



テスト済み回路設計集“Circuits from the Lab™”は共通の設計課題を対象とし、迅速で容易なシステム統合のために製作されました。さらに詳しい情報又は支援は <http://www.analog.com/jp/CN0321> をご覧ください。

使用したリファレンス・デバイス

AD5422	16ビット、電流&電圧出力 DAC
AD5700-1	高精度発振器内蔵 低消費電力 HART モデム
ADP2441	36V、1A、同期式降圧 DC/DC レギュレータ
ADuM3471	4チャンネル・アイソレータ内蔵の PWM コントローラおよびトランス・ドライバ
ADuM3482	3.75kV RMS クラウド小型デジタル・アイソレータ

HART 接続機能を備えた完全絶縁型シングル・チャンネル電圧および 4mA~20mA 出力

評価および設計サポート環境

回路評価ボード

CN0321 評価用ボード (EVAL-CN0321-SDPZ)

システム・デモンストレーション・プラットフォーム
(EVAL-SDP-CB1Z)

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

この回路は、標準 4mA~20mA の HART®¹ 互換の電流出力とユニポーラまたはバイポーラ出力電圧範囲を必要とするプログラマブル・ロジック・コントローラ (PLC) や分散型制御システム (DCS) のモジュールに適した完全絶縁型アナログ出力チャンネルです。完全絶縁型アナログ出力を必要とするチャンネル間絶縁型 PLC/DCS 出力モジュールなどの工業用アプリケーション向けに、柔軟なビルディング・ブロックを提供します。この回路にはアナログ出力端子の外付け保護回路も含まれています。

AD5422 16ビット D/A コンバータ (DAC) はソフトウェアで設定可能であり、必要な全ての電流と電圧の出力を供給します。

電力とフットプリントが業界最小の HART 準拠 IC モデムである AD5700-1 を AD5422 とともに使うことで、HART 互換の 4mA~20mA のソリューションを構成します。AD5700-1 は高精度の内部発振器を備えており、特にチャンネル間絶縁型アプリケーションでさらなる省スペースを実現します。

¹ HART は HART 通信協会の登録商標です。

PLC/DCS ソリューションは、グラウンド・ループに対する保護を行い、外部事象に対する堅牢性を確保するため、ローカルのシステム・コントローラから絶縁する必要があります。従来型のソリューションでは、電源とデジタルの両方の絶縁に別個の IC を使用しています。マルチチャンネルの絶縁が必要な場合、個別にディスクリートで電源を実装するコストとスペースが大きな欠点になります。フォトカプラによる絶縁は、一般に適度な出力レギュレーションを備えていますが、外付け部品を追加する必要があるため基板面積が増加します。電源モジュールが大きくなることも稀ではなく、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 の回路では、アイソレータの ADuM347x ファミリーと、関連する絶縁されたフィードバックを備えた電源レギュレーション回路が使用されています。絶縁バリアをまたいで電力を転送するのに外付けトランスが使用されています。

ADuM3482 は AD5700-1 に対して UART 信号を絶縁します。

ADP2441 36V 降圧 DC/DC レギュレータは、工業用の 24V 標準電源を受け入れ、広い範囲の入力電圧を許容します。この電源を 5V に降圧し、コントローラ側の全ての回路に電力を供給します。この回路は、24V 電源端子の標準的な外部保護機能、ならびに DC の +36V までの過電圧と -28V までの低電圧に対する保護機能も備えています。

アナログ・デバイス社は、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・デバイス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。

