 <p>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/CN0209 をご覧ください。</p>	接続/参考にしたデバイス			
	ADP1720	高電圧、低ドロップアウト・リニア・レギュレータ	ADG442	LC ² MOS クワッド SPST スイッチ
	AD8275	G = 0.2、レベル変換 ADC ドライバ	AD8676	デュアル、レール to レール出力オペアンプ
	REF194	高精度 4.5 V 電圧リファレンス	AD7193	24 ビット Σ-Δ ADC
	AD8617	低ノイズ、レール to レール入力/出力オペアンプ	ADuM1400	4 チャンネル・デジタル・アイソレータ
	ADT7310	16 ビット・デジタル温度センサー	ADuM1401	4 チャンネル・デジタル・アイソレータ
	ADG1414	シリアル制御オクタル SPST スイッチ		

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

評価と設計支援

回路評価基板

CN-0209 回路評価ボード (EVAL-CN0209-SDPZ)

システム・デモ用プラットフォーム (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 に示す回路はプロセス・コントロールの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 (AFE) です。次の入力をサポートします：2 線式、3 線式、4 線式 RTD 回路、冷接点補償熱電対入力、ユニポーラ/バイポーラ入力電圧、4 mA-20 mA 入力。

今日、多くのアナログ入力モジュールでユーザーの入力条件を設定するためにワイヤ・リンク (ジャンパー) が使用されています。ワイヤ・リンクを使用して入力の設定、再設定を行う場合、時間、知識、マニュアルでの介入が必要となります。この回路は RTD を励起する定電流源と共にモードを設定するソフトウェア制御可能なスイッチが内蔵されています。回路は又熱電対回路のコモン・モード電圧を設定するために再設定する事もできます。Σ-Δ AD コンバータに対するアナログ入力電圧範囲を調整するために差動アンプが使用されます。この回路により業界最先端の性能とコストが得られます。

この回路は AD8676 と AD8275 によって電圧ゲインが提供されるので、特に小信号入力 (全てのタイプの RTD 又は熱電対) に適しています。

AD7193 は 24 ビット Σ-Δ AD コンバータで、4 つの差動入力、又は 8 チャンネルの擬似差動入力に設定できます。

ADuM1400 と ADuM1401 はマイクロ・コントローラと ADC 間の必要なすべての信号絶縁を行います。

また、この回路は標準的な外部保護回路を含み、IEC61000 仕様に準拠しております。

回路の説明

この回路は図 2 の設定図に示すように 2 線式、3 線式、4 線式 RTD 回路、冷接点補償熱電対入力、ユニポーラ/バイポーラ入力電圧、4 mA-20 mA 入力をサポートするプロセス・コントロール・アプリケーションのためにフル・プログラマブルなユニバーサル・アナログ・フロントエンド (AFE) を提供します。

シリアル制御オクタル SPST スイッチの ADG1414 は選択した測定モードを設定するために使用されます。

電圧測定

この回路で ±10 V までのユニポーラ/バイポーラ信号範囲を測定する事ができます。入力信号は AD コンバータ AD7193 の変換前に信号処理段を通過します。アンプ AD8676 はゲイン段の前段で入力をバッファします。AD8275 は入力信号が AD7193 の入力範囲に一致するように入力信号をレベルシフトしゲインを提供するために使用されます。AD8275 の出力は、その REF ピンに接続されたコモン・モード信号でバイアスされます。この電圧は高精度 4.5 V リファレンス REF194 によって生成されます。

RTD 測定

接続表に示されているように、この回路は 2 線式、3 線式、4 線式 RTD 回路をサポートします。この場合、トランスデューサは 1000 Ω 白金 (Pt) RTD (測温抵抗体) です。最も高精度な回路は 4 ピン RTD 構成です。提示したアプリケーションの中で、外部 200 μA 電流源は RTD の励起電流を供給します。そして回路のダイナミック・レンジを最大にするために AD7193 をゲイン 16 で動作させます。RTD 測定モードを選択した時、オペアンプ AD8617 は電流源として設定されます。AD8617 は熱電対測定を選択した時にはコモン・モード電圧を設定するためにクローズド・ループに再設定されます。AD8617 はデュアルの低ノイズ・アンプなのでボードにある両方の入力チャンネルを駆動できます。

