



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。詳しい情報と支援については www.analog.com/jp/CN0233 をご覧ください

接続/参考にしたデバイス

ADuM3471	トランス・ドライバと PWM コントローラ内蔵のクワッド・アイソレータ
AD5422	16 ビット電流源出力&電圧出力 DAC
ADR445	高精度 5.0 V リファレンス

絶縁型 DC/DC 電源付き 16 ビット絶縁型工業向け電圧出力&電流出力 DAC

評価と設計支援

設計と統合ファイル

[回路図](#)、[レイアウト・ファイル](#)、[BOM](#)

回路の機能とその利点

プログラマブル・ロジック・コントローラ(PLCs)、分散制御システム(DCS)だけでなく工業用システムや計装システムでは出力を頻繁にコントロールしなければなりません、それは電流制御(4 mA ~ 20 mA)と電圧制御(±10 Vまで)の両方になる可能性があります。又一般的にそれらの設計はグラウンド・ループからの保護とさらに外部イベントから強固に守るため、ローカルのシステム・コントローラから絶縁される必要があります。

従来のソリューションは電源とデジタルの絶縁の両方にデスクリート IC を使用します。

多チャンネルの絶縁が必要な場合、デスクリート回路にかかる費用や面積が大きな欠点となります。光アイソレータを基本としたソリューションは一般的に合理的な出力レギュレーションですが、追加の外付け部品が必要となるので、基板面積が増えます。電源モジュールはほとんどの場合大きくなり、出力レギュレーションが不十分になる可能性があります。図 1 の回路はアイソレータ ADuM347x ファミリー(ADuM3470、ADuM3471、ADuM3472、ADuM3473、ADuM3474)をベースにしており、デジタル・アイソレータと共に PWM 制御の電源レギュレーション回路と付随の絶縁帰還回路を内蔵しています。

