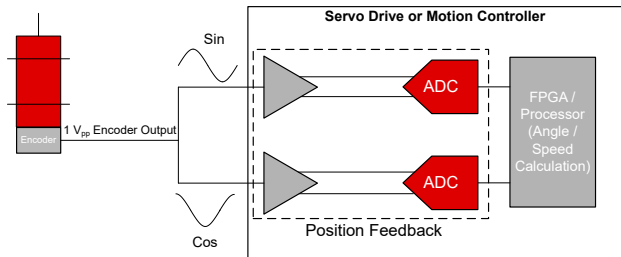


図 4. サーボドライブ位置フィードバック

表 3. エンコーダ出力 ADC デバイスの推奨事項

帯域幅	デバイス	分解能 (ビット)	サンプルレート (kSPS)	チャンネル数
1MHz 超	THS4541 + ADS9218 / ADS9219	18	10000 / 20000	2
<1MHz	THS4552 + ADS9327 / ADS9326	16	5000 / 3000	2
<200kHz	THS4552 + ADS8354	12 / 14 / 16	700	2

まとめ

サーボドライブは、多様なユースケースで ADC を必要としています。ADC は、電源ライン上の電流センサの出力測定、PLC のアナログ出力のデジタル化、エンコーダが受信したアナログデータのデジタル変換に使用できます。TI は、このような測定を実現するデバイスの強力な製品ラインアップを提供しています。サーボドライブの詳細については、以下の記事をご覧ください。

関連記事

テキサス・インスツルメンツ、[モーター エンコーダおよび位置検出用高精度 ADC](#)、製品概要。

テキサス・インスツルメンツ、[エンコーダの信号チェーン](#)、アプリケーション ブリーフ。

テキサス・インスツルメンツ、[位置フィードバック: 同時サンプリング SAR ADC を使用したキャプチャ 1VPP の Sin または Cos エンコーダ信号](#)、アプリケーション ブリーフ。

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

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 © 2025, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月