

Application Brief

TI のレーザー通信端末向け宇宙グレード高精度 ADC



Taiwo Arojoye

はじめに

宇宙用のレーザー通信端末に搭載される位置決め、取得、追跡 (PAT) システムには、過酷な放射線環境下での優れた精度、信頼性、性能が要求されます。テキサス インストルメンツの宇宙グレード A/D コンバータ (ADC) は、これらの端末に内蔵される複数のサブシステム間で重要な機能を果たします。[ADC168M102R-SEP](#) と [ADS1278-SP](#) は、宇宙グレードのレーザー通信システムで、高精度のレーザー位置決め、ミラー フィードバック、モーター位置監視を行うために役立ちます。

レーザー通信端末のアーキテクチャ

最新のレーザー通信端末では、複数の位置システム間で高精度の制御と位置フィードバックを行い、広大な宇宙空間での光リンクを確立し、維持する必要があります。3 つの重要なサブシステムで、高性能な ADC が必要です。

1. **レーザー位置決め:** 4 分割フォトダイオードを使用してビームの位置を検出し、微調整を行います
2. **ミラー位置フィードバック:** 歪みゲージブリッジ測定を使用してミラー位置を監視します
3. **モーター位置フィードバック:** レゾルバとエンコーダ フィードバック システムを使用してモーター位置を追跡します

サブシステムごとに固有の信号処理に関する課題があり、TI の宇宙グレード ADC はそれらの課題に対処可能なことが認定されています。サブシステムの全体図を [図 1](#) に示します。

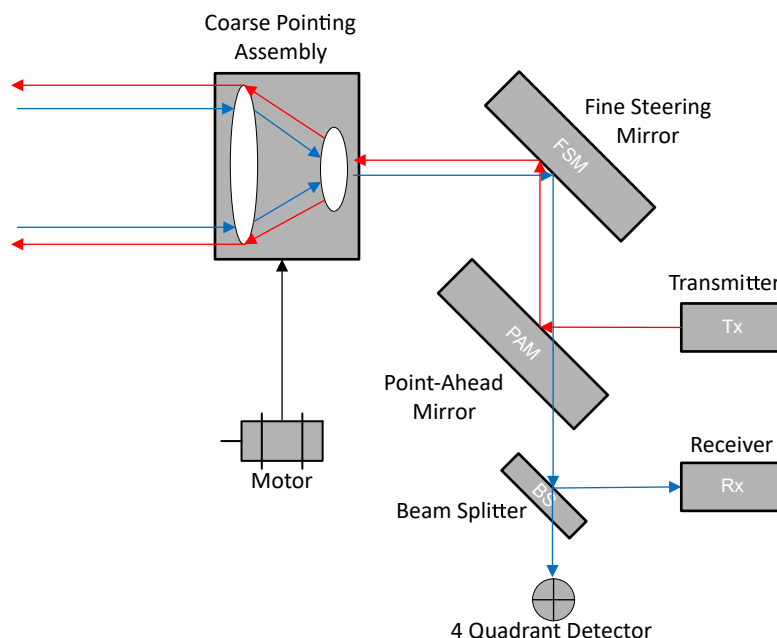


図 1. レーザー位置決めシステム

レーザー位置決め

レーザー位置決めサブシステムは、4 分割フォトダイオードを使用して、受信したレーザー ビームの位置を正確に追跡します。4 分割フォトダイオード検出器は、4 つの独立した感光象限 (Q1、Q2、Q3、Q4) で構成されており、各セグメントの入射光に比例した電流が生成されます。検出器の中心に対するレーザー ビームの位置は、各象限からの出力信号を比較することで決定されます。フォトダイオードの容量は通常は数十 pF から数百 pF の範囲で、出力電流は数十 nA ~ 数 100nA の範囲です。この重要な機能は、図 2 に示すように、4 つの象限すべてを同時に測定したとき、整列システムに位置フィードバックを提供することで信号の受信を検証します。

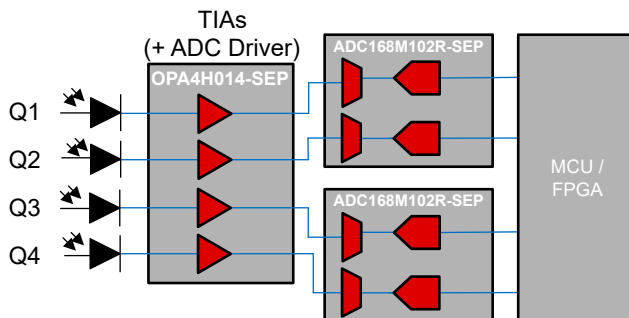


図 2. レーザー位置決めの信号チェーン

この機能を実現するため、各象限はトランス インピーダンス アンプ (TIA) として構成された OPA4H014-SEP クワッド チャンネル オペアンプの 1 つのチャンネルに接続されます。TIA の出力は、ADC168M102R-SEP の入力に直接接続されます。ADC168M102R-SEP は 1MSPS のサンプリング レートで 4 つの象限すべてを同時サンプリングできるため、マイクロ秒レベルの応答性でリアルタイムのビーム位置追跡を行えます。ADC168M102R-SEP は 93dB の信号対雑音比 (SNR) を実現しており、広い範囲の電流、弱い信号、わずかな位置の変化を検出できます。