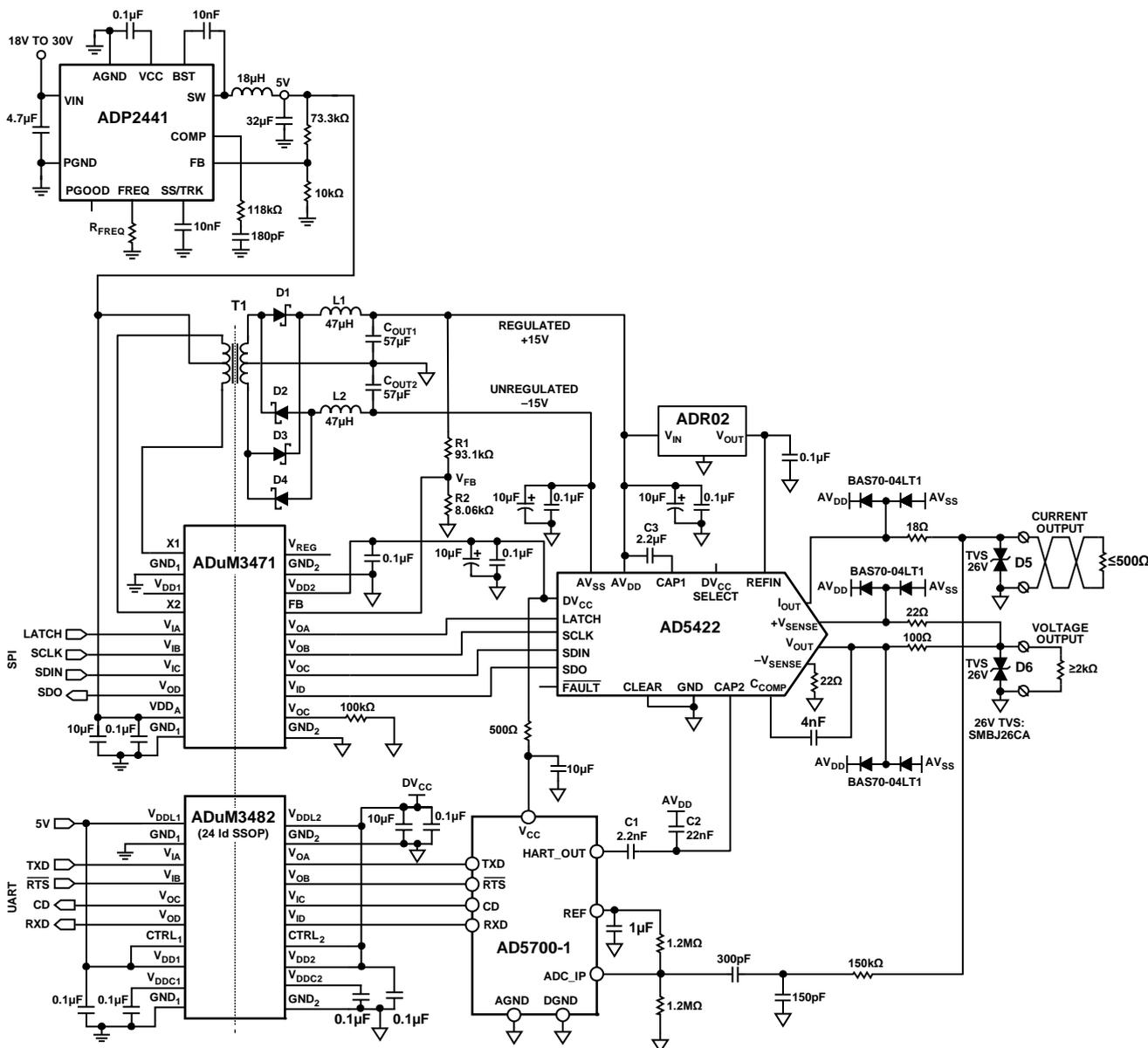


図 1. 機能ブロック図 (簡略回路図：全接続の一部およびデカップリングは省略されています)

回路説明

アナログ出力

工業用制御モジュールに対する標準的なアナログ出力電圧と電流の範囲は、 $\pm 5V$ 、 $\pm 10V$ 、 $0V \sim +5V$ 、 $0V \sim +10V$ 、 $+4mA \sim +20mA$ 、および $0mA \sim +20mA$ です。AD5422は、プログラム可能な電流源と電圧出力を提供する高精度かつ高度に集積化された 16 ビット DAC であり、工業用プロセス制御アプリケーションの要件を満たすように設計されています。

AD5422は前述の全ての出力範囲を備え、電流出力範囲と電圧出力範囲は別個のピンで利用可能です。10%のオーバーレンジ機能は全ての電圧範囲で利用可能です。0mA~20mAのオーバーレンジは電流出力で利用可能です。アナログ出力は短絡状態と開放状態に対して保護されています。

