

Circuits from the Lab™ 実用回路は今日のアナログ・ミックスド・シグナル、RF回路の設計上の課題の解決に役立つ迅速で容易なシステム統合を行うために作製、テストされました。詳しい情報と支援は www.analog.com/jp/CN0192 をご覧ください。

接続/参考にしたデバイス

AD2S1210	10~16ビット R/D コンバータ、分解能可変、リファレンス発振器内蔵
AD8662	オペアンプ、低ノイズ、高精度、16V CMOS、レール to レール出力

AD2S1210 レゾルバ/デジタル・コンバータのリファレンス信号出力用大電流ドライバ

SS 評価および設計サポート

回路評価ボード

AD2S1210 評価ボード (EVAL-AD2S1210EDZ)

コンバータ評価開発ボード (EVAL-CED1Z)

設計と統合ファイル

回路図、レイアウト・ファイル、部品表

回路の機能とその利点

レゾルバ/デジタル・コンバータ (RDC) は自動車や工業用のアプリケーションに広く採用され、モーター・シャフトの位置と速度の情報をフィードバックします。

AD2S1210 は全機能内蔵型で 10 ビット~16 ビット分解能のトラッキング RDC であり、レゾルバを励起するプログラム可能なサイン波発振器を内蔵しています。過酷な動

作環境で使用されるため、AD2S1210 (C グレードおよび D グレード) は -40°C ~ $+125^{\circ}\text{C}$ の広い工業用温度範囲で仕様が規定されています。

図 1 に示す大電流ドライバは、レゾルバとのインターフェースを最適化するため、AD2S1210 のリファレンス発振器出力の増幅とレベル・シフトを行います。このドライバは複合アンプで、デュアル、低ノイズ、高精度オペアンプ AD8662 とディスクリートの相補エミッタ・フォロウ出力段を採用しています。レゾルバの 1 次巻線を駆動するのに完全差動信号を用いるため、相補励起出力に同じドライバ段が使用されています。AD8662 は細型 8 ピン SOIC パッケージと 8 ピン MSOP パッケージを採用し、どちらも -40°C ~ $+125^{\circ}\text{C}$ の拡張工業用温度範囲にわたって仕様が規定されています。

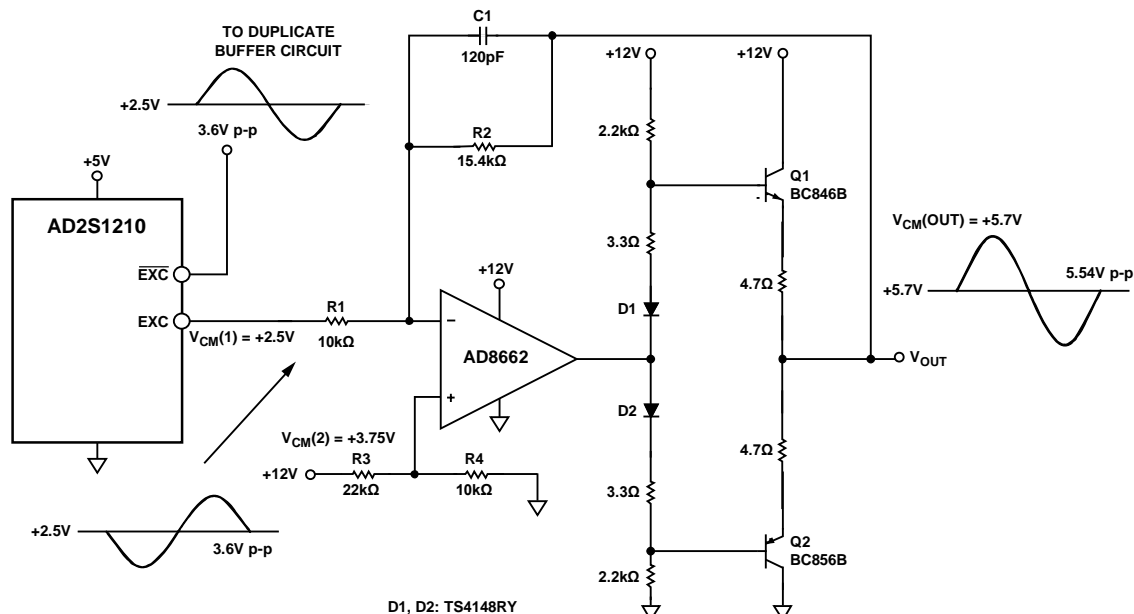


図 1. AD2S1210 RDC のリファレンス信号出力用大電流バッファ (簡略回路図: 全ての接続およびデカップリングは示されていません。)