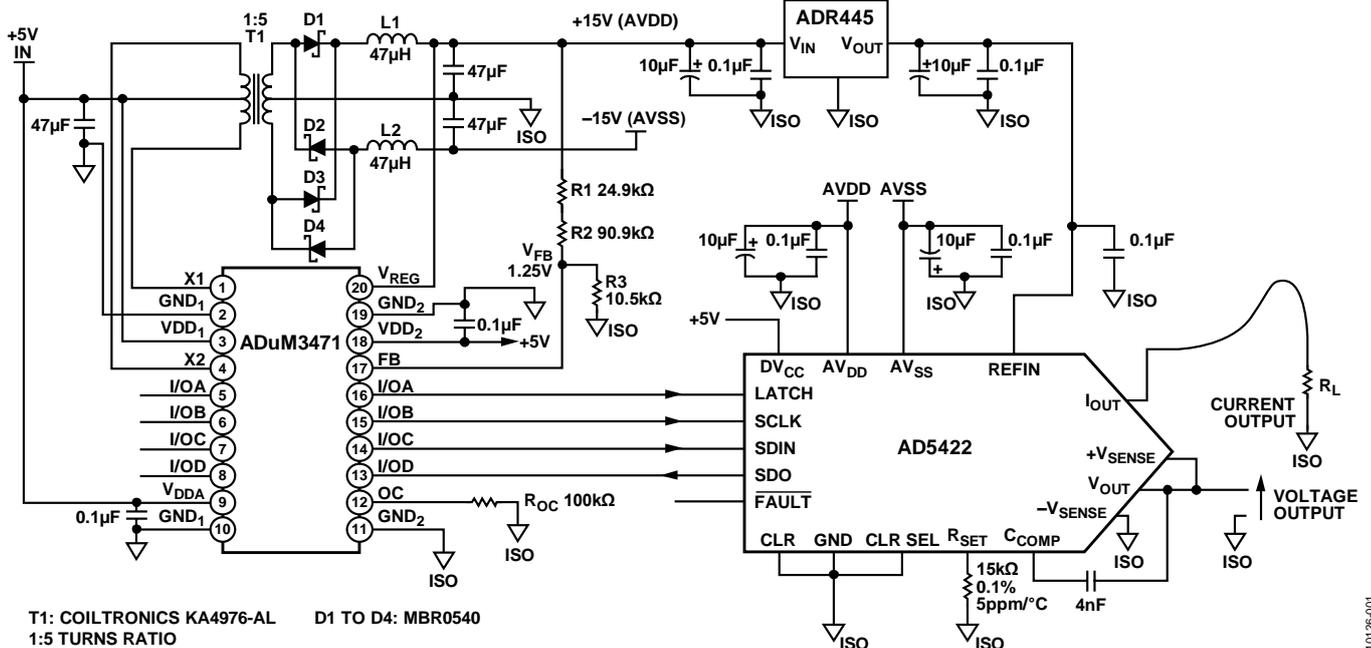


図 1. 絶縁型電源付き絶縁型 16 ビット電流出力&電圧出力 DAC

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。本紙記載の商標および登録商標は、各社の所有に属します。※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。

Rev. 0

©2011 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

絶縁障壁を跨いで電源を転送するために外部トランスを使用します。16ビットDACAD5422には電流出力と電圧出力があります。

回路説明

AD5422は全機能内蔵、フル・プログラマブル16ビット電圧出力&電流出力DACで、4 mA ~ 20 mA、0 mA ~ 20 mA、0 V ~ 5 V、0 V ~ 10 V、 ± 5 V、 ± 10 Vの範囲をプログラムできます。電圧出力のヘッドルームは1V_{typ}ですが、電流出力は約2.5Vのヘッドルームが必要です。

これは電源15Vで電流出力20mAが負荷約600 Ω を駆動できる事を意味します。

デバイスADuM347xはPWMコントローラと低インピーダンス・トランス・ドライバ(X1 and X2)を内蔵する4チャンネル・デジタル・アイソレータです。絶縁型DC/DCコンバータに唯一必要な追加部品はトランスと簡単な全波整流ダイオードです。デバイスは、5.0Vまたは3.3Vの電源入力で、レギュレーションされ、絶縁された最大2Wの電力を供給します。このデバイスを使用する事により別の絶縁型DC/DCコンバータが不要になります。

iCouplerチップ・スケール・トランス技術を使ってロジック信号を絶縁しています。そして内蔵トランス・ドライバと絶縁した2次側制御回路により、絶縁型DC/DCコンバータは高効率になっています。内部発振周波数は200kHz ~ 1MHzの範囲で調整可能で、R_{oc}の値で決まります。R_{oc} = 100k Ω の場合、スイッチング周波数は500kHzです。

ADuM3471は正の15V電源をレギュレーションします。抵抗分割回路(R1, R2, R3)によりレギュレーションの帰還が行われます。出力電圧が15Vの時、帰還電圧が1.25Vになるように抵抗を選びます。帰還電圧はADuM3471の内部帰還設定電圧1.25Vと比較されます。レギュレーションは外部トランスを駆動するPWM信号のデューティ・サイクルを変える事により実行されます。

負電源は軽くレギュレーションされ、軽い負荷の場合-23Vくらいの高さになります。これは最大動作値の-26.3V以内です。公称負荷が1k Ω 以上の場合、より大きな非レギュレーション負電源電圧により追加になる消費電力は問題ではありません。高いコンプライアンス電圧を要求するアプリケーション又は超低消費電力が要求されるアプリケーションの場合は異なる電源設計を検討する必要があります。

この回路は5V、高精度、低ドリフト(Bグレードで3ppm/ $^{\circ}$ C max)の外部リファレンスADR445を使ってテストされました。これにより総合システム誤差は工業温度範囲(-40 $^{\circ}$ C ~ +85 $^{\circ}$ C)全体で0.1%以下を達成できます。

AD5422はドリフトが10ppm/ $^{\circ}$ C (max)の高精度内部リファレンスを内蔵しています。外部リファレンスを使用しないで内部リファレンスを使用した場合、誤差は工業温度範囲全体でわずか0.065%増えるだけです。