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。

©2011 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

Rev. 0

09839-001

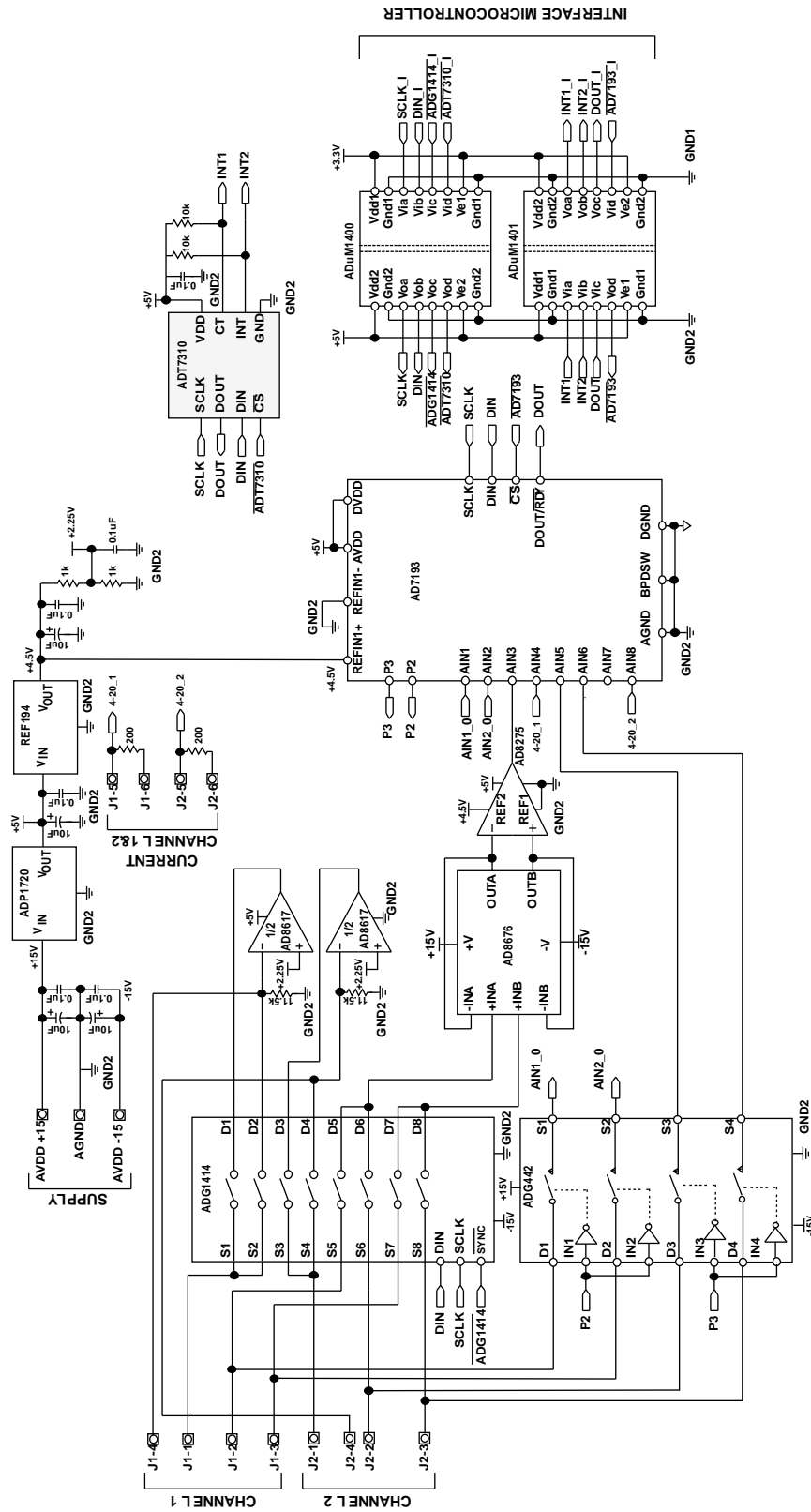


図 1. プロセス・コントロール・アプリケーション用ユニバーサル・プログラマブル・アナログ・フロントエンド (簡略化した回路：接続及びデカップリングの全ては示されていません。)

CONNECTION TABLE		
RTD 2 WIRES	RTD 3 WIRES	RTD 4 WIRES
TC	DIFFERENTIAL INPUT VOLTAGE	SINGLE INPUT VOLTAGE
CURRENT		
CURRENT INPUT 		

図 2.アナログ入力の設定表

09835-002

電流源設定用の抵抗は測定回路の温度ドリフト誤差を防止するために低温度係数でなければなりません。

熱電対測定

熱電対アプリケーションで、熱電対で発生する電圧は（ADCに外部から供給される）絶対レファレンスを基準に測定されます。冷接点補償は16ビット温度補償センサーADT7310を使用して実行されます。熱電対からの信号が微小な事と回路のダイナミック・レンジを最大にする理由で、AD7193をその最大ゲイン・レンジの128で動作させます。入力チャンネルはバッファされているので、（必要に応じて）フロントエンドに大きなデカップリング・コンデンサを配置して、熱電対ピンに現れるすべてのノイズ混入を除去する事ができます。熱電対測定のためのコモン・モード電圧はアンプAD8617によって供給されます。

4 mA-20 mA 電流の測定

この回路は4 mA-20 mA電流測定もサポートします。電流はボード上の検出抵抗を使用して電圧に変換されます。電流測定モードでADCのフル・ダイナミック・レンジを利用できるように抵抗200 Ωを使用します。

測定回路で温度ドリフト誤差を防止するために検出抵抗は、低温度係数でなければなりません。