アナログ・デバイセズ社は、提供する情報が正確で信頼できるものであることを期していますが、その情報の利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許やその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。また、アナログ・デバイセズ社の特許または特許の権利の使用を明示的または暗示的に許諾するものでもありません。仕様は、予告なく変更される場合があります。本誌記載の商標および登録商標は、それぞれの所有者の財産です。※日本語資料は REVISION が古い場合があります。最新の内容については、英語版をご参照ください。

©2010 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

Rev. 0

アナログ・デバイセズ株式会社

本社 / 〒105-6891 東京都港区海岸 1-16-1 ニューピア竹芝サウスタワービル
電話 03 (5402) 8200
大阪営業所 / 〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原 3-5-36 新大阪トラストタワー
電話 06 (6350) 6868

モーターのシャフトの位置と回転速度を検出するため、RDCはロータリー・センサーとともに使用されます。これらのアプリケーションでは、レゾルバはサイン波のリファレンス信号で励起されます。レゾルバの1次巻線の励起リファレンス信号は、2つの正弦波の差動出力信号（サインとコサイン）に変換されます。サイン信号とコサイン信号の振幅は、レゾルバの実際の位置、レゾルバの変換比、および励起信号の振幅に依存します。

デジタル化されたデータをデジタル・エンジン（タイプIIのトラッキング・ループと呼ばれる）に供給するため、RDCは両方の入力信号を同時にサンプリングします。タイプIIのトラッキング・ループは位置と速度の計算を行います。代表的なアプリケーション回路を図2に示します。

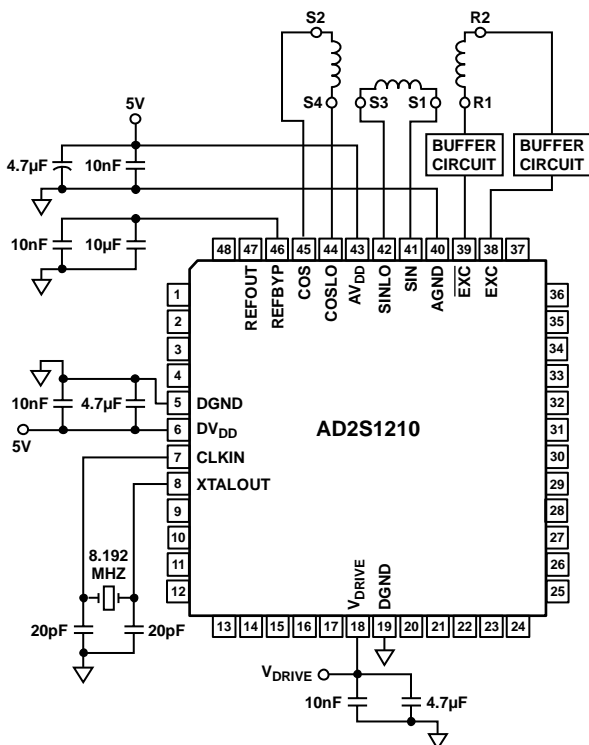


図2. AD2S1210 RDCの代表的なアプリケーション回路

レゾルバの入力信号要件により、励起バッファは最大200mAのシングルエンド電流を供給する必要があります。図1に示すバッファ回路は電流駆動機能のほか、AD2S1210の励起出力信号に対するゲインも提供します。この回路ノートでは性能条件と推奨する励起バッファ・トポロジーについて説明します。