AD5422には $10ppm/^{\circ}C$ のリファレンスが内蔵されています。全温度範囲での性能を向上させるため、この設計ではADR02リファレンスを使用しています。ADR02は、最大36Vの入力電圧を許容する5V高精度リファレンスです。最大精度誤差は0.05%、最大温度ドリフトは $3ppm/^{\circ}C$ です。このドリフトにより、工業用温度範囲で約0.02%の誤差を生じます。

AD5422では、電流出力回路用に内部または外部の高精度電流設定抵抗を使用することができます。この設計では内部の電流検出抵抗を使用していますが、 $15k\Omega$ の外付け高精度抵抗を使用することにより、さらに高い精度を達成することができます。

AD5422 の DV_{CC} SELECT ピンをフロート状態に保つことにより、4.5V の内部電源が DV_{CC} ピンに接続され、AD5700-1 とアイソレータのフィールド側のデジタル電源として使用されます。代わりに、ADuM3471 の 5V 出力低ドロップアウト

(LDO) レギュレータを使用することもできます。この LDO は、さらに厳密に安定化された 5V 電源レールを供給しますが、ADuM3471 のレギュレータ入力ピンの絶対最大定格のため、20V を超える DC 過電圧は許容しません。

EVAL-CN0321-SDPZ ハードウェアの出力コネクタの構成を表 1 に示します。

表 1. 出力端子

端子名	出力タイプ
OUT2	電圧出力範囲
GND	グラウンド
OUT1	電流出力範囲

HART 互換性

AD5700-1 は、AD5422 と併用することで HART と完全互換の 4mA~20mA のソリューションを構成します。AD5700-1 の精度 0.5% の内部発振器は、従来であればチャンネルごとにクロック用水晶発振器を必要とするチャンネル間絶縁型アプリケーションにおいて、大幅な省スペースを実現します。この水晶発振器は一般に AD5700-1 自体よりも大きいので、発振器を内蔵することによって大幅な省スペースが実現されます。

HART モデムの出力は、C1 と C2 によって減衰され、CAP2 ピンを介して AD5422 と AC 結合されます。詳細については [アプリケーションノート AN-1065](#) を参照してください。より大きな電源除去を実現する R_{SET} ピンを使用した別の HART 結合方法が回路ノート [CN-0278](#) に記載されていますが、この方法は外付けの高精度電流設定抵抗を必要とします。

絶縁型電源

AD5422 は最大 0.8V の電圧出力のヘッドルームと最大 2.5V の電流出力のヘッドルームを必要とします。したがって、出力が 500Ω 負荷に 20mA の電流を流すには、12.5V より高い電源電圧が必要です。この設計では、最小電源電圧 (過熱時) は 13.5V 以上であり、ある程度のヘッドルームを追加することができます。

ADuM347x デバイスは、パルス幅変調 (PWM) コントローラと低インピーダンスのトランス・ドライバ (X1 と 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 コンバータに必要な追加部品は、トランスとシンプルな全波ダイオード整流器だけです。これらのデバイスは、5.0V または 3.3V 入力から給電される場合に最大 2W の安定化された絶縁型電源を供給できるので、別個の絶縁型 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、絶縁型 2 次側制御機能を備えた内蔵トランス・ドライバにより、絶縁型 DC/DC コンバータの高い効率を提供します。内部発振周波数は 200kHz~1MHz の範囲で調整可能であり、R_{oc} の値によって決まります。R_{oc} = 100kΩ の場合、スイッチング周波数は 500kHz になります。

ADuM3471 のレギュレーションは 15V の正電源によって行われます。レギュレーションのための帰還は抵抗分割器 (R1 と R2) によって行われます。抵抗は、出力電圧が 15V のときに帰還電圧が 1.25V になるように選択します。帰還電圧は、ADuM3471 の 1.25V の内部帰還セットポイント電圧と比較されます。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化させることによって行われます。

負電源は大まかに安定化されるので、無負荷の場合には最小 -26.4V になる可能性があります。このため、25V のツェナー・ダイオードが負電源に接続されています。このダイオードは、電源の負荷が軽いときに電源から小電流を流しますが、約 25V に確実にクランプします。

もう 1 つの方法は巻数比が 4 : 1 の絶縁トランスを使用することで、無負荷の場合に負電源レールはそれほど低くなりません。高いコンプライアンス電圧や非常に低い消費電力を必要とするアプリケーションでは、異なる電源設計を検討する必要があります。