リニア電源と絶縁型DC/DCスイッチング電源の両方を使ってAD5422の積分非直線性(INL)をテストし、スイッチング電源によりシステム精度が悪化するかどうか確かめました。図2にリニア電源のINLを示し、図3にスイッチング電源のINLを示します。スイッチング電源を使用した場合、リニア電源と比べて特に顕著な性能悪化はありません。

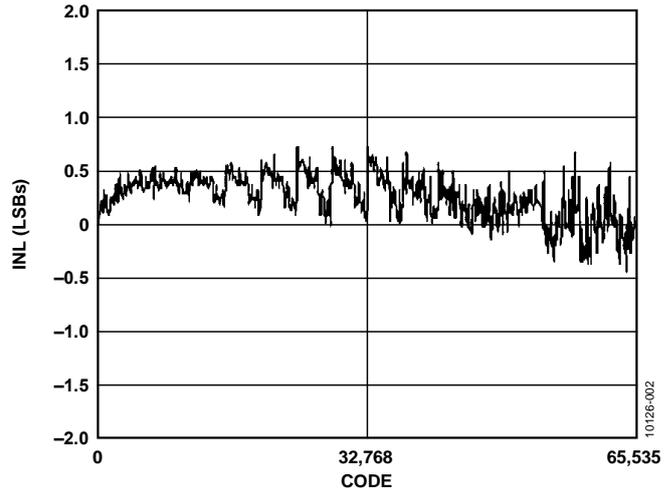


図2. リニア電源を使い回路を出力範囲 ± 10 Vに設定して測定した時のINL

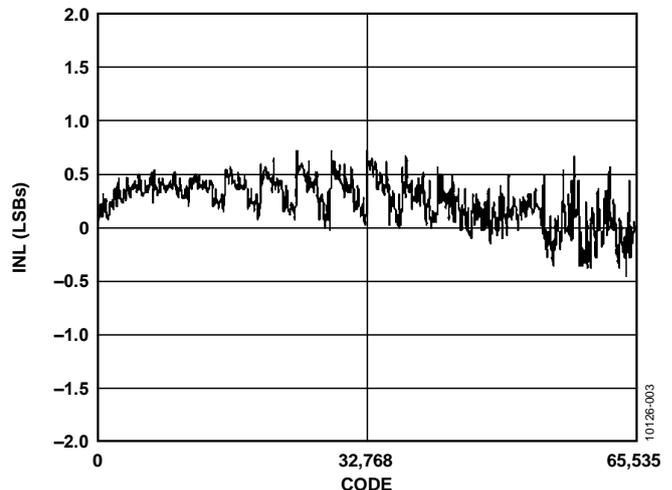


図3. スwitchング電源を使い回路を出力範囲 ± 10 Vに設定して測定した時のINL

図4に示すようにリニア電源とスイッチング電源を使用した場合について平均出力ノイズの時間変化をテストして比較しました。出力ノイズの時間変化の実測値にわずかなオフセットがある事に注目してください。

このオフセットは2つの測定間のリファレンスのドリフトによる影響だけでなく、リニア負電源対非レギュレーション・スイッチング電源の差による DC PSRR との組み合わせが原因と考えられます。

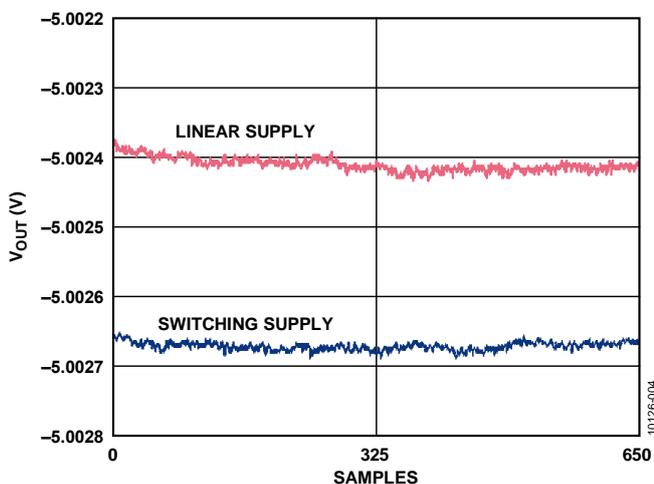


図 4. DAC 出力を ± 10 V 出力範囲で -5 V に設定した時のリニア電源とスイッチング電源の実測平均 DAC 出力ノイズ (1 LSB = 0.0003 V)、650 サンプル

