

Circuits from the Lab™
Reference Circuits
実用回路集

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/CN0267 をご覧ください。

使用/参考にしたデバイス

ADuCM360	低消費電力の高精度アナログ・マイクロコントローラ
AD5421	16 ビット、ループ電源の 4 mA~20 mA DAC
AD5700	低消費電力 HART モデム

HART インターフェースを備えたフル機能の 4 MA~20 MA ループ電源フィールド計測器

評価と設計支援

回路評価用ボード

[CN0267 回路評価用ボード \(DEMO-AD5700D2Z\)](#)

設計および統合ファイル

[回路図、レイアウト・ファイル、BOM、コード例](#)

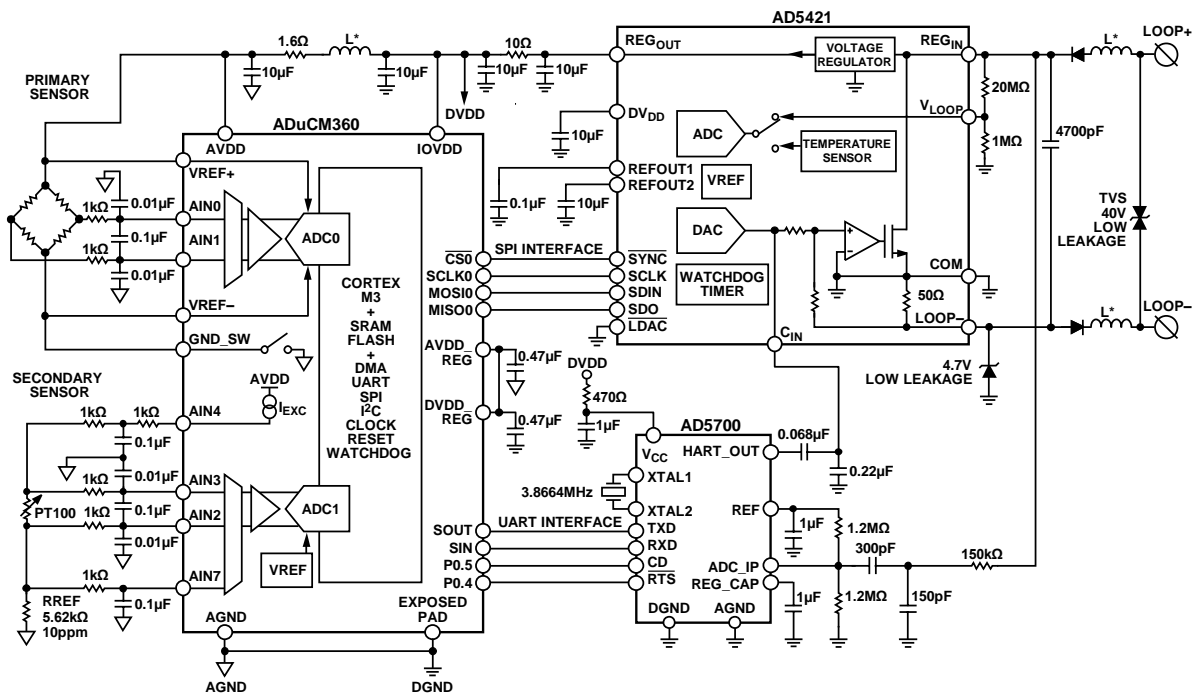
回路の機能と利点

図 1 に示す回路は、4 mA~20 mA のアナログ出力と HART® (Highway Addressable Remote Transducer) インターフェースを備えた、スマート機能搭載の工業用ループ電源フィールド計測器の全体像です。HART はデジタル双方向通信方式で、標準の 4 mA~20 mA アナログ電流信号上で、1 mAp-p の周波数シフトキー

(FSK) で信号を変調します。これによって、リモート・キャリブレーション、故障の取調べ、プロセス変数の送信など、温度制御や圧力制御等のアプリケーションに必要な機能を実現することができます。

この回路は、HCF (HART Communication Foundation) による適合試験と検証が行われた、登録済みの回路です。正式に登録されているため、この回路のコンポーネントの一部もしくはすべてを安心して回路設計にご利用いただけます。

この回路は、ADuCM360 (超低消費電力の高精度アナログ・マイクロコントローラ)、AD5421 (16 ビットの 4 mA~20 mA ループ電源 D/A コンバータ (DAC))、AD5700 (業界で最も消費電力が少なく最も小型の HART 対応 IC モデム) を使用しています。



- NOTES
1. L* = FERRITE BEAD, 0.3Ω @ DC, 1kΩ @ 100MHz.
2. THE ADuCM360 EXPOSED PAD IS CONNECTED TO DGND.