入力電源

図 1 の回路は 24V 電源によって駆動されます。ADP2441 を使って 24V を 5V に降圧し、コントローラ側の全ての回路に電力を供給します。

ADP2441 は入力電源電圧の許容範囲が広いので、24V の工業用電源を受け入れるのに最適です。ADP2441 は最大 36V を受け入れ可能なため、電源入力の信頼性を高める過渡保護も容易に実現できます。

また、ADP2441 は、低電圧ロックアウト (UVLO)、高精度イネーブル機能、パワーグッド・ピン、過電流制限保護など他の多くの安全性と信頼性のための機能も備えています。24V の入力と 5V の出力に対して最大 90% の効率を達成できます。

絶縁

ADuM3471 の絶縁回路は、絶縁定格が 2.5kV の 4 つの完全絶縁型電圧チャンネルを備えています。これら 4 つのチャンネルを使って、AD5422 の 4 本のデータライン (SCLK、LATCH、SDIN、SDO) を絶縁します。回路動作に SDO ラインの絶縁は必須ではありませんが、絶縁すると、診断やフォルト機能へのアクセス、ならびにレジスタの読出しを行うことができます。

ADuM3482 は、小型 20 ピン SSOP パッケージ (7.2mm × 7.8mm) に収められた、3.75kV の 4 チャンネル・デジタル・アイソレータです。ADuM3482 のコアは 3.0V~5.5V の範囲で動作し、I/O 電源は 1.8V~5.5V の範囲が可能です。これらのデバイスを使って 1.8V ロジックと直接インターフェースすることができます。このアイソレータを使って AD5700-1 HART モデムの UART 信号を絶縁します。

iCoupler 製品の詳細については、www.analog.com/jp/icouplers をご覧ください。

DC 過電圧保護

図 1 の回路により、+36V と -28V の連続的な DC 過電圧保護が可能になります。つまり、DC 電源ラインが偶発的に出力に接続された場合に回路が保護されます。

過電圧状態の間、電源は外付け保護ダイオードを介してブルアップまたはブルダウンされます。これらのダイオードと出力端子の間の抵抗によってピーク電流が制限されます。

出力端子の最大/最小電圧は、出力または電源に接続された回路のブレークダウン電圧によって制限されます。AD5422 の電流出力と電圧出力は、+48V ~ -28V の範囲の電圧に耐えることができます。AV_{SS} 入力は -28V、AV_{DD} は +48V の電圧に耐えることができます。リファレンス ADR02 は、その電源電圧の 36V に耐えることができます。AD5700-1 の ADC_IP ピンは、電流を制限する 150k Ω の抵抗によって保護され、さらに 300pF のコンデンサによって DC 電流がブロックされます。DC 過電圧状態の間、他の IC を高電圧に曝さないでください。

過渡電圧保護

AD5422 は ESD 保護ダイオードを内蔵しており、通常の取扱による損傷を防止します。ただし、工業用制御環境では、I/O 回路が非常に大きなトランジェントに曝されることがあります。AD5422 を過大な高電圧トランジェントから保護するため、図 1 に示されているように、外付けのパワー・ダイオードとサージ電流制限抵抗が必要になる場合があります。

電流出力経路の抵抗値には (図 1 では 18 Ω と表示)、通常動作時に、I_{OUT} の出力レベルをそのコンプライアンス電圧リミットの AV_{DD} - 2.5V 以内に保たなければならないという制約があり、2 個の保護ダイオードと抵抗を適切な電力定格にする必要があります。4mA ~ 20mA の出力で 18 Ω の場合、端子でのコンプライアンス・リミットは $V = I_{MAX} \times R = 0.36V$ だけ減少します。

電圧出力経路の抵抗値には (図 1 では 100 Ω と表示)、出力電圧に対して 0.8V のヘッドルームを与えなければならないという制約があります。この抵抗の影響は、+V_{SENSE} 入力を使用することによって最小限に抑えることができます。図 1 の +V_{SENSE} 入力は 22 Ω の抵抗によって保護されています。