バリエーション回路

この回路は、表示されている部品で優れた安定性と精度をもって問題なく動作する事が証明されています。4 mA ~ 20 mA の電流出力のみ必要なアプリケーションでは、単電源回路を使用する事ができます。この場合、正 AVCC 電源を 26.4 V に高くする事ができます。従って出力コンプライアンスは $26.4 \text{ V} - 2.5 \text{ V} = 23.9 \text{ V}$ です。20mA の出力電流で、負荷抵抗の大きさは 1 k Ω 程度まで可能です。

16 ビット分解能を必要としないアプリケーションには 12 ビットの AD5412 があります。

アイソレータ ADuM347x (ADuM3470, ADuM3471, ADuM3472, ADuM3473, ADuM3474) は 4 つの独立したアイソレーション・チャンネルをいろいろな入力/出力チャンネル構成で提供します。又これらのデバイスの最大データレートは 1 Mbps (A グレード) 又は 25 Mbps (C グレード) です。

回路評価とテスト

この回路は図 5 に示すように回路基板 EVAL-AD5422EBZ と EVAL-ADuM3471EBZ を共に接続して使いテストされました。絶縁経路を完璧にテストするために、グラウンド、電源、コントローラと AD5422 デバイス間のデータ・トラックを遮断し、信号は ADuM3471 評価用ボードを通して配線しました。

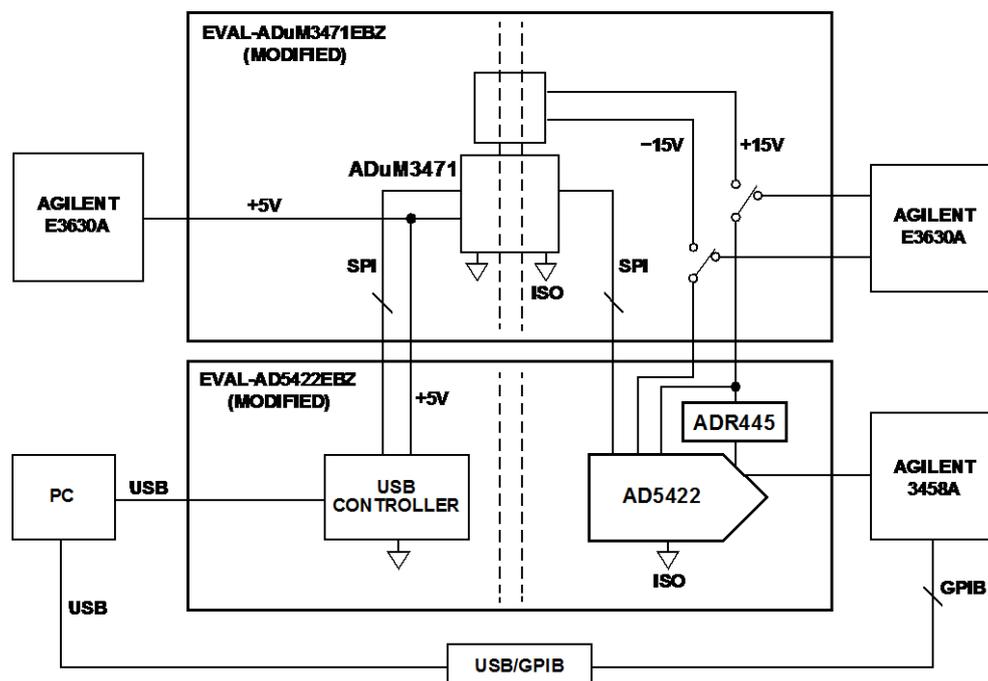


図 5. 評価用ボードの接続を示したテスト・セットアップの機能ブロック図

テスト・データの収集に使用する装置

- USB ポート付き Windows® XP、Windows Vista® (32 ビット) 又は Windows 7 (32 ビット) 対応の PC
- EVAL-AD5422EBZ (修正済み)
- EVAL-ADuM3471EBZ (修正済み)