図 1. HART インターフェースを備えた 4 mA~20 mA ループ電源フィールド計測器 (簡略図: 接続とデカップリングはすべて省略)

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、それぞれの所有者の財産です。※日本語版資料は 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。
©2012-2013 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

Rev. A

回路の説明

アナログ・フロントエンド・インターフェース

ADuCM360 アナログ・フロントエンドには、2 個の高性能 24 ビット・シグマ・デルタ ($\Sigma\Delta$) A/D コンバータ (ADC) が組み込まれています。また、そのほかにも、プログラマブル・ゲイン計装アンプ、高精度バンドギャップ・リファレンス、プログラマブル電流ソース、プログラマブル・マルチプレクサなど多くの機能が組み込まれています。このフロントエンドを使用すれば、圧力センサー・ブリッジ、抵抗温度センサー、熱電対といった複数のアナログ・センサーや、工業用に使われているその他さまざまなタイプのセンサーに直接接続することができます。

図 1 に示す回路は、プライマリにブリッジタイプのセンサーとセカンダリに抵抗タイプの温度センサーの接続例を示していますが、フレキシブルな ADuCM360 フロントエンドを使用すれば、ほかにもさまざまな構成が可能であり、あらゆるタイプの高精度アナログ・センサー・アプリケーションに対応することができます。

プライマリセンサー入力

ADuCM360 オンチップ ADC (ADC0) はフィールド計測器のプライマリセンサーの測定を行います。これは、図 1 ではブリッジ・トランスデューサとして示されています。センサーは、システムの電磁干渉耐性を改善するために、RC フィルタ・ネットワーク経由でアナログ入力ピン AIN0 と AIN1 に接続します。フィルタのコモンモード帯域幅は約 16 kHz で、差動モード帯域幅は 800 Hz です。

ADuCM360 の VREF+ および VREF- 電圧リファレンス入力はブリッジの励起電圧を検出し、これによってレシオメトリックモードで回路を動作させ、センサーの電源電圧の厳密な値に左右されることなく測定できます。オンチップ・グラウンド・スイッチはブリッジ電源を動的に分離でき、必要に応じてアプリケーションの消費電力を低減します。

セカンダリセンサー入力

この回路は、白金 (Pt) の 100 Ω 測温抵抗体 (RTD) をセカンダリセンサーとして使用しています。RTD はプライマリセンサーの温度を検出できるため、必要に応じてプライマリセンサーの温度補正を行うことができます。

ADuCM360 のプログラマブル電流源は、AIN4 ピン経由で RTD に電流を供給します。ADuCM360 の ADC1 は、差動入力設定の AIN3 ピンと AIN2 ピンを使用して、RTD の電圧を測定します。RTD を流れる電流の正確な値は精密抵抗 (PREF) によって検出され、AIN7 ピンを使用して ADC1 が測定します。ADC1 は、オンチップのバンドギャップ電圧リファレンスを使用します。

デジタル・データ処理、アルゴリズム、通信

すべてのフィールド計測器のデジタル機能は ADuCM360 の 32 ビット ARM Cortex™ M3 RISC プロセッサが提供します。このプロセッサには、128 k バイトの不揮発性フラッシュ/EE メモリ、8 k バイトの SRAM、そして有線 (2xSPI, UART, I²C) 通信ペリフェラルに対応した 11 チャンネルのダイレクト・メモリ・アクセス (DMA) コントローラが組み込まれています。

デモ・ソフトウェアは、初期化と設定、アナログ入力からのデータの処理、アナログ出力の制御、HART 通信を行います。

アナログ出力

AD5421 は、低消費電力の高精度 16 ビット DAC と、4 mA~20 mA のループ電源を使用する出力ドライバを内蔵しており、フィールド計測器のアナログ出力に必要な、あらゆる機能を提供します。

AD5421 は、SPI インターフェース経由で ADuCM360 コントローラに接続します。

AD5421 には、4 mA~20 mA のループに関係するさまざまな診断機能も含まれています。補助 ADC は、V_{Loop} ピンに接続した 20 M Ω /1 M Ω 抵抗分圧器経由で、計測器のループ端子の電圧を測定することができます。また、この ADC は、組込みセンサー経由でチップ温度を測定することもできます。ADuCM360 コントローラは AD5421 のすべての診断を設定して読み出すことができますが、AD5421 を自律的に動作させることもできます。