レギュレータとリファレンスの選択

この回路の5 VレギュレータとしてADP1720を選択しました。ADP1720は得に産業用アプリケーションに適した高電圧マイクロパワー・リニアレギュレータです。

この回路のリファレンスとして4.5 V REF194を選択しました。Eグレード製品の初期精度は25°Cで±2 mVで、ドリフトは5 ppm/°C maxです。REF194は低ドロップアウト製品で、消費電流は45 μA以下です。又-40°C ~ +125°Cで性能が規定されています。

アイソレーション

ADuM1400とADuM1401は、アナログ・デバイセズの*iCoupler*®技術に基づいた4チャンネルのデジタル・アイソレータです。これらは、フィールド側とシステム側マイクロ・コントローラ間を、絶縁定格2.5 kV rmsで絶縁するために使用されます。4線がADuM1400を通過して使用されます：すべて送信用（SCLK、DIN、ADG1414、ADT7310）。4線がADuM1401を通過して使用されます：1つは送信用（AD7193）で3つは受信用（INT1、INT2、DOUT）。DIN、DOUT、SCLKのラインはSPORTインターフェースに接続されます。

表 1.1000 サンプルに基づいた実測性能

入力	AD7193 の設定	RMS ノイズ (nV)	実効分解能 (ビット)
±10V 入力範囲	Gain = 1; 50 Hz and 60 Hz rejection; output data rate = 50 Hz	7940	19.15
4 mA～20 mA 範囲	Gain = 1; 50 Hz and 60 Hz rejection; output data rate = 2.63 Hz	931	22.24
RTD	Gain = 16; 50 Hz and 60 Hz rejection; output data rate = 2.63 Hz	243	20.29
熱電対	Gain = 128; 50 Hz and 60 Hz rejection; output data rate = 2.63 Hz	220	19.23

