

回路ノート
CN-0287

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/CN0287> をご覧ください。

使用したリファレンス・デバイス

AD7193	4 チャンネル、4.8kHz、超低ノイズ、PGA 内蔵、24 ビット $\Sigma \Delta$ 型 A/D コンバータ
ADT7310	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 精度、16 ビット、SPI デジタル温度センサー
AD8603	高精度、マイクロパワー、低ノイズ、レール to レール入出力 CMOS オペアンプ
ADR3440	4.096 V、マイクロパワー、高精度電圧リファレンス
ADG738	CMOS、低電圧、3 線シリアル制御マトリクス・スイッチ
ADG702	CMOS、低電圧、2 Ω SPST スイッチ
AD5201	33 ポジション・デジタル・ポテンシオメーター
ADuM1280	3 kV RMS、2 チャンネル・デジタル・アイソレータ
ADuM5401	DC/DC コンバータ内蔵の 4 チャンネル 2.5 kV アイソレータ

精度 0.5°C の絶縁型 4 チャンネル熱電対/RTD 温度計測システム

評価および設計サポート環境

回路評価ボード

CN-0287 評価用ボード (EVAL-CN0287-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

図 1 に示す回路は、性能、入力柔軟性、堅牢性、およびコストに対して最適化された完全絶縁型の 4 チャンネル温度計測回路です。この回路は、冷接点補償機能を備えた全てのタイプの熱電対と 2 線、3 線、または 4 線接続構成に対する抵抗が最大 $4\text{k}\Omega$ のあらゆるタイプの RTD (抵抗温度検出器) をサポートします。

RTD 励起電流は最適なノイズ性能と直線性性能を得るように設定可能です。

RTD 計測では 0.1°C の標準精度を実現し、K 型熱電対計測では、冷接点補償に 16 ビット・デジタル温度センサー ADT7310 を使用することにより 0.05°C の標準精度を実現します。この回路は、高精度と低ノイズを実現するために、PGA を内蔵した 4 チャンネル 24 ビット・シグマデルタ ADC である AD7193 を使用しています。

入力のトランジェントおよび過電圧の保護は、低リークの過渡電圧サプレッサ (TVS) とショットキー・ダイオードによって行われます。SPI 互換のデジタル入力および出力は絶縁されており (2500V rms)、回路は完全絶縁型電源で動作します。