-V_{SENSE} の経路にも同様に 22 Ω の抵抗があります。これら 2 本の 22 Ω 抵抗により絶対ゲイン誤差が生じ、室温での補正が必要になる可能性があります。この誤差は、AD5422 の内部帰還回路に約 70k Ω のインピーダンスしかないため生じます。

AD5422 の V_{OUT} ピンではなく出力で電圧を検出する利点は、V_{OUT} ピンの保護抵抗を流れる電流による電圧変化を補正できることです。端子で検出を行うと、この誤差源による変化が補正されません。

過渡電圧サプレッサ (TVS) やトランジープを使って保護を強化することができます。これらは、単方向と双方向のサプレッサの両方が、広範囲のスタンドオフ電圧およびブレークダウン電圧の定格で提供されています。電流出力の動作範囲で導通しない限りできるだけ低いブレークダウン電圧の TVS を選択します。前述のように、遠く離れて接続されている全てのノードを保護することを推奨します。

バリエーション回路

この回路は、示されている部品の値を使用することにより、安定して高精度で動作することが実証済みです。アプリケーションが 4mA ~ 20mA の電流出力のみを必要とする場合、単電源の回路を使用することができます。この場合、例えば、AD5422 の正側の AV_{DD} 電源を 24V にすることが可能で、出力コンプライアンスは 24V - 2.5V = 21.5V です。出力電流が 20mA の場合、最大 1k Ω の負荷抵抗が可能です。

16 ビット分解能を必要としないアプリケーションでは、12 ビットの AD5412 が利用可能です。電流出力のみを必要とするアプリケーションでは、AD5420 (16 ビット) と AD5410 (12 ビット) が利用可能です。

同じ端子で電圧出力と電流出力を必要とするアプリケーションの技術的詳細については、回路ノート CN-0278 を参照してください。

過電圧保護が不要な場合、ADR4550 や ADR445 などの最大電源電圧が低いリファレンスを使用することができます。

アイソレータ ADuM347x (ADuM3470、ADuM3471、ADuM3472、ADuM3473、ADuM3474) は、さまざまな入力/出力チャンネル構成の 4 つの独立した絶縁チャンネルを備えています。また、これらのデバイスには最大データレートが 1Mbps の A グレードと 25Mbps の C グレードがあります。

AD5700-1 の代わりに AD5700 モデムを使用することができますが、外付け水晶発振器または CMOS クロックが必要です。

回路評価とテスト

必要な装置

以下の装置が必要です。

- EVAL-SDP-CBIZ システム・デモンストレーション・プラットフォームフォーム (SDP-B)
- EVAL-CN0321-SDPZ 評価ボードとソフトウェア
- PC (Windows®32 ビットまたは 64 ビット)
- 24V 電源
- Agilent 34410A などの高精度電圧計
- デジタル・テスト・フィルタ (HART 通信協会から入手可能な HCF_TOOL-31 など)
- 500 Ω の高精度負荷抵抗
- オシロスコープ (Tektronix DS1012B または相当品)

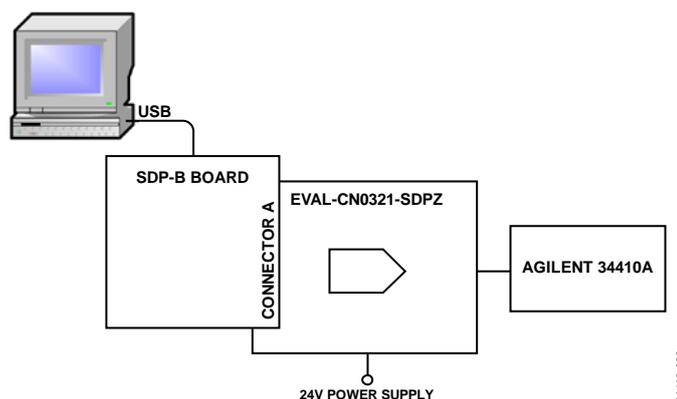


図 2. テスト・セットアップの機能図

テスト・セットアップの機能図

テスト・セットアップを図 2 に示します。

ソフトウェアのインストール

評価用キットには CD に自己インストール型ソフトウェアが含まれています。このソフトウェアは、Windows XP (SP2)、Windows Vista (32ビットおよび64ビット)、Windows 7 (32ビットおよび64ビット) で使えます。セットアップ・ファイルが自動的に起動しない場合には、CD から **setup.exe** ファイルを実行してください。