図 3 は、入力をグラウンドに接続し、バイポーラ入力モードに設定した時の、AD7193 の出力性能のヒストグラム・プロットです。このヒストグラムは入力換算ノイズの影響を示しています。このモードで得られた有効分解能は 19.2 ビットです。

表 1 に ADC からの 1000 個のデータ・サンプルに基づいた他の動作モードの性能を示します。

この回路には回路の堅牢性を向上するために標準保護ダイオードや電圧トランジェント・サプレッサ (TVS 製品) のような外付け保護も含まれています。CN0209 設計支援パッケージ www.analog.com/CN0209-DesignSupport の回路図や他の資料をご覧ください。

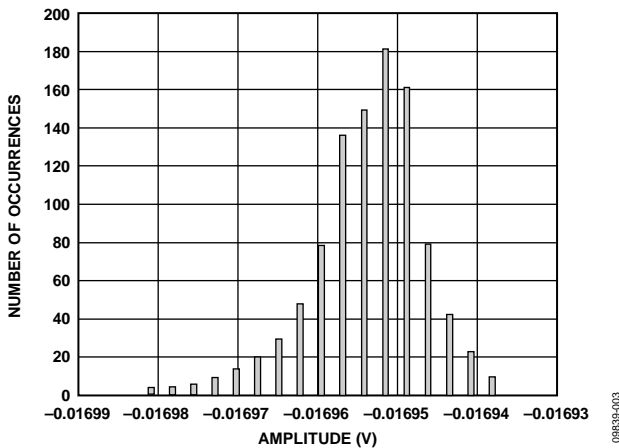


図 3. ノイズ分布ヒストグラム、1000 サンプル、AD7193 50 Hz データレート、ゲイン=1、入力=4.5 V リファレンス

回路評価とテスト

この回路は EVAL-CN0209-SDPZ 回路ボードとシステム・デモ用プラットフォーム (SDP) 評価ボード (EVAL-SDP-CB1Z) を使用します。2つのボードには、迅速な回路性能の設定と評価を可能とする 120ピン接続用コネクタがあります。EVAL-CN0209-SDPZ ボードは (このノートに記述されているように) 評価対象の回路を含んでいます。そして SDP 評価ボードは回路基板 (EVAL-CN0209-SDPZ) からのデータを取り込む CN0209 評価ソフトウェアと共に使用します。

必要な装置

USBポート付き Windows® XP 又は Windows Vista® (32ビット) 又は Windows® 7 (32ビット) 対応の PC

回路評価ボード (EVAL-CN0209-SDPZ)

SDP 評価ボード (EVAL-SDP-CB1Z)

CN-0209 評価ソフトウェア

電源電圧: +15 V と -15 V

RTD 温度センサー

熱電対

初めてみよう

CN0209 評価ソフトウェア・ディスクを PC の CD ドライブに挿入して評価ソフトウェアをロードしてください。「マイコンピュータ」を使用して、評価ソフトウェア・ディスクのドライブを見つけ、Readme ファイルを開いてください。Readme ファイルに含まれているインストラクションに従って、評価ソフトウェアをインストールし、使用してください。

機能ブロック図

回路ブロック図についてはこの回路ノートの図 1 を、そして回路図についてはファイル「EVAL-CN0209-SDPZ-SCH-Rev0.pdf」をご覧ください。このファイルは、CN0209 設計支援パッケージ www.analog.com/CN0209-DesignSupport に含まれています。