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. C

©2015 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

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

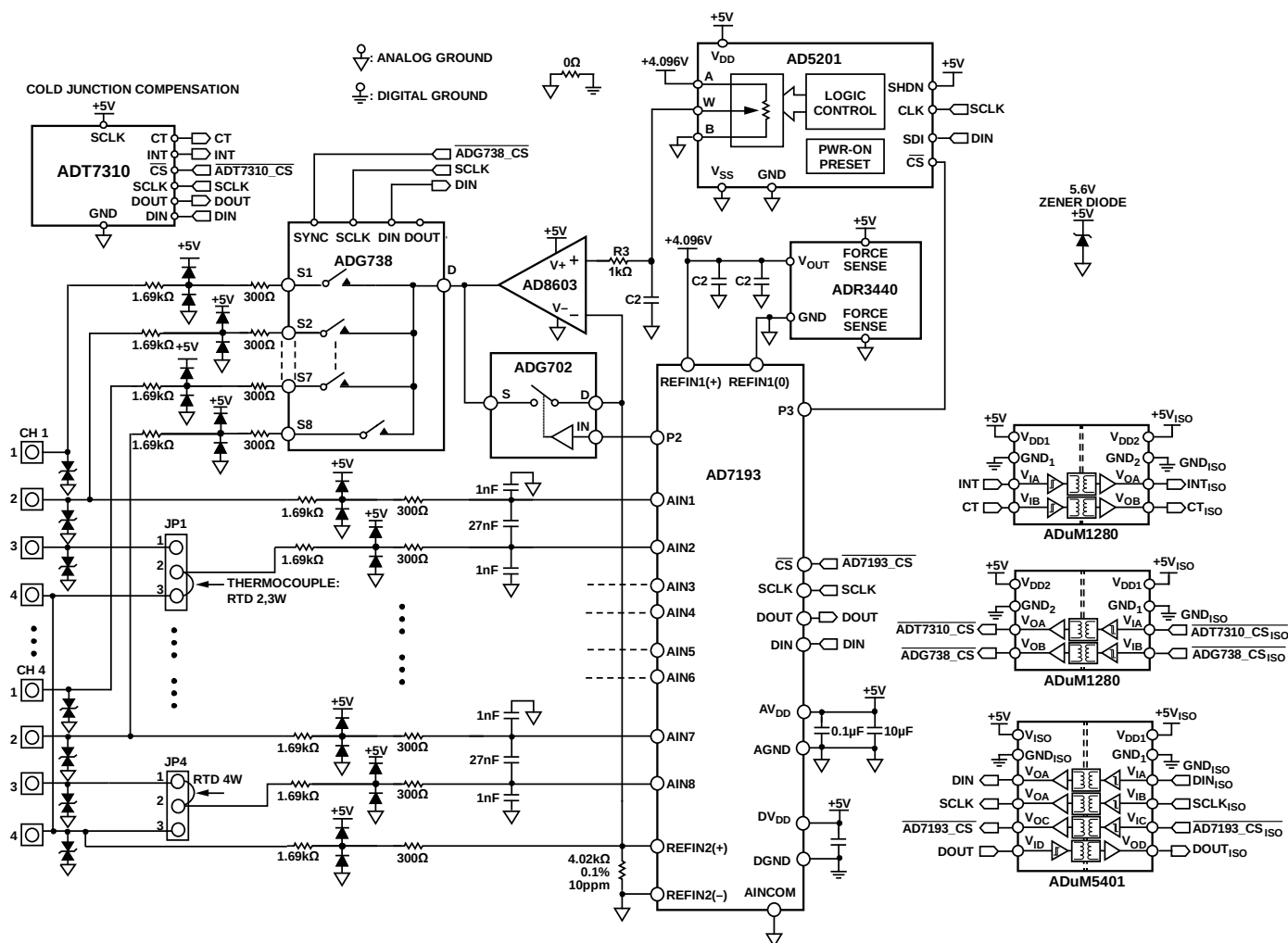


図 1.4 チャンネルの熱電対と RTD 回路（簡略回路図）

回路説明

温度計測の概要

熱電対と RTD（抵抗温度検出器）は、工業用アプリケーションの温度計測で最も頻繁に使用されるセンサーです。熱電対は最大約+2300℃の非常に高い温度計測が可能で、応答時間も高速です（数分の1秒で測定）。RTDは、熱電対よりも精度と安定性を上げることが可能で、3線または4線接続でのリモート RTD までの長いワイヤ（数百メートル）の抵抗を補償することができます。

熱電対は一端を異なる金属で接合した2本のワイヤで構成されます。この一端は温度を測定する箇所に置かれ、計測接点と呼ばれます。他端は高精度電圧計測ユニットに接続され、この接続点は基準接点または冷接点と呼ばれます。計測接点と冷接点の温度差により、2つの接点の温度差に依存する電圧（ゼーベック効果電圧と呼ばれる）が発生します。発生する信号は通常、温度差に応じて数マイクロボルトから数十ミ

リボルトの範囲です。

たとえば、K 型熱電対は、約-10mV～+60mV の出力範囲で-200℃～+1350℃の計測が可能です。電圧計測で精度を最大にするには、シグナル・チェーンをできるだけ高インピーダンスかつ低リークに保つことが重要です。この電圧を絶対温度に変換するため、正確な冷接点温度を知る必要があります。従来から1℃～2℃の精度で十分と考えられてきましたが、冷接点の測定誤差が絶対温度誤差に直接起因するため、高精度の冷接点温度計測が有効です。

RTDは、プラチナ、ニッケル、銅などの純粋な素材で作られており、温度の変化による抵抗の変化を予測することができます。最も一般的に使われている RTD はプラチナ（Pt100 および Pt1000）です。

抵抗値を正確に測定するのに使われる1つの方法は、定電流源によって生じる RTD 両端の電圧を測定することです。電流

源の誤差は、この測定値を同じ電流で駆動されるリファレンス抵抗両端に生じる電圧と比較することによってキャンセルすることができます（すなわち比例測定）。自己発熱を抑えるために励起電流は一般に数百マイクロアンペアしか流れないので、高精度を実現するには電流経路を流れるリーク電流を最小限に抑えることが重要です。

工業分野のアプリケーションでは、性能を高めること、ならびに高電圧トランジェントと DC 過電圧状態の両方に対する保護が設計に関する重要な検討事項です。

この回路の動作の仕組み

図 1 の回路は、工業分野の環境における高精度温度計測アプリケーション向けに設計されたもので、柔軟性、性能、堅牢性、コストに対して最適化されています。この回路では AD7193 低ノイズ 24 ビット・シグマデルタ ADC が使われており、回路全体の高分解能と高直線性が確保されています。

AD5201 33 ポジション・デジタル・ポテンショメータ、AD8603 オペアンプ、ADG702 シングル・チャンネル・スイッチにより、RTD 計測と熱電対計測用のシンプルでプログラマブル電流源とバイアス電圧バッファを構成しています。

ADG738 は、電流源をアクティブな RTD チャンネルまで送り、3 線 RTD 構成に対するワイヤ抵抗の補償を可能にします。

ADT7310 デジタル SPI 温度センサーは、 -40°C ~ $+105^{\circ}\text{C}$ の範囲の最大精度が $\pm 0.8^{\circ}\text{C}$ （+5V 電源）で、熱電対計測の冷接点補償に使用されます。ADR3440 は、熱電対計測用の AD7193 の REFIN1(+) と REFIN1(-) に接続された低ノイズ、高精度の 4.096V リファレンスです。