一例を挙げると、コントローラと AD5421 間の通信に失敗した場合、所定の時間が経過すると、AD5421 は、そのアナログ出力を自動的に 3.2 mA のアラーム電流に設定します。このアラーム電流は、フィールド計測器が正常に動作しなかったことをホストに知らせます。

HART 通信の乱れを防ぐために、出力電流の値が別の値へ変化するときいかなる変化もすべてソフトウェアが制御します (「アナログ変化率」の項を参照)。

HART 通信

AD5700 は、フル機能の HART FSK モデムを内蔵しています。このモデムは標準 UART インターフェース経由で ADuCM360 コントローラに接続し、送信要求 (RTS) 信号とキャリア検出 (CD) 信号が供給されます。

HART 出力は 0.068 μ F/0.22 μ F の容量分圧器によって必要な振幅にスケールリングされて AD5421 の C_{IN} ピンに送られます。ここで、DAC 出力と結合し、出力電流を駆動して変調します。

HART 入力は、簡単なパッシブ RC フィルタ経由で LOOP+ から AD5700 の ADC_IP ピンに送られます。RC フィルタは HART 復調器の第 1 段バンドパス・フィルタとして機能するほか、システムの電磁干渉耐性を向上させます。これは、過酷な工業環境下で使用される堅牢なアプリケーションにとって重要です。

AD5700 低電力発振器は、3.8664 MHz の外部水晶発振器を直接 XTAL1 ピンと XTAL2 ピンに接続して、HART モデムのクロックを生成します。

出力保護

過渡電圧サプレッサ (TVS) は、4 mA~20 mA HART インターフェースを過電圧から保護します。その電圧定格は、REG_{IN} ピンの電圧が AD5421 の絶対最大電圧 60 V を超えないようにする必要があります。TVS のリーク電流は、電流出力の精度に影響するおそれがあります。したがって、この部品を選ぶときは、所定のループ電圧と温度範囲におけるリーク電流に注意する必要があります。

ディブリーション型 FET を外付けして使用すれば、AD5421 のループ電圧を最大まで高めることができます。

回路は、ループ出力と直列に接続した 2 個のダイオードによって逆極性に対して保護されています。

ループと直列に配置したフェライトビーズは、4700 pF のコンデンサとともにシステムの EMC 性能を改善します。HART ネットワークの仕様の関係上、ループ端子間にこれより大きい容量を使わないようにする必要があります。

低リークの 4.7 V ツェナー・ダイオードは、AD5421 の COM ピンと LOOP-ピンの間に誤って外部電圧がかかった場合に (たとえば ADuCM360 をプログラムしているときや回路のデバッグを行っているとき)、AD5421 のオンチップ 50 Ω ループ検出抵抗を保護します。

電源とパワーマネジメント

センサー駆動電流を含むフィールド計測器の回路は、その全体が、4 mA~20 mA のループからの限られた量の電源で動作しなければなりません。これは、ループ電源を使用するあらゆるフィールド計測器に共通する課題です。図 1 に示す回路例は、低消費電力と高性能の両方を実現するソリューションです。このアプリケーションに使われている 3 つの IC はすべて低消費電力設計であり、IC の内蔵機能を利用するこの回路は、柔軟なパワーマネジメント構造と最適なループ電源ソリューションを実現します。

AD5421 は 4 mA~20 mA のループ電圧を電源に使用し、ほかの回路に安定した低電圧を提供します。AD5421 の REG_{OUT} 電圧は、回路の要求に応じ、ピンにより 1.8 V~12 V の範囲でプログラムできます。図 1 の回路では、使用入力センサー用の例として 3.3 V の電源電圧を使用しています。しかし、ADuCM360 と AD5700 の電源電圧範囲はさらに広いため、アプリケーションに合わせて異なる電源電圧を使用することができます。

REG_{OUT} RC フィルタ (10 μF/10 Ω/10 μF) は、ループからセンサーのアナログ・フロントエンドに干渉しないようにします。また、回路、特にコントローラやデジタル回路から発生する干渉がループに逆流することも防止します。これは、信頼性の高い HART 通信を実現する上で重要です。

AD5700 HART モデムの電源は、追加の RC フィルタ (470 Ω/1 μF) を介して供給されます。ループ電源を使用するアプリケーションでは、このフィルタは非常に重要であり、これによって AD5700 から発生する電流ノイズが 4 mA~20 mA のループ出力に入り込まないようにします。このノイズを防止しないと、HART 通信に悪影響が出ます。4 mA~20 mA ループのノイズ性能は、サイレンス・テスト時における HART の帯域内ノイズによって知ることができます。AD5700 モデムは、8.2 pF の接地コンデンサを XTAL1 ピンと XTAL2 ピンに接続して外付けの水晶発振器を使用します。これは、消費電力を最も小さくする方法です。

