



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/CN0225> をご覧ください。

使用したリファレンス・デバイス	
AD8295	計装アンプ、高精度、信号処理用のオペアンプ内蔵
AD8275	ADC ドライバ、16 ビット対応、ゲイン = 0.2、レベル変換
AD7687	差動 A/D コンバータ、16 ビット、250kSPS、PulSAR®
ADR431	電圧リファレンス、超低ノイズ、XFET®、電流シンク / 機能付き

## 工業用プロセス制御およびオートメーション用高インピーダンス、高 CMR、 ±10V アナログ・フロントエンド・シグナル・コンディショナ

### 評価と設計サポート

#### 回路評価基板

CN-0225 評価ボード (EVAL-CN0225-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、16 ビット差動入力 PulSAR® ADC を使って ±10V の工業用レベルの信号をデジタル化するためのフル機能アナログ・フロントエンドです。この回路は、2 個のアナ

ログ部品を使用するだけで、高 CMR で、レベル・シフト、減衰、および差動変換機能を備えた高インピーダンス計装アンプの入力を実現します。高レベルの集積化により、この回路はプリント回路基板を省スペース化し、一般的な工業用アプリケーション用に費用対効果の優れたソリューションを提供します。

プロセス制御や工業用オートメーションのシステムでは、最大 ±10V の信号レベルが標準的です。熱電対やロードセルなどのセンサーからの小さな信号入力では、大きな同相電圧が生じることも少なくありません。このため、大きな同相除去で大小両方の差動信号を処理する高インピーダンス入力の柔軟なアナログ入力が必要になります。

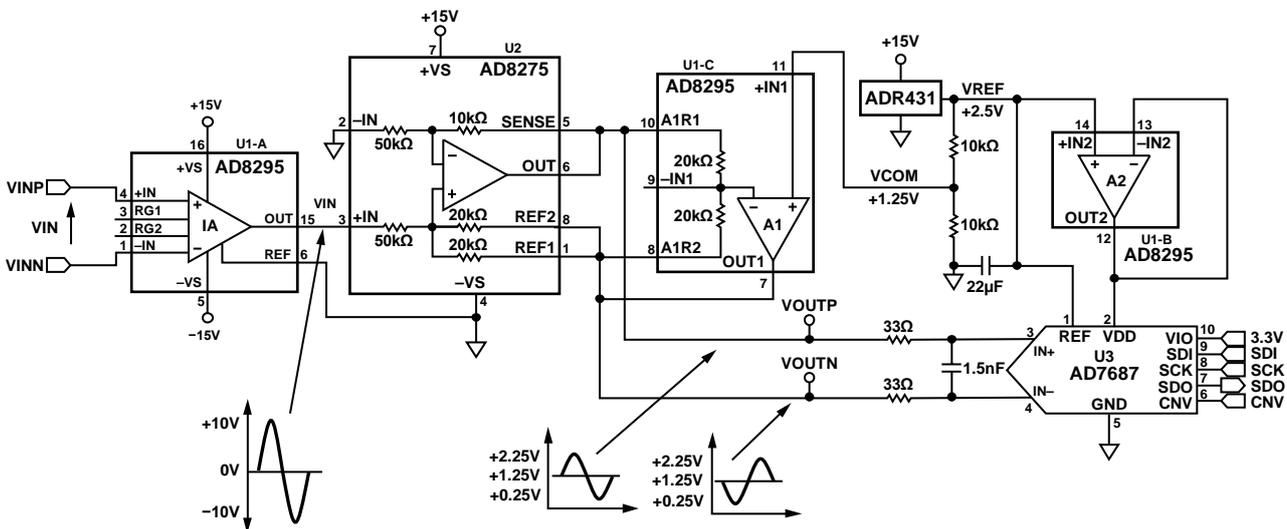


図 1. 工業用プロセス制御用高性能アナログ・フロントエンド  
(簡略回路図：全接続の一部およびデカップリングは省略されています。)

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。

Rev. A

©2015 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

最近の低電圧 ADC で工業用レベルの信号を処理するには、信号を予め減衰し、レベル・シフトしておく必要があります。さらに、完全差動入力 ADC には、優れた同相除去、2次歪みの低減、簡略化 DC 調整アルゴリズムなどの利点があります。したがって、工業用の信号は、差動入力 ADC と適切にインターフェースするために更に処理を必要とします。

図 1 の回路は、フル機能で高度に集積されたアナログ・フロントエンドの工業用レベル・シグナル・コンディショナで、わずか 2 個の能動部品を使って 16 ビット差動入力 PulSAR ADC AD7687 を駆動します。2 個の部品は、高精度計装アンプ AD8295 (2 個の補助オペアンプを内蔵) とレベル変換/ADC ドライバ AD8275 です。ADC の電圧リファレンスには低ノイズ 2.5V XFET®リファレンス ADR431 が使われています。