A/D コンバータ

AD7193 は、高性能計測アプリケーション向け、低ノイズ、全機能内蔵のアナログ・フロントエンドです。このデバイスは低ノイズ、24 ビットのシグマデルタ ($\Sigma\Delta$) 型 A/D コンバータ (ADC) から成っています。この ADC は、高分解能、低非直線性、低ノイズとともに、50Hz/60Hz の大幅な除去を実現します。データ出力レートは、4.7Hz（24 ビットの実効分解能、ゲイン=1）から 4.8kHz（18.6 ビットの実効分解能、ゲイン=1）まで変更可能です。内蔵の低ノイズ PGA が熱電対または RTD からの小さな差動信号を 1~128 の範囲に設定可能なゲインで増幅するので、直接インターフェースすることができます。ゲイン段のバッファは入力インピーダンスが高く、入力リーク電流を最大 $\pm 3\text{nA}$ に制限します。AD7193 のゲインは、温度範囲とセンサーのタイプに応じて適切に設定する必要があります。内蔵のマルチプレクサにより 4 つの差動入力チャンネルが同じ ADC コアを共有することができるので、スペースとコストが節約されます。

RTD 用プログラマブル電流源と熱電対用バイアス電圧発生回路

RTD 計測は、RTD とリファレンス抵抗を駆動する低ノイズ電流源を必要とします。それに対して、熱電対計測は、小さな熱電対電圧を AD7193 の入力範囲にシフトする同相バイアス電圧を必要とします。図 2 に示す回路は、どちらの要件も満たし、最大入力バイアス電流がわずか 1pA で最大オフセット電圧が 50 μV の AD8603 低ノイズ CMOS レール to レール入力/出力オペアンプを、ADG702 シングル・チャンネル・CMOS 低電圧 2 Ω SPST スwitch および ADG738 8 チャンネル・マトリックス・スイッチと組み合わせて使用しています。

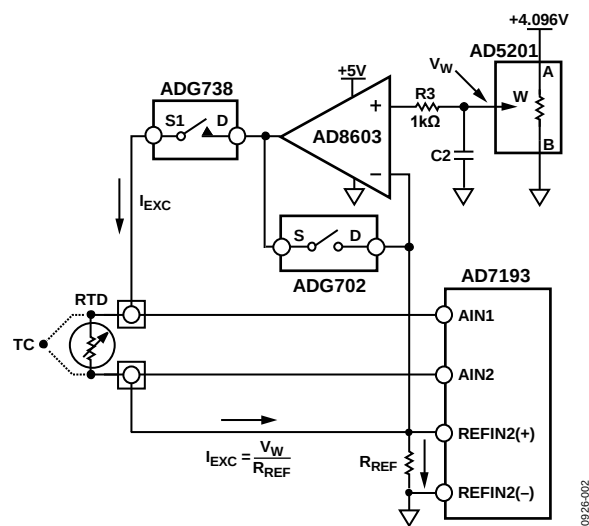


図 2. 外部設定可能な電流源とバイアス電圧発生器

ADG738 をオープンにして ADG702 をクローズにすると、AD8603 は熱電対アプリケーション向けの低ノイズ、低出力インピーダンスのユニティゲイン・バッファとして機能します。AD5201 デジタル・ポテンショメータからの電圧がバッファされ、熱電対の同相電圧に使用されます。この電圧は通常、電源電圧の半分の 2.5V です。精度を上げるため、AD5201 33 ポジション・デジタル・ポテンショメータは ADR3440 低ドリフト（5ppm/ $^{\circ}\text{C}$ ）4.096V リファレンスで駆動されます。

ADG738 をクローズにして ADG702 をオープンにすると、AD8603 は RTD 励起電流 $I_{\text{EXC}} = V_W/R_{\text{REF}}$ を発生します。

温度計測は高精度で低速度のアプリケーションなので、4つ全てのチャンネル間で1つの電流源を切り替えるのに十分なセトリング時間が得られ、優れたチャンネル間マッチング、低コスト、小さなPCB実装面積を実現できます。

ADG738はチャンネル間で電流源を切り替える8:1マルチプレクサです。2線、3線、および4線のRTD構成をサポートするため、4つのチャンネルにはそれぞれ2個のスイッチが必要です。

多くのアプリケーションでは、RTDを計測回路から離して配置する場合があります。特に低抵抗のRTDでは、長いリード線による抵抗が大きな誤差を生じる可能性があります。リード線の抵抗の影響を最小限に抑えるため、図3に示す3線RTD構成がサポートされています。

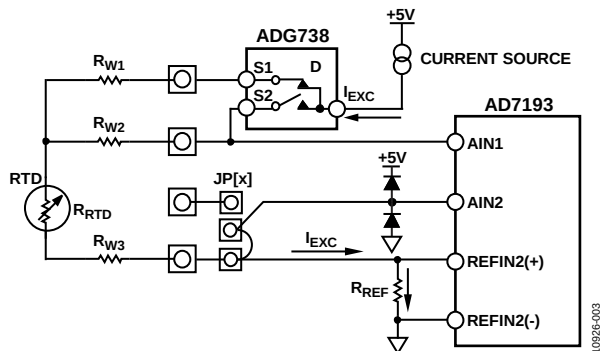


図 3. 3線 RTD センサーのコネクタとジャンパの構成

ADG738のS1をクローズにしてS2をオープンにすると、AD7193の入力電圧は V_1 になります。S1をオープンにしてS2をクローズにすると、AD7193の入力電圧は V_2 になります。RTDセンサー両端の電圧は V_{RTD} 、電流源による励起電流は I_{EXC} です。次式に示すように、 V_1 と V_2 にはリード抵抗から生じる誤差が含まれます。