PC に接続したときに評価システムが正しく認識されるように、評価ボードと SDP ボードを PC の USB ポートに接続する前に評価用ソフトウェアをインストールしてください。

1. 付属のケーブルを使用し、PC の USB ポートを介して EVAL-SDP-CB1Z を接続してください。
2. EVAL-CN0321-SDPZ 評価ボードをコネクタ A に接続してください。コネクタ B を使用すると、EVAL-SDP-CB1Z の UART が正しく機能しません。
3. J1 コネクタに 24V を供給することによって EVAL-CN0321-SDPZ をパワーアップしてください。
4. EVAL-CN0321-SDPZ ソフトウェアを起動して、順次表示されるダイアログ・ボックスに従って最後まで進みます。これでインストールが完了します。

ソフトウェア

メイン・ソフトウェア・ウィンドウを図 3 に示します。AD5422 を設定するオプションの詳細については **Advanced** をクリックしてください。

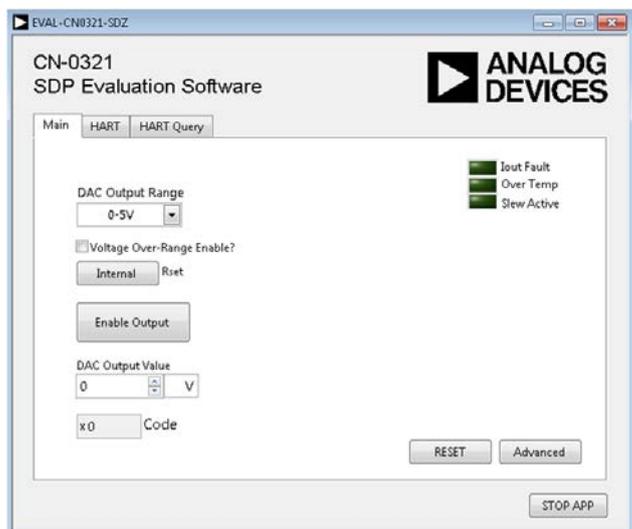


図 3. メイン・ソフトウェア・ウィンドウ

HART 通信を行うには、電流出力範囲がイネーブルされていることを確認してから **HART** タブを選択します。**HART** タブから、データを **Command** ボックスに入力して 4mA~20mA のループにデータを送ることが可能であり、ソフトウェアは 4mA~20mA のループのデータをポーリングするように設定できます。代わりに、**HART Query** タブを選択することにより、接続された HART 互換アクチュエータのデバイス・アドレスとデバイス・タイプを問い合わせることができます。

絶対精度性能

内部の R_{SET} を使った AD5422 の電流出力モードの総合未調整誤差 (TUE) の仕様は、25°C で 0.08% FSR (typ) です。

リファレンス ADR02 (B グレード) の総合誤差は 25°C で 0.06% (最大) です。

4mA~20mA の範囲で測定した回路の電流出力誤差を表 2 に示します。

表 2. 測定した電流出力誤差 (4mA~20mA の範囲)

コード (16 進数)	出力の電流 (mA)	誤差 (%FSR)
0000	3.992	-0.049
4000	7.995	-0.034
8000	11.997	-0.018
B000	16.000	+0.001
FFFF	20.003	+0.020

測定結果は予想値以内にあります。

同様に、電圧出力モードでは、AD5422 の TUE は 25°C で 0.01% FSR (typ) です。

リファレンス ADR02 の誤差 (B グレード) は 25°C で 0.06% (最大) です。

±10V の出力範囲で測定した回路の電圧出力誤差を表 3 に示します。

表 3. 測定した電圧出力誤差 (±10V の範囲)

コード (16 進数)	出力の電圧 (V)	誤差 (%FSR)
0000	-10.010	-0.050
4000	-5.005	-0.023
8000	+0.001	+0.003
B000	+5.006	+0.031
FFFF	+10.011	+0.057