ADuCM360 は極めて柔軟な内部パワーマネジメント機能を備えており、すべての内部ブロックに電源とクロックを提供するさまざまなオプションを選択できます。ソフトウェアを利用すれば、特定の計測器アプリケーションに要求される機能と性能と電力の最適なバランスを実現することができます。ADuCM360 の製品ページと、アプリケーション・ノート AN-1111 を参照してください。

電源ノイズを最小限に抑えて低電圧センサー信号に関する性能を向上させるために、アナログ・フロントエンドの AVDD への電源は別のフィルタ (10 μF/フェライトビーズ/1.6 Ω/10 μF) から供給します。

ADuCM360 の GND_SW グラウンド・スイッチ・ピンはプライマリ、センサーの励起/電源を制御します。計測器の起動時は、スイッチ・オフがデフォルトです。このデフォルト設定により、適切な電源モードを含め、システムを完全に設定してから初めてセンサーがオンになり、それによって、4 mA~20 mA ループ出力におけるパワーアップ時のスパイクを抑えます。

同様に、2 次センサーの電源は ADuCM360 のプログラマブル電流源から供給されるため、ソフトウェアによって完全に制御できます。

ADuCM360 用ソフトウェア

回路の機能と性能をデモする基本的なコード例は、[CN-0267 設計支援パッケージ](#)に含まれています。

このコード例には、ハードウェアの機能と能力を示すための基本的な HART スレーブ・コマンド応答が含まれています。ただし、このコード例には HART 通信のプロトコル層は含まれていません。

バリエーション回路

ADuCM360 には非常に柔軟な高性能のアナログ・フロントエンドが組み込まれており、12 本のアナログ入力ピンと、電圧リファレンスおよびグラウンド・スイッチ用の追加ピンを備えています。そのため、抵抗ブリッジ・センサー、抵抗温度センサー、熱電対など、タイプの異なる複数のアナログ・センサーに直接接続することができます。したがって、このフィールド計測器ソリューションはほとんどあらゆるセンサー・フィールド計測器に使用できる為、温度補正型の圧力測定だけに限定する必要はありません。

アナログ・フロントエンドに必要なシグマ・デルタ (ΣΔ) ADC が 1 つだけのアプリケーションでは、ADuCM360 の代わりに ADuCM361 を使用することができます。ADC が 1 つだけである点を除けば、ADuCM361 は ADuCM360 のすべての機能を備えています。

トランジスタを外付けした ADuCM361 のオンチップ DAC を使用すれば、4 mA～20 mA ループを制御できます。詳細については [CN-0300](#) を参照してください。

AD5421 は、保護機能を介して直接ループに接続できます。あるいは、図 2 に示すように、AD5421 とループ電源の間にディプリーション型 N チャンネル MOSFET を接続することができます。この構成で追加 MOSEFT を使用すれば AD5421 の電圧降下が約 12 V になり、AD5421 パッケージで消費する電力が減少するため、4 mA～20 mA アナログ出力の精度が向上します。また、ループ内で許容できる最大電圧が MOSFET の定格レベルまで増大します。追加の MOSFET が HART 通信に影響を与えることはありません。

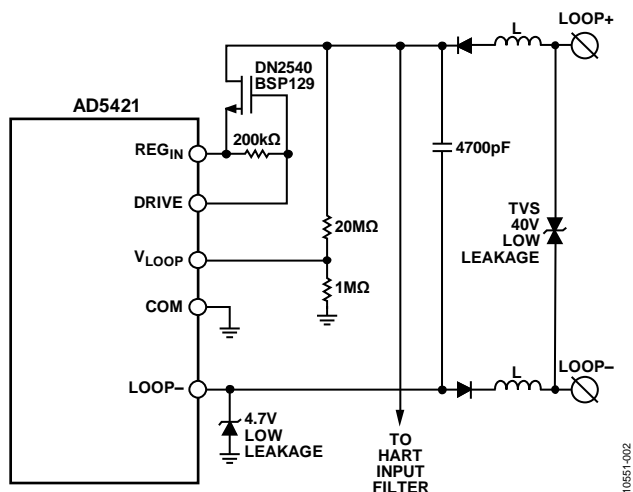


図 2. AD5421 のループ電源に接続した MOSFET

この回路では、AD5700 を 3.8664 MHz の水晶発振器とともに使用しています。これは消費電力を最も低く抑えることができる構成です。あるいは、精度 0.5 % の内部発信器を組み込んだ AD5700-1 を使用することもできます。内部発信器を使用すると、水晶発振器の場合と比較してモデムの電源電流が最大 225 μ A まで増加しますが、外付けの水晶発振器が不要になるためコストを削減でき、ボードの使用面積も少なくなります。