標準的なレゾルバの入力抵抗は100Ω~200Ωの範囲で、1次コイルは7Vrmsで励起する必要があります。

コンバータは3.15Vp-p±27%の範囲の入力信号に対応します。AD2S1210の周波数範囲は2kHz~20kHzに規定されています。タイプIIのトラッキング・ループを採用して入力をトラッキングし、サインとコサインの各入力情報を入力角と入力速度のデジタル信号に変換します。このデバイスの最大トラッキング・レートは3,125rpsと規定されています。

16ビット分解能では、位置の出力精度の誤差仕様は最大±5.3分角です。

回路説明

AD2S1210は5V電源で動作し、出力バッファ回路はレゾルバに必要な差動信号振幅を供給するために12V電源を必要とします。

図1にAD2S1210、AD8662、およびプッシュプル出力段を含む関連する回路の回路図を示します。プッシュプル出力段はレゾルバに必要な電力を供給することができます。この回路の利点の一つは、信号がないとき出力トランジスタに必要な静止電源電流がほんのわずかなことです。

AD2S1210の励起出力は通常、EXC出力と $\overline{\text{EXC}}$ 出力に3.6Vp-pの正弦波信号を供給します。この結果7.2Vp-pの差動信号になります。

自動車用レゾルバの標準的な変換比は0.286です。したがって、ユニティ・ゲインのバッファをAD2S1210とともに使用すると、レゾルバ出力の振幅は差動で約2Vp-pになります。このような信号の振幅はAD2S1210の入力振幅仕様を満たすには不十分です。理想的には、サイン入力とコサイン入力は3.15Vp-pの差動振幅を必要とするので、バッファ段は約1.5のゲインを提供する必要があります。

図1に示されている励起バッファのゲインは抵抗R1とR2によって設定されます。回路テスト時の抵抗R1とR2はそれぞれ10kΩと15.4kΩで、1.54のゲインに相当します。

抵抗R3とR4によってアンプの同相電圧が $V_{CM}(2) = +3.75V$ に設定されます。励起出力の同相電圧は $V_{CM}(1) = +2.5V$ （電源電圧の中心）です。励起出力は約 $V_{CM}(OUT) = +5.7V$ （+12V電源の約半分）のバッファ出力の同相電圧に変換されます。

2.2kΩの抵抗はプッシュプル回路の入力のダイオードD1とD2にバイアス電流を供給し、この区間の静止電源電流を生成します。D1両端にかかる電圧とQ1(VBE)の電圧、D2両端とQ2(VBE)の電圧を等しくする必要があります。また、3.3Ω抵抗と4.7Ω抵抗にかかる電圧も等しくする必要があります。

プッシュプル出力段に対するドライバの条件を満たすため、AD8662オペアンプを選択しました。レゾルバとRDCコンバータは過酷な環境で使用されることが多いので、一般に、温度範囲が広い(-40°C~+125°C)デバイスが必要とします。オペアンプは帯域幅が2MHzより大きく、入力オフセット仕様は1mVより小さくなくてはなりません。0V付近の差動信号の歪みはレゾルバ自身によって除去できない可能性があるため、この歪みを生じないように注意してください。これについては、ゼロになった時点で直線性を維持するために十分な電流になるように出力トランジスタのバイアスを設定することで対応します。

選択したトポロジーは単電源で動作可能なので、バッファとして選択したオペアンプも単電源レールで動作可能であることが必要です。AD8662は+5V～+16Vの単電源で動作し、出力がレール to レールなので、バッファに最適なデバイスです。

抵抗 R2 と並列のコンデンサ C1 はローパス・フィルタを形成し、EXC 出力と EXC 出力に生じる可能性があるノイズを除去します。このフィルタのカットオフ周波数を選択する際には、フィルタによって生じるキャリアの位相シフトが AD2S1210 のフェーズロック範囲を超えないように注意してください。レゾルバが AD2S1210 の励起出力から高周波数成分を除去することができるので、C1 コンデンサは必須ではありません。