表 3 に示されている電圧出力には、AD5422 の $+V_{SENSE}$ 入力と $-V_{SENSE}$ 入力に接続された 22Ω の保護抵抗の回路の誤差も含まれています。 $+V_{SENSE}$ 入力と $-V_{SENSE}$ 入力は、約 70kΩ の帰還抵抗に内部で接続されています。22Ω の外付け抵抗により、約 22kΩ/70kΩ (0.031%) のゲイン誤差が加わります。キャリブレーションを行うことにより、初期誤差を除去することができます。

積分非直線性 (INL) 性能

スイッチング電源に起因するシステム精度の低下が生じないことを確認するため、リニア電源と絶縁型 DC/DC スwitchング電源の両方を使って AD5422 の INL をテストしました。リニア電源とスイッチング電源の両方での INL を図 4 に示します。リニア電源を使用した場合に比べて、スイッチング電源を使用した場合の顕著な性能低下はありません。

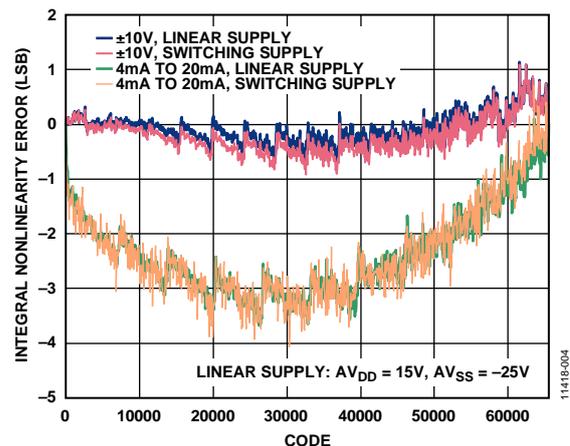


図 4. リニア電源とスイッチング電源を使用した回路で測定された INL

また、図 5 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ときの平均出力ノイズを経時的にテストし、比較しました。経時的に測定された出力ノイズにわずかなオフセットがあることに注意してください。このオフセットは、1LSB を大幅に超えることはなく、測定装置のわずかな違い、または 2 回の測定のためのリファレンスのドリフトによって生じる可能性があります。

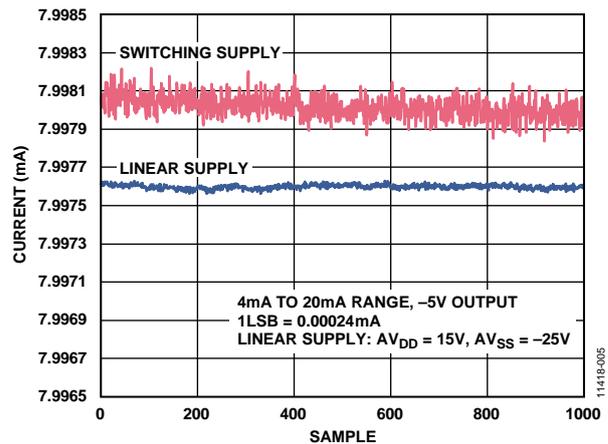


図 5. 測定された平均 DAC 出力ノイズ、1000 サンプル、メーターは NPLC = 1 に設定

HART に準拠

図 1 の回路を HART に準拠させるには、HART の物理層の仕様を満たす必要があります。HART の仕様書には多数の物理層の仕様が含まれています。ハードウェアの性能を評価するため、サイレンス時の出力ノイズのテストとアナログ変化率のテストを行いました。

サイレンス時の出力ノイズのテスト

HART デバイスが送信中でない場合（サイレンス）、デバイスがネットワークにノイズを結合してはなりません。過大なノイズがあると、デバイス自体またはネットワーク上の他のデバイスによる HART 信号の受信に影響を与えることがあります。

ループ内の 500Ω 負荷の両端で測定した電圧ノイズに含まれる広帯域ノイズと相関ノイズの合計は、HART 拡張周波数帯域において 2.2mV RMS を超えてはなりません。さらに、HART の拡張周波数帯域外でも 138mV RMS を超えないようにする必要があります。

このノイズは 500Ω 負荷の両端に接続した真の RMS メーターで測定しました。このノイズは、帯域外ノイズについては直接測定し、帯域内ノイズについては HCF_TOOL-31 フィルタを通して測定しました。また、ノイズ波形を確認するためにオシロスコープも使用しました。