ループ電源を使用しないアプリケーションには、4 mA～20 mA DAC としては [AD5410](#)、[AD5420](#)、[AD5422](#)、[AD5755](#) が最適です。

回路評価とテスト

回路ハードウェア

図 1 に示した回路は、図 3 に示す [DEMO-AD5700D2Z](#) PC ボードに搭載されています。

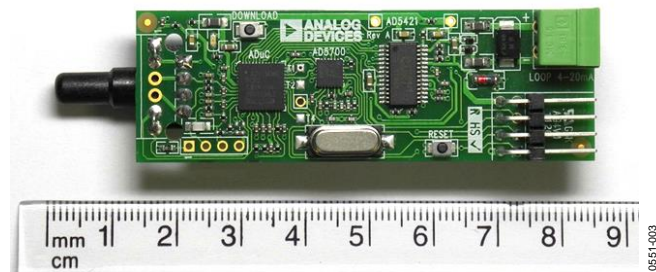


図 3. DEMO-AD5700D2Z PC ボード (圧力センサーは含まれていません)

DEMO-AD5700D2Z 回路基板には、システム評価を容易にするための追加機能がいくつか含まれています。0.1 インチ・ピッチのコネクタを使用しているため、オプションでプライマリセンサーとセカンダリセンサーを接続できます。また、HART 適合テストに必要な HART RTS および CD 用のテスト・ポイントが設けられています。

DEMO-AD5700D2Z のエッジにあるコネクタを使用すれば、ADuCM360 のシングルワイヤと UART でダウンロード/デバッグ信号にアクセスできるため、ソフトウェアの開発、コードのダウンロード、回路内でのデバッグやエミュレーションが容易になります。このコネクタと、DEMO-AD5700D2Z ボードに同梱されている小型のヘッダー・エクステンダは、EVAL-ADuCM360QSPZ 評価キットなど、アナログ・デバイゼスの Cortex-M3 をベースとしたすべての開発ツールに使用できます (評価キットは、DEMO-AD5700D2Z ボードには含まれていません)。

これらの機能は図 1 の簡略図には含まれていませんが、CN-0267 設計支援パッケージの完全な回路図には示されています。この設計支援パッケージにはフィールド計測器の完全な C コード例も含まれており、このコードを使用すれば、回路に含まれるすべてのハードウェア・ブロックと機能のあらゆる検証と評価、および HART インターフェース機能の一部の検証を行うことができます。HART インターフェースの仕様とリソースの詳細については、HCF (HART Communication Foundation) にお問い合わせください。

HART 仕様への適合性

DEMO-AD5700D2Z は、HART 物理層テスト仕様 (HCF_TEST-2, Revision 2.2) に指定された方法と装置を使用して、HART FSK 物理層仕様 (HCF_SPEC-054, Revision 8.1) への適合性が確認されています。ボードは HCF に提出され、正式に登録されています。

登録された回路は、HCF (HART Communication Foundation) のウェブサイトの製品カタログに DEMO-AD5700D2Z という製品名で掲載されています。

2つのテストの結果は、サイレンス・テスト時の出力ノイズとアナログ変化率に関わるものでした。

サイレンス・テスト時の出力ノイズ

HART デバイスが送信を行っていない(サイレンス)ときは、ネットワークにノイズが混入しないようにする必要があります。過度のノイズは、そのデバイス自体の HART 信号受信、またはネットワーク上のほかのデバイスの信号受信を妨げる恐れがあります。

ループ内にある 500 Ω 負荷の両側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 の拡張周波数帯域において 2.2 mV RMS を超えてはなりません。さらに、HART 拡張周波数帯域外でも 138 mV RMS を超えないようにする必要があります。

ノイズは、True-RMS メーターを使用し、500 Ω 負荷の両側で測定しました。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。