- AD5422 基板の評価ソフトウェア
- 電源電圧: +5 V
- 電源電圧: ± 15 V、アジレント E3630A 又は同等品
- アジレント 3458A、8.5 デジット・デジタル・マルチメータ 又は同等品
- ナショナル・インストルメント GPIB to USB-B インターフェースとケーブル

セット・アップとテスト

図 5 に示すように評価用ボード ADuM3471 と評価用ボード AD5422 を接続して回路をテストし検証しました。

トランスを巻数比 1:5 のトランス(Coilcraft KA4976-AL)に変更し、ADuM3471 評価用ボード上の正と負の電源として 2 電源構成に設定しました。その他の変更として、R24、R22~R23、R21 から 0 Ω 抵抗を取り外しました。R24 の代わりに R23 を短絡すると、J6 の +7.5 V/6 V ピンが -15 V 電源になります。R22 の代わりに R21 を短絡すると、トランスのセンタ・タップは L3、C20、C27 が接続されていたノードの代わりにグラウンド・プレーンに接続されます。

UG-197 の図 16 に、2 電源構成あるいは正/負電源構成にするためにどの抵抗を短絡/オープンする必要があるかを示します。注:これらのハードウェアの変更の詳細情報についてはユーザ・ガイド UG-197 をご覧ください。

デジタル・コントロール信号が ADuM3471 評価用ボードを通過するように AD5422 評価用ボードを修正しました。これにより AD5422 へのデータ絶縁経路全体を完全にテストすることができます。

INL とノイズのデータは DAC データを PC から AD5422 評価用ボードへ入力し、GPIO/USB インターフェースを使用してマルチメータ 3485A から結果を読み出す事により取得しました。DAC へ入力するデータを生成するために AD5422 評価用ボードのソフトウェアを使用しました。

さらに詳しくは

CN-0233 Design Support Package : <http://www.analog.com/CN0233-DesignSupport>

CN-0065 : シングルチップ、電圧/電流出力の D/A コンバータ AD5422 とデジタル・アイソレータ ADUM1401 を使った、完全絶縁の 16 ビット電圧出力モジュール回路

アプリケーション・ノート (AN-0971) : isoPower デバイスでの EMI 放射制御についての推奨事項

iCoupler® Products with isoPower□Technology:Signal and Power Transfer Across Isolation Barrier Using Microtransformers.

MT-014 Tutorial : Basic DAC Architectures I:String DACs and Thermometer (Fully Decoded) DACs, Analog Devices.

MT-015 Tutorial : Basic DAC Architectures II:Binary DACs, Analog Devices.

MT-016 Tutorial : Basic DAC Architectures III:Segmented DACs, Analog Devices.

Analog Dialogue 43 : PLC 評価用ボードによる産業用プロセス制御システムの容易な設計

Analog Dialogue 2005-10 : Wayne, Scott.iCoupler® Digital Isolators Protect RS-232, RS-485, and CAN Buses in Industrial, Instrumentation, and Computer Applications.

Analog Dialogue 29-09 : A Practical Guide to High-Speed Printed-Circuit-Board Layout.

MT-031 Tutorial : Grounding Data Converters and Solving the Mystery of “AGND” and “DGND”, Analog Devices.

MT-101 Tutorial : Decoupling Techniques, Analog Devices.

データシートと評価用ボード

AD5422 データシート / 評価用ボード (EVAL-AD5422EBZ)

ADuM3471 データシート / 評価用ボード (EVAL-ADuM3471EBZ)

ユーザ・ガイド UG-197 : トランス・ドライバ内蔵の iCoupler 4 チャンネル・アイソレータ ADUM347X の評価用ボード

ADR445 データシート

改訂履歴

10/11—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で作られており、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。お客さまは製品設計で「Circuits from the Lab/実用回路集」を使用することはできますが、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。

©2011 Analog Devices, Inc. All rights reserved. 商標および登録商標は、それぞれの所有者の財産です。