測定したノイズ波形を図 6 に、結果の概要を表 4 に示します。

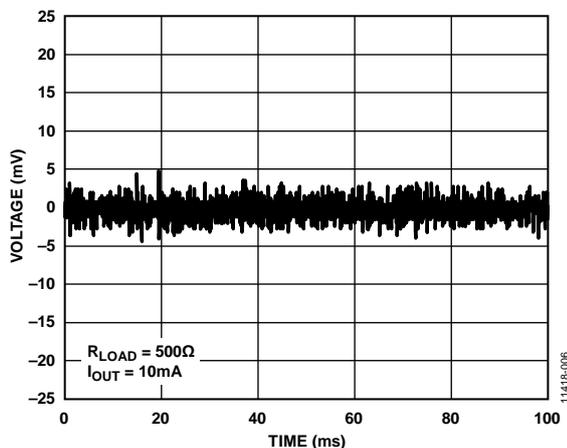


図 6. サイレンス時の出力ノイズ波形

表 4. サイレンス時の出力ノイズ

出力ノイズ	測定値 (mV)	
拡張周波数帯域外	0.6	<138
拡張周波数帯域内	0.126	<2.2

Analog Rate of Change (アナログ変化率)

アナログ変化率のテストにより、デバイスがアナログ出力電流を調整するとき、アナログ電流の最大変化率が HART 通信に干渉しないことを確認します。電流のステップ変化は HART 信号に影響を与えます。

ワーストケースのアナログ出力電流の変化は、HART の拡張周波数帯域において 500Ω 負荷の両端で測定したときに、ピークが 15mV を超える外乱を生じてはなりません。

AD5422 DAC と出力ドライバは比較的高速です。したがって、要求されるシステム仕様を満たすため、AD5422 の CAP1 ピンと CAP2 ピンのコンデンサを使ったハードウェアのスルーレート制限と AD5422 のデジタル・スルーレート制御機能により、出力電流変化を制限します。これについては、アプリケーションノート AN-1065 で詳細に説明されています。

このテストは、HCF_TOOL-31 フィルタを介して 500Ω 負荷に接続したオシロスコープを使って行いました。

結果を図 7 に示します。4mA~20mA の出力ライン（図 7 の青線）は、500Ω 負荷の両端で直接検出された 4mA と 20mA の間の周期的なステップを示しています。フィルタの出力を 10 倍にしたライン（図 7 の赤線）は、HCF_TOOL-31 フィルタ出力で測定して 10 倍に増幅した信号で、ピーク値 150mV の制限値以内です。

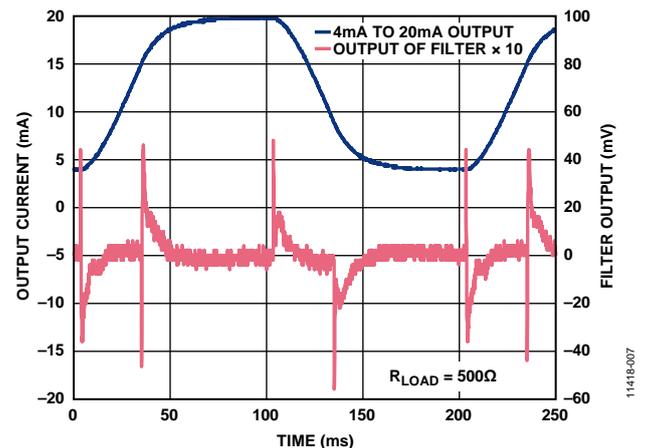


図 7. アナログ変化率の波形

さらに詳しい資料

CN-0321 Design Support Package :

<http://www.analog.com/CN0321-DesignSupport>

CN-0270 : 完全な 4mA~20mA HART ソリューション

CN-0278 : Complete 4 mA to 20 mA HART Solution with Additional Voltage Output Capability

Application Note AN-1065 : Configuring the AD5420 for HART Communication Compliance

HART® Communication Foundation

データシートと評価ボード

AD5422 データシート

AD5700-1 データシート

ADP2441 データシート

ADuM3471 データシート

ADuM3482 データシート

システム・デモンストレーション・プラットフォーム
(EVAL-SDP-CB1Z)

「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。

©2015 Analog Devices, Inc. All rights reserved. 商標および登録商標は各社の所有に属します。