$$V_1 = (R_{RTD} + R_{W3}) \times I_{EXC} \quad (1)$$

$$V_2 = (R_{W2} + R_{RTD} + R_{W3}) \times I_{EXC} \quad (2)$$

$$V_{RTD} = R_{RTD} \times I_{EXC} \quad (3)$$

$R_{W1} = R_{W2} = R_{W3}$ と仮定して式1～式3を組み合わせると次のようになります。

$$V_{RTD} = 2V_1 - V_2 \quad (4)$$

$$R_{RTD} = V_{RTD}/I_{EXC} = (2V_1 - V_2)/I_{EXC} \quad (5)$$

式5は、3線構成では R_{RTD} を計算するために2つの異なる計測 (V_1 および V_2) が必要なことを示しており、そのために出力データ・レートが低くなります。ほとんどのアプリケーションでは、これは問題になりません。

4線RTD接続では2本の検出ラインを追加する必要がありますが、配線抵抗の影響を受けないので、1つの計測しか必要としません。

図4は、RTD 2線、RTD 3線、RTD 4線、および熱電対アプリケーション用のコネクタの構成とジャンパの位置をまとめたものです。

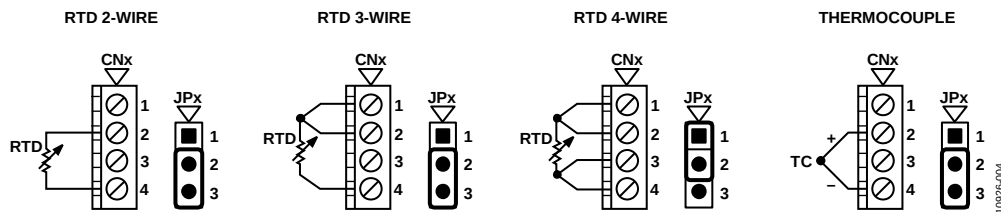


図 4. EVAL-CN0287-SDPZ ボードのコネクタの構成とジャンパの位置

保護回路

製造時もフィールドでもトランジェント状態と過電圧状態は起こり得ます。高レベルの保護を行うには、ICに内蔵された保護回路を補完するために外付け保護回路を追加する必要があります。外付け保護回路により、容量、抵抗、およびリーク電流が加わります。高レベルの精度を実現するには、これらの影響を慎重に検討する必要があります。追加の保護回路を図5に示します。

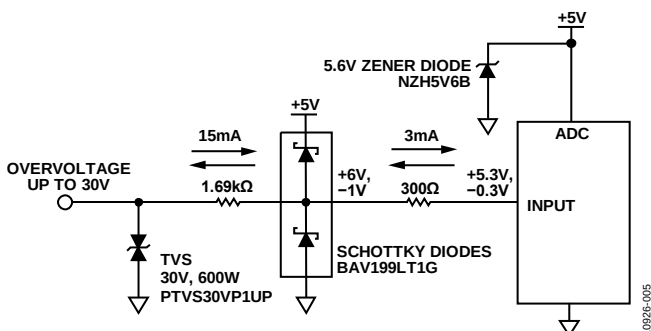


図5. トランジェントおよび過電圧の保護回路

リーク電流はRTD計測に多大な影響を与える可能性があるため、慎重に検討する必要があります。また、熱電対の長いリード線に大きな抵抗がある場合、リーク電流により熱電対計測にある程度の誤差が生じる可能性があります。

この回路では、PTVS30VP1UP 過渡電圧サプレッサ（TVS）が、25℃のときにわずか1nAの標準リーク電流であらゆる過渡電圧を30Vに即座にクランプします。30VDCの過電圧に対応するため、30VのTVSが選択されました。1.69kΩの抵抗の後に低リークのBAV199LT1G ショットキー・ダイオードを使って、トランジェントとDC過電圧が生じたときに電圧を5V電源レールにクランプします。1.69kΩの抵抗は、30VのDC過電圧状態の間に外付けダイオードを流れる電流を約15mAに制限します。電源レールがこの電流を確実にシンクできるようにするため、ツェナー・ダイオードを使って電源レールをクランプし、電源に接続されたすべてのICの絶対最大定格を超えないようにします。この目的のために5.6Vのツェナー・ダイオード（NZH5V6B）が選択されています。300Ωの抵抗は、AD7193やADG738にさらに流れ込む可能性がある電流を制限します。

アイソレーション

ADuM5401とADuM1280は、アナログ・デバイセズのiCoupler®技術を採用し、回路の計測側とコントローラ側の間に2500V rmsの絶縁電圧を提供します。ADuM5401は、回路の計測側に絶縁電源の供給も行います。ADuM5401で採用されているisoPower技術は、トランスを介して電力を転送するために、高周波のスイッチング素子を使用しています。プリント回路ボード（PCB）のレイアウトでは、放射規格を満たすように特別な注意が必要です。ボード・レイアウトに関する推奨事項については、アプリケーションノートAN-0971を参照してください。

熱電対構成のテスト結果

回路の性能はセンサーとAD7193の構成に大きく依存します。K型熱電対の出力は-200℃～+1350℃の範囲に相当する-10mV～+60mVの範囲で変化します。AD7193のPGAはG=32に設定されています。PGAの出力電圧振幅は-320mV～+1.92V、つまり2.24V p-pです。チョッパをイネーブルし、50Hz/60Hzノイズ低減をイネーブルし、フィルタ・ワードをFS[9:0]=96としたときの、1024サンプルのノイズ分布ヒストグラムを図6に示します。