回路の検証プロセスでは、レゾルバの出力は AD2S1210 の入力に直接接続しました。多くの場合、顧客のアプリケーションでは追加の調整抵抗や受動 RC フィルタが使用されます。デバイス AD2S1210 の前に受動部品を追加することができますが、データシートに規定された AD2S1210 の最大フェーズロック範囲を超えないように注意してください。受動部品を外付けすることにより、チャンネル間に振幅不一致誤差が生じ、この誤差が位置誤差に直接変換される可能性があります。このため、信号経路には許容誤差が 1% 未満の抵抗と許容誤差が 5% 未満のコンデンサを使用することを推奨します。

70°の角度で収集されたコードの 12 ビットの角度精度のヒストグラムを図 3 に示します。コードの 16 ビットの角度精度のヒストグラムを図 4 に示します。16 ビット分解能の設定で 100rps の回転速度でのコードの速度出力のヒストグラムを図 5 に示します。

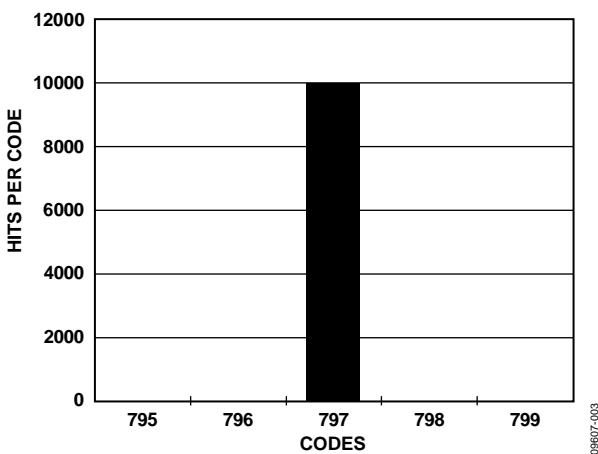


図 3. コードの 12 ビットの角度精度のヒストグラム (70°の角度、10,000 サンプル)

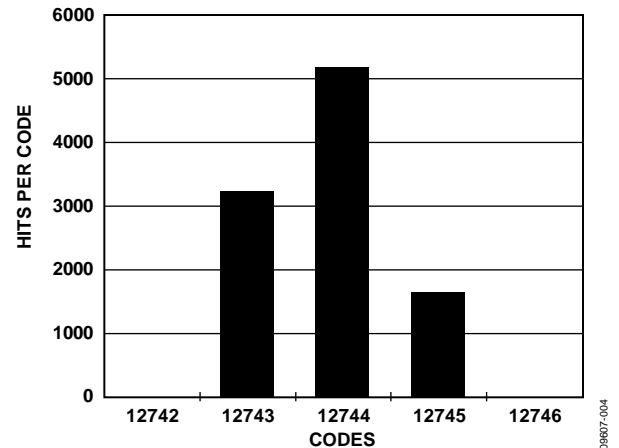


図 4. コードの 16 ビットの角度精度のヒストグラム (70°の角度、10,000 サンプル)

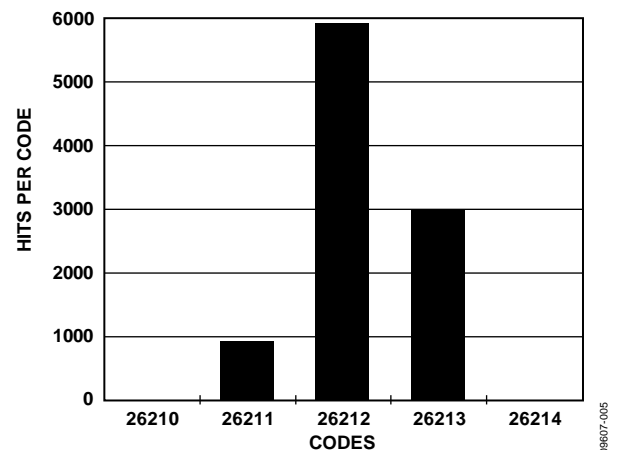


図 5. コードの 16 ビットの速度出力のヒストグラム (100rps、10,000 サンプル)

前の説明から分かるように、デバイス AD2S1210 を既存の励起バッファ回路とともに使用して評価した結果は、製品のデータシートに規定されたアナログ精度と速度精度を実現しています。