ミラー位置フィードバック

ファイン ステアリング ミラー (FSM) は高精度の光学デバイスで、反射光ビームの方向パスを非常に高い精度で迅速に調整します。レーザー通信端末は、FSM を使用してビームを 4 分割フォトダイオードの中心に配置します。これには、正確な位置フィードバックが必要です。図 3 に示されている ADS1278-SP は、これらのミラーに取り付けられている歪みゲージブリッジ センサを監視するための設計例です。

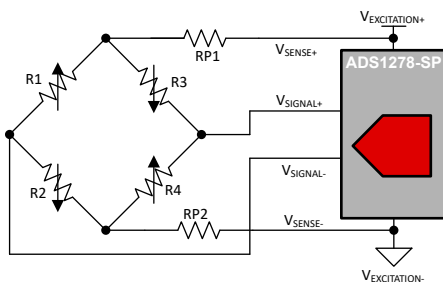


図 3. ミラー位置フィードバックの信号チェーン

各ミラーの軸は、温度補償のために完全なホイートストン ブリッジ構成を使用します。ADS1278-SP の 8 チャンネル同時サンプリング アーキテクチャでは、最大 4 つの独立したミラーの X 軸と Y 軸の両方を監視できるため、すべての軸にわたって正確な相対位置データを検証できます。この ADC の高分解能により、マイクロ ラジアン範囲のミラーの動きを検出できます。

モーター位置フィードバック

粗い位置決めのアセンブリは、レゾルバまたはエンコーダ付きのモーターを使用して、初期ビームのアライメントを行います。図 4 に示す **ADC168M102R-SEP** のアーキテクチャでは、エンコーダまたはレゾルバからの位置フィードバック機能を使用できます。デュアル チャネルの同時サンプリング機能により、サイン信号とコサイン信号を同時にデジタル化でき、1MSPS のサンプリング レートで入力信号のオーバー サンプリングが可能です。

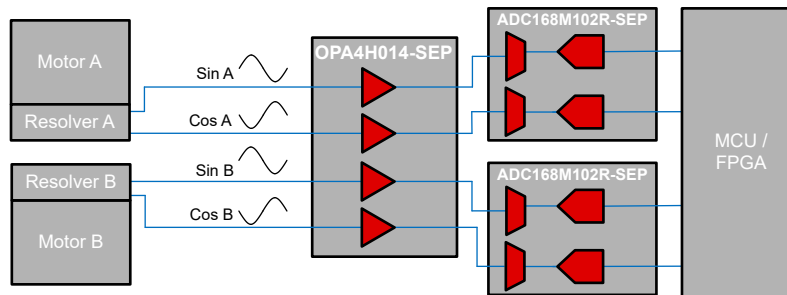


図 4. モーター位置フィードバックの信号チェーン

エンコーダとレゾルバは、モーターの実際の速度と位置を表すサイン信号とコサイン信号を出力し、両方の信号を同時に測定することで、最も正確なデータを取得できます。**ADC168M102R-SEP** を **OPA4H014-SEP** と組み合わせて使用すると、2 つの異なるレゾルバまたはエンコーダのサイン出力とコサイン出力を同時に測定できます。

まとめ

テキサス インストルメンツの宇宙グレード ADC は、高度なレーザー通信端末に必要な高精度、性能、信頼性を実現します。**ADC168M102R-SEP** は、同時サンプリングと 16 ビット精度が重要な、レーザー位置決めとモーター フィードバックの両方のアプリケーションで優れた性能を発揮します。**ADS1278-SP** は、ステアリング ミラーの微細な位置フィードバックに必要な、非常に高い分解能を実現します。

これらの ADC を組み合わせることで、宇宙ベースのレーザー通信システムで光リンクを確立および維持するために必要な、高精度の制御を実現できます。これらの ADC は放射線耐性、性能仕様、信頼性により、故障が許容されないミッション クリティカルな宇宙用途における優れた選択肢となります。

TI の宇宙グレード ADC をこれら 3 つの重要なサブシステムに実装することにより、困難の多い宇宙環境において、長距離で高精度のビーム ステアリング、迅速な取得、信頼性の高いデータ転送を行えるレーザー通信端末を設計できます。

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、TI は一切の責任を拒否します。

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](https://www.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