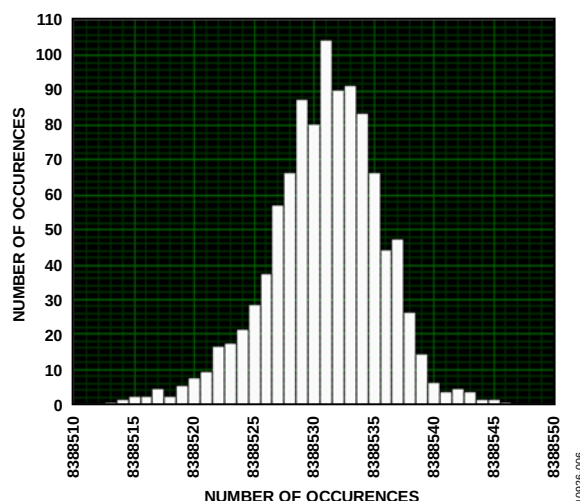


図6. CN-0287のノイズ分布ヒストグラム（VDD = 5V、VREF = 4.096V、差動入力、バイポーラ入力バッファをイネーブル、出力データ・レート = 50Hz、ゲイン = 32、チョッパをイネーブル、60Hz除去をイネーブル、Sinc⁴）

AD7193の分解能は24ビット、つまり $2^{24} = 16,777,216$ コードです。AD7193の全ダイナミック・レンジは $2 \times V_{REF} = 2 \times 4.096V = 8.192V$ です。熱電対のPGAの後の出力電圧はわずか2.24V p-pなので、AD7193のダイナミック・レンジの全てを占めることはありません。したがって、システムの範囲は2.24V/8.192Vに縮小します。

ノイズ分布はピーク to ピークで約40コードです。2.24V p-pの計測範囲でのノイズフリー・コードの分解能は次式で与えられます。

$$\text{Noise Free Resolution} = \log_2 \left(\frac{16,777,216}{400} \times \frac{2.24V}{8.192V} \right) = 16.8 \text{ bits} \quad (6)$$

K型熱電対のフルスケール温度範囲は-200℃～+1350℃、つまり1550℃ p-pです。したがって、16.8ビットのノイズフリー・コードの分解能は0.013℃のノイズフリー温度の分解能に相当します。

熱電対計測の直線性

K 型熱電対システムのおおよその直線性を図 7 に示します。
「冷接点」温度はこのプロットでは 0°C です。

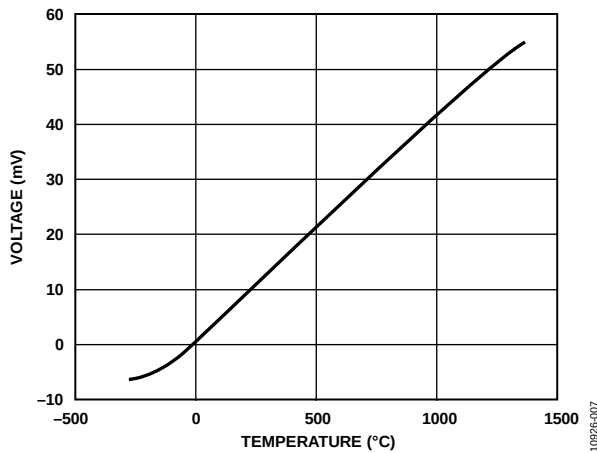


図 7. K 型熱電対の温度対出力電圧（冷接点 0°C）

キャリブレーションおよびテスト用の高精度電圧は、分解能が 10nV の Fluke 5700A キャリブレータの高精度 DC 電圧源によって供給されます。図 8 の電圧誤差は理想値の 0.2μV 以内で、約 0.004°C に相当します。この結果は、温度ドリフトに影響されない 25°C でのシステム・キャリブレーション直後の短時間の精度の値です。この回路の主要な誤差は冷接点補償計測に起因します。この回路では冷接点補償用に ADT7310 が使用され、5V 電源での -40°C ~ +105°C の温度範囲における標準誤差は -0.05°C、ワーストケース誤差は ±0.8°C です。3V 電源を使用した場合、このデバイスのこの温度範囲における最大誤差は ±0.4°C です。

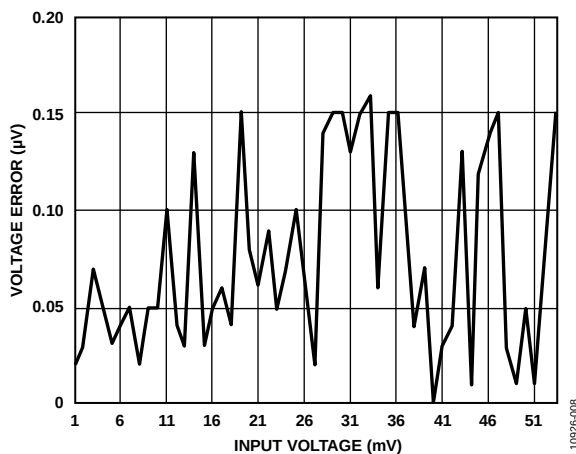


図 8. K 型熱電対用に構成された CN-0287 の誤差（VDD = 5V、VREF = 4.096V、差動入力、バイポーラ、入力バッファをイネーブル、出力データ・レート = 50Hz、ゲイン = 32、チョッパをイネーブル。60Hz 除去をイネーブル、Sinc⁴）