ノイズは不利な条件、つまり 4 mA 出力電流で測定しています。測定したノイズ波形を図 4 に、結果の概要を表 1 に示します。

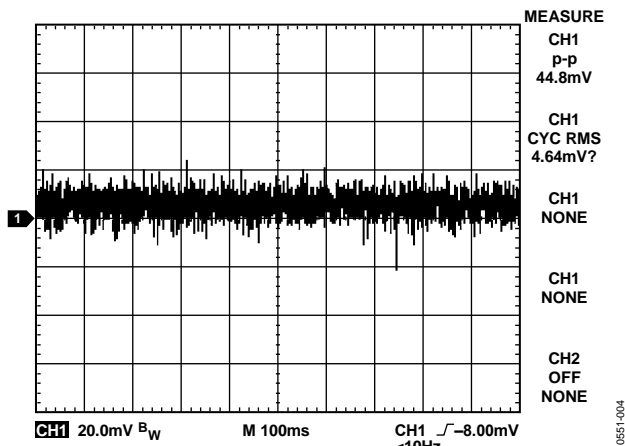


図 4. サイレンス・テスト時の出力ノイズ波形

表 1. サイレンス・テスト時の出力ノイズ

Output Noise	Measured (mV)	Required (mV)
Outside Extended Frequency Range	4.13	<138
Inside Extended Frequency Range	1.03	<2.2

アナログ変化率テスト

この仕様は、デバイスがアナログ出力電流を安定化するとき、アナログ電流の最大変化率が HART 通信と干渉しないようにするものです。電流のステップ変化は HART の信号生成を妨げません。

最悪時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 500 Ω 負荷の両側で測定したときに、ピークで 15 mV を超える擾乱を発生しないものでなければなりません。

AD5421 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に、AD5421 に実装されるハードウェア・スルーレートの制限と、ADuCM360 ソフトウェアによって実装されるデジタル・フィルタを組み合わせることによって出力電流変化を制御します。

ハードウェア・スルーレートの制限は、AD5421 の C_{IN} ピンに接続した容量によって設定します。アナログ出力電流値に大きなステップ変化が求められる場合は、ADuCM360 のソフトウェアが、AD5421 DAC に送られる出力電流変化を複数の小さな後続ステップに分割します。

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

結果を図 5 に示します。波形 CH1 は 4 mA と 20 mA の間の周期的なステップを示しています。これは、500 Ω 負荷の両側で直接測定したものです。波形 CH2 は、HCF_TOOL-31 フィルタ出力から取り込んだ信号で、ピーク値 150 mV の制限値内で 10 倍に増幅されています。

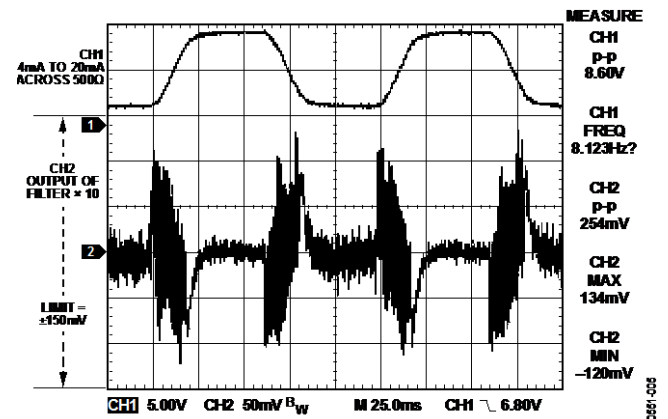


図 5. アナログ変化率の波形

回路の消費電力

回路の消費電力性能の評価には、2つの方法を使用しました。

1つは、AD5421 の内蔵電圧レギュレータの出力を測定する方法です。

4 mA の最小アナログ出力電流と 0.5 mA ピークの HART 出力 AC 変調を考慮すると、ノーマル・モード動作における回路の最大消費電流は 3.5 mA 未満でなければなりません。AD5421 自体の動作には最大 0.3 mA の電流が必要です。したがって、AD5421 の REG_{OUT} 出力として使用できる最大電流は約 3.2 mA になります。

回路内の測定を容易にするために、DEMO-AD5700D2Z には、REG_{OUT} 出力フィルタの 10 Ω 抵抗の両側にテスト・ポイント (T5、T6) が設けられています (図 6 を参照)。この設定により、抵抗での電圧降下を測定して電流を計算することができ、電源電流を遮断したり回路を停止したりする必要はありません。

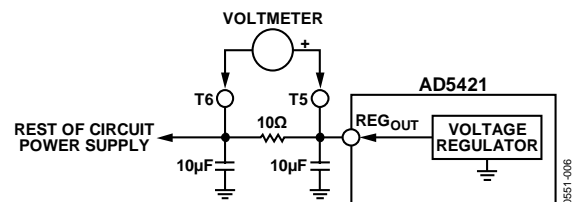


図 6. テスト・ポイントを使用した AD5421 REG_{OUT} 電流の測定

結果は表 2 に示すとおりです。測定条件を以下に示します。

- $REG_{OUT} = 3.3\text{ V}$
- ADuCM360 の M3 コア・クロック = 2 MHz
- ADC は 2 つとも毎秒 50 サンプルで変換を実行
- ADC0 のバッファは両方ともオンで、ゲイン = 8
- ADC1 のバッファは両方ともオンで、ゲイン = 16
- RTD 励起電流 = 200 μA
- SPI と AD5421 はシリアル・クロック = 100 kHz で通信
- HART 通信