セットアップ

回路ボード (EVAL-CN0209-SDPZ) の 120ピン・コネクタを評価 (SDP) ボード (EVAL-SDP-CB1Z) の「CON A」と表示されたコネクタに接続してください。120ピン・コネクタの末端にある穴を利用して 2つのボードをしっかりと固定するためにナイロン製ハードウェアを使用する必要があります。電源を電源オフにして、+15 V 電源をボードの「+15 V」と表示されているピンに、-15 V 電源を「-15 V」と表示されているピンに接続してください。SDP ボードと共に供給する USB ケーブルを、PC の USB ポートに接続してください。注: この時にはまだ USB ケーブルを SDP 基板上のミニ USB コネクタには接続しないでください。

テスト

回路ボード (EVAL-CN0209-SDPZ) に接続した ±15 V 電源に電源を供給してください。評価ソフトウェアを立ち上げ、PC からの USB ケーブルを SDP 基板上の USB ミニ・コネクタに接続してください。

一度USB通信が確立されれば、回路ボード (EVAL-CN0209-SDPZ) からのシリアル・データの送信、受信、取り込みを行うためにSDPボードを使用する事ができます。

電圧測定

電圧測定回路のノイズを測定する場合は、J3とJ4両方の入力をグラウンドに接続してください。次に、ソフトウェアのマッチング・チャンネルのボタンをクリックしてください：V1 (チャンネル1を使用する場合) 又はV2 (チャンネル2を使用する場合)。

電圧を測定する場合は、J3とJ4両方の入力を図2のアナログ入力設定表に示すように接続してください。次に前に説明したようにソフトウェアのマッチング・ボタンをクリックしてください。

結果は波形とヒストグラムとして表示されます。スイッチング・ボタンを使い電圧結果のスケールを μV 、 mV 、 V のいずれかに設定するオプションがあります。

RTD 測定

RTD温度センサーを使って温度を測定する場合は入力J1、J2、J3、J4を図2に示すように接続してください。2線式、3線式あるいは4線式が使用されるので、接続には3つの異なる接続方法があります。次に、ソフトウェアのマッチング・ボタンをクリックしてください (チャンネル1はRTD1、チャンネル2はRTD2)。

波形の上のスイッチング・ボタンを利用する事により結果を華氏、摂氏又はケルビンのいずれかの単位で表示できます。

熱電対測定

熱電対を使って温度を測定する場合は入力J1、J2、J3、J4を図2に示すように接続してください。使用している熱電対のタイプを選択してください (B、E、J、K、R、S、T、N)。次に、ソフトウェアのTCボタンをクリックしてください (チャンネル1はTC1、チャンネル2はTC2)。

波形の上のスイッチング・ボタンを利用する事により結果を華氏、摂氏又はケルビンのいずれかの単位で表示できます。

電流測定

電流を測定する場合は、J5とJ6両方の入力を図2に示すように接続してください。次に、マッチング・ボタンをクリックしてください (チャンネル1はI1、チャンネル2はI2)。

スイッチング・ボタンを使って電流結果のスケールを μA 、 mA 、 A のいずれかに設定する事ができます。

SDP ボードに関する情報は [SDP ユーザー・ガイド](#) (英語) に載っています。

さらに詳しくは

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

MT-022 Tutorial : [ADC Architectures III:Sigma-Delta ADC Basics](#)

MT-023 Tutorial : [ADC Architectures IV:Sigma-Delta ADC Advanced Concepts and Applications](#)

MT-031 Tutorial : [Grounding Data Converters and Solving the Mystery of “AGND” and “DGND”](#)

MT-101 Tutorial : [Decoupling Techniques](#)

[Sensor Signal Conditioning](#), Analog Devices, 1999, Section 7.

データシートと評価ボード

ADuM1400 [データシート](#)

ADuM1401 [データシート](#)

AD7193 [データシート](#) / [評価ボード](#)

AD8275 [データシート](#)

REF194 [データシート](#)

AD8676 [データシート](#)

AD8617 [データシート](#)

ADG442 [データシート](#)

ADG1414 [データシート](#)

ADT7310 [データシート](#)

改訂履歴

11/11—Rev. 0 to Rev. A

Changes to Figure 2..... 3

4/11—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。