RTD 構成のテスト結果

Pt100 RTD では、デフォルトの ADC ゲイン設定は G = 8、Pt1000 RTD では、デフォルトのゲイン設定は G = 1 です。ADC のリファレンス電圧は 4.02kΩ のリファレンス抵抗両端の電圧に等しい値です。Pt100 RTD の温度係数は約 0.385Ω/°C であり、+850°C では抵抗は最大 400Ω になる可能性があります。デフォルトの励起電流が 400μA なので、最大 RTD 電圧は約 160mV になります。ADC のリファレンス電圧は 4.02kΩ × 400μA = 1.608V です。G = 8 の場合、最大 RTD 電圧は 160mV × 8 = 1.28V で、利用可能な範囲の約 80% です。

Pt1000 RTD では、+850°C での最大抵抗は約 4000Ω です。デフォルトの励起電流は 380μA で、最大 RTD 電圧は 1.52V になります。ADC のリファレンス電圧は 4.02kΩ × 380μA = 1.53V です。G = 1 のデフォルト・ゲイン設定値が使用され、最大 RTD 電圧は利用可能な範囲の大半を使用します。

ADC コード (Code)、分解能 (N)、リファレンス抵抗 (R_{REF}) およびゲイン (G) から成る RTD 抵抗 R の一般式は次式で与えられます。

$$R = \frac{\text{Code}}{2^N} \left(\frac{R_{\text{REF}}}{G} \right) \quad (7)$$

TVS ダイオード、クランプ・ダイオード、および ADC からのリーク電流は RTD 計測回路の最大の誤差源ですが、この設計ではナノアンペアのデバイスが選択されています。

各入力の総合リーク電流は 9nA です (AD7193 から 3nA (バッファ・オン)、クランプ・ダイオードから 5nA、TVS ダイオードから 1nA)。したがって、4 つ全てのチャンネルで最大 36nA のリーク電流を生じます。図 2 の帰還ループはリファレンス抵抗を流れる電流を一定に保ちます。つまり、リーク電流が RTD 励起電流に影響を与えることによって誤差が生じます。デフォルトの励起電流は Pt100 の場合 400μA、Pt1000 の場合は 380μA です。Pt100 RTD のリーク電流によるワーストケースのシステム誤差の概算は次のようになります。

$$\text{Error}(\%) = \left(\frac{36 \text{ nA}}{400 \mu\text{A}} \right) \times 100 \approx 0.01\% \text{ of reading} \quad (8)$$

計測可能な範囲が -200°C ~ +850°C の Pt100 の場合、これはほぼ次のシステム精度に相当します。

$$\text{Accuracy}(\text{C}^\circ) = \frac{400 \Omega}{0.385 \Omega/\text{C}^\circ} \times 0.0001 \approx 0.1\text{C}^\circ \quad (9)$$

誤差の大きさは入力端子の構成に依存します。入力構成が確立されると、室温キャリブレーションで誤差をさらに減らすことができます。

リーク電流の影響を示すための 1 つの実験が行われました。各チャンネルはまず 4 線 RTD として構成されました。RTD が位置するチャンネル 1 には 100Ω の固定抵抗が接続されました。その他の 3 つのチャンネルの入力にはゼロ・オーム抵抗が接続されました。

ゲインは G = 1 に、励起電流は 380μA に設定されました (Pt1000 の設定)。

データが収集されたら、チャンネル 4、チャンネル 3、およびチャンネル 2 を接続しているジャンパを順次取り外すことで、各状態のデータが収集されました。結果を図 9 に示します。

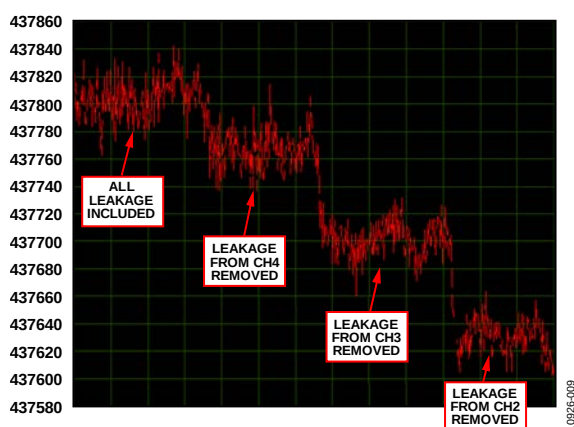


図 9. $G = 1$ の 4 チャンネル Pt100 RTD でチャンネル 1 のリーク電流によって生じる誤差

ADC コードは約 437,800 から 437,600 に変化しました。これは 104.9015Ω から 104.8627Ω への計測値の変化、つまり 0.0388Ω に相当します。これは約 0.1°C の計測誤差を表しますが、この誤差は入力構成を固定して室温でキャリブレーションを行うことによって除去することができます。