入力センサーを含め、使用するアナログ・ブロックとデジタル・ブロックはすべて、最小 4 mA のループ電流時に許容されるバジェット内で電源電流を消費します。

表 2. AD5421 からの電源電流、 $REG_{OUT} = 3.3\text{ V}$

Input Sensor	Voltage T5 to T6 Maximum (mV)	Current REG_{OUT} Maximum (mA)
None	24.4	2.44
24PCDFA6D (5 k Ω , 0.66 mA at 3.3 V)	31.0	3.10

回路の消費電流を評価するもう 1 つの方法では、HART 通信を行いながら、アナログ出力電流を最小の 4 mA に設定した状態で回路が予想どおり機能するかどうかを検証しました。結果は、回路が 4 mA の電流を供給したことを示しており、HART 出力信号の歪みは認められませんでした。

プライマリセンサーの入力性能

ADuCM360 は、大部分のアナログ・フロントエンドをチップ上に内蔵しています。したがって、アナログ入力のパフォーマンスは、主に ADuCM360 の仕様によって決定されます。

アナログ・フロントエンドとボード上のほかの回路の相互作用によって影響を受ける可能性がある主な要素は、ノイズ・レベルです。したがって、試験にあたっては、ノイズとそれに関するシステムの分解能を中心としました。

デモは、HART 通信を介してプライリアナログ入力からデータ (kPa 単位で圧力を表す) を転送する形で構成され、100 個のサンプルを取得して、性能を定量化するための基本的なデータ分析を実施しました。2 つのテストの要領を以下に示します。

- 最初のテストは、標準圧力センサー (Honeywell 24PCDFA6D) をボード上に直接ハンダ付けて実施。
- 2 つめのテストは、図 7 に示すように、固定抵抗と可変抵抗のセットによって生成されたプライマリ入力信号を使用して実施。

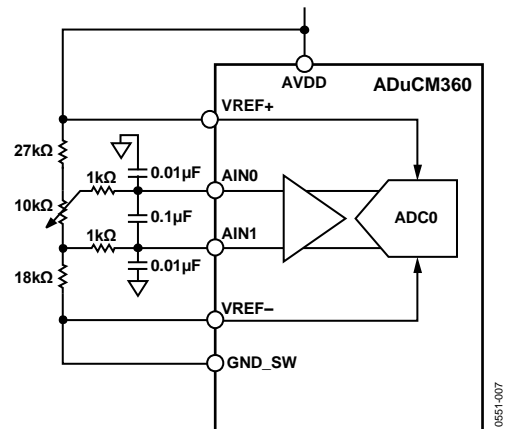


図 7. 抵抗セットによるプライマリ入力信号の生成

性能の概要を表3に、信号プロットを図8と図9に示します。

表3. プライマリセンサーの入力ノイズと分解能

Parameter	Pressure Sensor	Resistive Network
Full Scale	207 kPa	246 kPa
Noise RMS	1.3 Pa	0.68 Pa
Peak-to-Peak Noise	6.8 Pa	3.6 Pa
Resolution Effective (rms)	17.2 bit	18.5 bit
Noise-Free Resolution (p-p)	14.9 bit	16.1 bit