AD2S1210 と AD8662 周囲の部品の値は、アプリケーションやセンサーに固有の条件を満たすように変更することができます。たとえば、抵抗値を変更することにより、バッファ回路の出力のバイアス電圧、振幅、最大駆動能力を調整することができます。

バリエーション回路

図1のバッファ回路は変更を加えることなく、AD2S1200やAD2S1205など他のADI レゾルバ/デジタル・コンバータでも使用できます。出力振幅、駆動能力、オフセット電圧を変化させるためには、受動部品を適切に調整する必要があります。

システムにオペアンプを追加する必要がある場合、AD8662のクワッド・バージョンのAD8664やシングル・バージョンのAD8661を利用可能です。

回路の評価とテスト

EVAL-AD2S1210EDZ評価ボードは、デバイスAD2S1210をこの回路ノートに記述されている回路で評価し、テストするために開発されました。回路の詳細、部品表、ユーザー・インストラクションはEVAL-AD2S1210EDZ Evaluation Board User Guideに記載されています。

必要な装置

この回路ノートに記述されている回路をテストし、評価するためには、EVAL-AD2S1210EDZ 評価制御ボード、EVAL-CED1Z 評価コントローラ・ボード、レゾルバ、USB インターフェース付き PC (Windows™ 2000™ または Windows™ XP™) が必要です。場合によっては、レゾルバは実際のセンサーの機能のシミュレートに使用されるレゾルバ/シンクロ角度基準信号発生装置に置き換えることができます。適したレゾルバ・シミュレータは North Atlantic Model 5300 です。

評価開始にあたって

EVAL-AD2S1210 ボードと EVAL-CED1Z ボードのソフトウェア・インストール手順は EVAL-AD2S1210EDZ Evaluation Board User Guide に記載されています。EVAL-CED1Z ボードの動作の詳細については、EVAL-CED1Z Converter Evaluation and Development Platform と EVAL-CED1Z Technical Documentation を参照してください。

セットアップとテスト

AD2S1210 のテストの詳細については、EVAL-AD2S1210EDZ Evaluation Board User Guide を参照してください。

さらに詳しくは

CN0192 Design Support Package :

<http://www.analog.com/CN0192-DesignSupport>

Zumbahlen, Hank. *Linear Circuit Design Handbook*, Chapters 3 and 6

Application Note AN-264 : *Dynamic Characteristics of Tracking Converters*, Analog Devices

Application Note AN-263 : *Resolver-to-Digital Conversion*, Analog Devices

Application Note AN-234 : *Digital Resolver Integration*, Analog Devices

MT-030 Tutorial : *Resolver-to-Digital Converters*, Analog Devices

データシートと評価ボード

[AD2S1210 データシート](#)

[AD8662 データシート](#)

[EVAL-AD2S1210EDZ Evaluation Board User Guide](#)

[EVAL-AD2S1210 Evaluation Board Software](#)

[EVAL-CED1Z Converter Evaluation and Development Platform](#)

[EVAL-CED1Z Technical Documentation](#)

改訂履歴

3/11—Revision 0: 初版

「Circuits from the Lab/実用回路集」はアナログ・デバイセズ社製品専用に作られており、アナログ・デバイセズ社またはそのライセンスの供与者の知的所有物です。お客様は製品設計で「Circuits from the Lab/実用回路集」を使用することはできませんが、その回路例を利用もしくは適用したことにより、特許権またはその他の知的所有権のもとでの暗示的許可、またはその他の方法でのライセンスを許諾するものではありません。アナログ・デバイセズ社の提供する情報は正確でかつ信頼できるものであることを期しています。しかし、「Circuits from the Lab/実用回路集」は現状のまま、かつ商品性、非侵害性、特定目的との適合性の暗示的保証を含むがこれに限定されないいかなる種類の明示的、暗示的、法的な保証なしで供給されるものであり、アナログ・デバイセズ社はその利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許権もしくはその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。アナログ・デバイセズ社はいつでも予告なく「Circuits from the Lab/実用回路集」を変更する権利を留保しますが、それを行う義務はありません。商標および登録商標は各社の所有に属します。