バリエーション回路

AD779x 低ノイズ、低消費電力、16/24 ビット・シグマデルタ ADC ファミリーは、シングル・チャンネル・アプリケーションや低消費電力アプリケーションにより適しています。

ADT7311 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 精度、16 ビット・デジタル SPI 温度センサーは車載アプリケーション用に認定済みです。冷接点補償回路の精度は、 $\pm 0.25^\circ\text{C}$ 精度の **ADT7320** などのデジタル温度センサーを使用することによって改善することができます。

DC/DC コンバータを備えた **ADuM6401** デジタル・アイソレータでは、最大 5kV の RMS 絶縁が得られます。

回路の評価とテスト

この回路は、EVAL-CN0287-SDPZ 回路ボードと SDP-B (**EVAL-SDP-CB1Z**) システム・デモ用プラットフォーム・コントローラ・ボードを使用します。2 枚のボードは 120 ピン・コネクタを備えているので、短時間で組み立てて回路の性能を評価することができます。EVAL-CN0287-SDPZ ボードには、この回路ノートで説明したように、評価対象の回路が含まれています。SDP-B コントローラ・ボードは、EVAL-CN0287-SDPZ 回路ボードからデータをキャプチャするために **CN-0287 評価用ソフトウェア** と併用します。

必要な装置

以下の装置類が必要になります。

- USB ポート付き Windows® XP (32 ビット)、Windows Vista®, または Windows® 7 搭載 PC
- EVAL-CN0287-SDPZ 回路ボード
- EVAL-SDP-CB1Z SDP-B コントローラ・ボード

- CN-0287 SDP 評価用ソフトウェア
- EVAL-CFTL-6V-PWRZ DC 電源または等価な 6V/1A ベンチ電源
- RTD や熱電対のセンサーまたはセンサー・シミュレータ (評価用ソフトウェアは、RTD では Pt100 と Pt1000 を、熱電対では K 型、J 型、T 型、S 型をサポートします。)

評価開始にあたって

CN-0287 評価用ソフトウェアの CD を PC の CD ドライブにセットして、評価用ソフトウェアをインストールします。マイコンピュータから評価用ソフトウェア CD を挿入したドライブを探します。

機能ブロック図

回路ブロック図については図 1 を、全体回路図については EVAL-CN0287-SDPZ-PADSSchematic.pdf ファイルをご覧ください。このファイルは CN0287 Design Support Package (www.analog.com/CN0287-DesignSupport) に含まれています。テスト・セットアップの機能ブロック図を図 10 に示します。

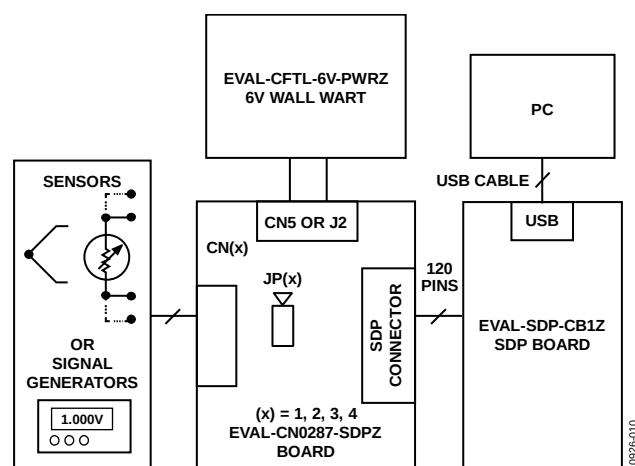


図 10. テスト・セットアップの機能ブロック図

セットアップ

EVAL-CN0287-SDPZ 回路ボードの 120 ピン・コネクタを EVAL-SDP-CB1Z コントローラ・ボード (SDP-B) の CON A コネクタに接続します。120 ピン・コネクタの両端にある穴を利用し、ナイロン製ハードウェアを使って 2 枚のボードをしっかりと固定します。電源をオフにして、6V 電源をボードの +6V ピンと GND ピンに接続します。6V の AC アダプタがある場合は、ボード上の AC アダプタ用ジャック J2 に接続して、6V 電源の代わりに使用することができます。SDP-B ボードに付属している USB ケーブルを PC の USB ポートに接続します。このとき、USB ケーブルを SDP-B ボードのミニ USB コネクタに接続しないでください。

6V 電源をオンして評価用ボードと SDP ボードをパワーアップしてから、ミニ USB ケーブルを SDP ボードのミニ USB ポートに挿入します。

テスト

評価用ソフトウェアを立ち上げます。USB による通信が確立されると、SDP-B ボードを使って EVAL-CN0287-SDPZ ボードとの間のデータの送受信およびキャプチャを行うことができます。

SDP ボードに接続された EVAL-CN0287-SDPZ 評価用ボードの写真を図 11 に示します。SDP-B ボードについては、SDP-B ユーザー・ガイドを参照してください。

テスト・セットアップとキャリブレーションについての情報と詳細、およびデータ・キャプチャのための評価用ソフトウェアの使い方については、[CN-0287 ソフトウェア・ユーザー・ガイド](#)をご覧ください。