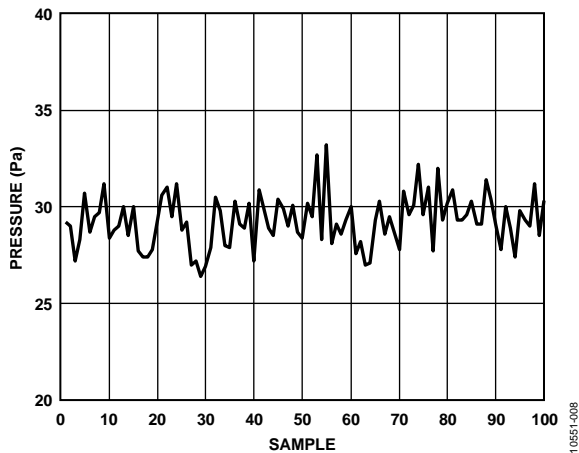


図8. 圧力センサー入力信号のプロット

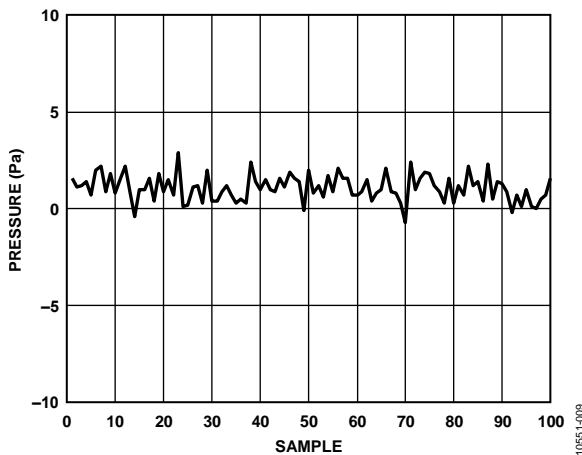


図9. プライマリ入力が抵抗ネットワークの場合の信号プロット

セカンダリセンサーの入力性能

1次センサー同様、セカンダリセンサー入力の性能は、ノイズ性能を除いて、主に ADuCM360 のアナログ・フロントエンドによって決まります。

このアナログ入力は、HART 通信経路を経由して温度を摂氏 (°C) で伝送するように構成されています。分析は、性能を定量化するために、100個のサンプルからなる2つのテストについて行いました。

最初のテストはボード上の白金製 100 Ω センサーを使用しており、2番目のテストはボード上のセンサーを標準の (固定) 100 Ω ± 1%抵抗に置き換えて実施しました。

性能の概要を表4に、信号プロットを図10と図11に示します。

表4. セカンダリセンサーの入力ノイズ性能

Parameter	Pressure Sensor	Resistive Network
Noise RMS	0.037°C	0.033°C
Noise Peak to Peak	0.19°C	0.16°C

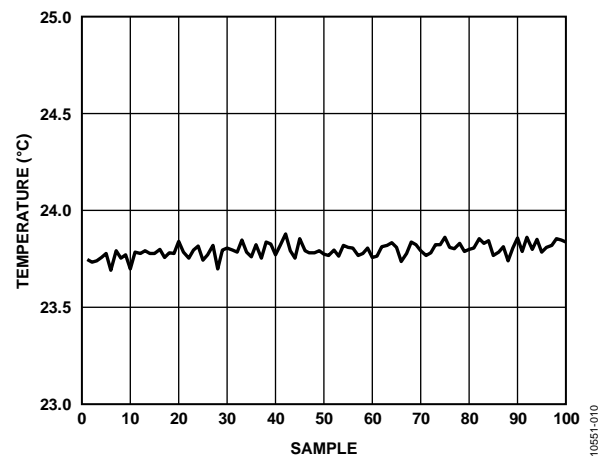


図10. RTD (白金 100 Ω) センサーの入力信号プロット

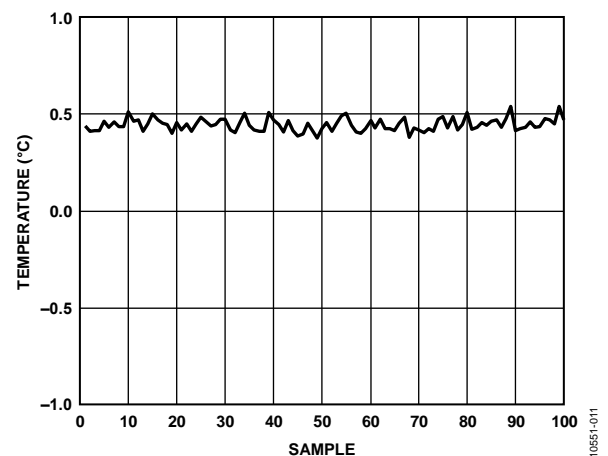


図11. セカンダリ入力が固定 100 Ω ± 1%抵抗の場合の信号プロット

さらに詳しくは

CN-0267 Design Support Package:

<http://www.analog.com/CN0267-DesignSupport>

CN-0270, *Complete 4 mA to 20 mA HART Solution*

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

CN-0300, *Complete Closed-Loop Precision Analog Microcontroller Thermocouple Measurement System with 4 mA to 20 mA Output*

AN-1111, *Options for Minimizing Power Consumption When Using the ADuCM360/ADuCM361*

HART® Communication Foundation

データシートと評価用ボード

ADuCM360 のデータシートと評価ボード

AD5421 のデータシートと評価用ボード

AD5700 のデータシートと評価ボード

改訂履歴

2/13—Rev. 0 to Rev. A

Changes to Circuit Hardware Section and Figure 3 Caption 4

12/12—Revision 0: Initial Version

「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。