プロトタイプ開発での接続

EVAL-CN0287-SDPZ 評価用ボードは EVAL-SDP-CB1Z ボードを使用するように設計されていますが、マイクロプロセッサを使用することにより、PMOD コネクタ J6 を介して SPI インターフェースとインターフェースすることができます。

PMOD コネクタのピンの定義については、[CN-0287 Design Support Package](#) の CN0287 評価用ボードの回路図を参照してください。その他のコントローラを EVAL-CN0287-SDPZ 評価用ボードと併用するためには、サードパーティによるソフトウェア開発が必要になります。

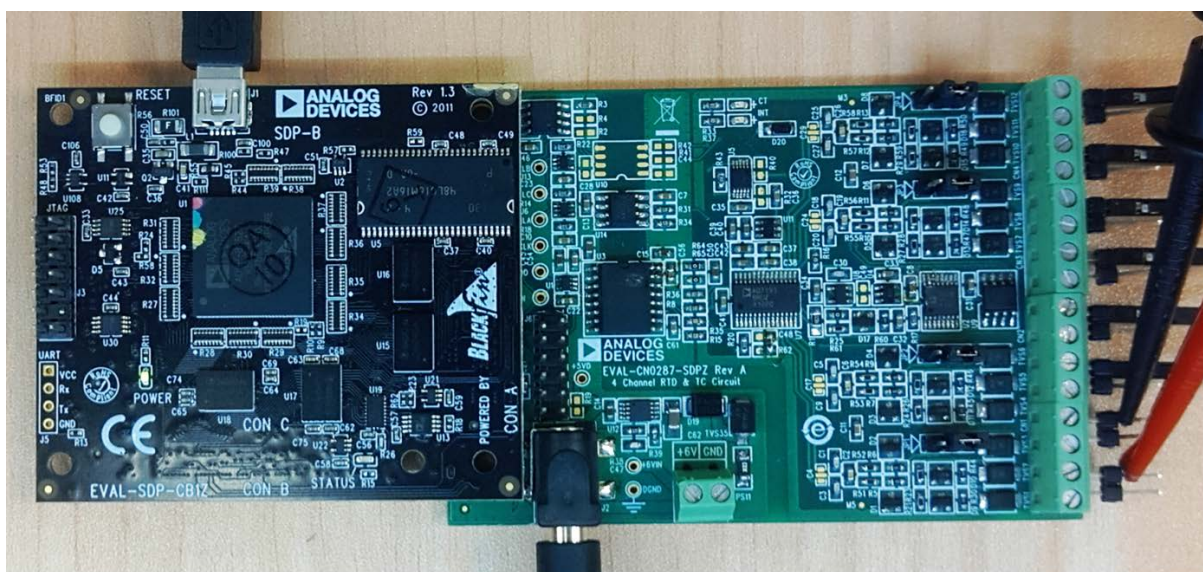


図 11. EVAL-SDP-CB1Z SDP-B ボードに接続された EVAL-CN0287-SDPZ 評価用ボード

さらに詳しい資料

CN-0287 Design Support Package :

www.analog.com/CN0287-DesignSupport

SDP-B User Guide

AN-880 Application Note : 温度計測システム向け A/D コンバータの条件

AN-892 Application Note : 温度計測の理論と実践上のテクニック

AN-0970 Application Note : RTD Interfacing and Linearization Using an ADuC706x Microcontroller

CN-0172 : 高精度マルチ・チャンネル熱電対測定回路

CN-0206 : Complete Type T Thermocouple Measurement System with Cold Junction Compensation

CN-0209 : プロセス・コントロール・アプリケーション用フル・プログラマブル・ユニバーサル・アナログ・フロントエンド

CN-0221 : 高精度アナログ・マイクロコントローラ

ADuCM360 と外付け熱電対を使用した USB ベースの温度モニタ

CN-0271 : K-Type Thermocouple Measurement System with Integrated Cold Junction Compensation

Kester, Walt. 1999. Sensor Signal Conditioning. Analog Devices. Chapter 7, "Temperature Sensors."

Analog Dialogue 44-10 : 熱電対の簡便性、精度、フレキシビリティを利用して温度を測定する 2 つの方法

AN-615 Application Note : ピーク to ピーク分解能対有効分解能

MT-049 Tutorial : Op Amp Total Output Noise Calculations for Single-Pole System.

MT-004 Tutorial : The Good, the Bad, and the Ugly Aspects of ADC Input Noise—Is No Noise Good Noise?

MT-031 Tutorial : Grounding Data Converters and Solving the Mystery of "AGND" and "DGND"

MT-035 : Op Amp Inputs, Outputs, Single-Supply, and Rail-to-Rail Issues

MT-101 Tutorial : Decoupling Techniques, Analog Devices.

データシートと評価ボード

CN-0287 評価用ボード (EVAL-CN0287-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)

AD7193 データシート

AD8603 データシート

ADG738 データシート

ADG702 データシート

ADT7310 データシート

ADuM5401 データシート

ADuM1280 データシート

AD5201 データシート

ADR3440 データシート

改訂履歴

2/14—Rev. B to Rev. C

Change to Common Variations Section7

9/13—Rev. A to Rev. B

Changes to Figure 11

8/13—Rev. 0 to Rev. A

Changes to Title1

8/13—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。