AD8295 は、2 個の汎用信号処理アンプと 2 本の正確に整合した 20kΩ 抵抗を小型の 4mm × 4mm パッケージに内蔵した高精度計装アンプです。

AD8275 は、±10V の工業用信号を減衰するのに使用できる  $G = 0.2$  のディファレンス・アンプで、減衰された信号は低電圧の単電源 ADC と容易にインターフェース可能です。AD8275 は回路内で減衰とレベル・シフトを行い、外付け部品を必要とせずに十分な CMR を維持します。

AD7687 は 16 ビット逐次比較 ADC で、2.3V ~ 5.5V の単電源で動作します。CMR を良くするための差動入力を備えるとともに、SAR ADC を使いやすくします。

## 回路の説明

この回路は、アナログ・フロントエンド回路としての AD8295 と AD8275、リファレンス ADR431 と併用した AD7687 ADC、デカップリング用のわずかな他の外付け部品などで構成されます。

### 計装アンプ (AD8295 に内蔵)

AD8295 に内蔵された計装アンプ (IA) は、動作条件がゲイン 1 に設定されています。高いゲインが必要なアプリケーションでは、適切な外付けゲイン抵抗を追加することができます。AD8295 の電源は ±15V なので、最大 ±10V の工業用入力信号レベルが使えます。計装アンプのリファレンス・ピンがグラウンドに接続されているので、AD8295 の出力はグラウンドを基準にしています。

### ディファレンス・アンプ/アッテネータ (AD8275)

AD8295 の計装アンプの出力信号は、最大振幅が ±10V のシングルエンドです。AD7687 ADC を駆動するため、この信号を減衰して適切なレベルにシフトする必要があります。AD8295 の出力にシンプルな抵抗性レベル・アッテネータ段を直接接

続しても、ADC を駆動する差動出力は得られません。レベル変換器 AD8275 ( $G = 0.2$ ) は、レーザー・トリムによる整合した高精度薄膜抵抗を内蔵したディファレンス・アンプで、小さなゲイン誤差、低いゲイン・ドリフト (最大 1 ppm/°C)、および高い同相除去比 (80 dB) を実現します。AD8275 は、電源電圧範囲が +3.3V ~ +15V と広く、+5V 単電源動作では -12.3V ~ +12V の大きな入力電圧範囲になります。

### 差動入力 ADC の駆動

図 1 の回路は、AD8275 (U2) と、AD8295 の汎用オペアンプの 1 つ (U1-C) で構成される平衡型ディファレンス・アンプを使用しています。オペアンプ (U1-C) を使って AD8275 の正側出力を反転 (したがって、負側の相補出力を供給) し、AD8275 の REF1 ピンと REF2 ピンを駆動します。差動出力の出力同相電圧 ( $V_{COM} = 1.25V$ ) は 2.5V リファレンスに接続された 10kΩ の外付け抵抗分割器で生成され、U1-C の非反転入力に印加されます。回路動作を表す式は以下のとおりです。

$$V_{OUTP} + V_{OUTN} = 2 \times V_{COM}$$

$$V_{OUTP} = V_{OUTN} + 0.2 \times V_{IN}$$

$$V_{OUTP} = V_{COM} + 0.1 \times V_{IN}$$

$$V_{OUTN} = V_{COM} - 0.1 \times V_{IN}$$

これらの式から、±10V の入力電圧の場合、ADC の電圧 ( $V_{OUTP}$  および  $V_{OUTN}$ ) は、同相電圧が 1.25V のときにそれぞれ 0.25V と 2.25V の間を振幅し、互いに 180°位相がずれます。したがって、差動信号は ADC の利用可能な 5V の差動入力範囲から 4V を利用します。

ADR431 は、低ノイズ、高精度、および低温度ドリフト性能を備えた XFET 電圧リファレンス・ファミリーの 2.5V リファレンスです。ADR431 は、抵抗分割器と AD7687 ADC のリファレンス入力を駆動します。ADR431 の出力は、AD8295 の 2 つ目の汎用オペアンプ (U1-B) によってバッファされ、AD7687 の電源 (VDD) を駆動します。2 本の 33Ω 抵抗と 1.5nF のコンデンサで構成されるシングル・ポール RC フィルタが、AD7687 に対してカットオフが 3MHz のアンチエイリアシング・フィルタとノイズ低減フィルタとして機能します。

### レイアウトに関する検討事項

この回路や他の全ての高速または高分解能の回路の性能は、適切な PCB レイアウトに大きく依存します。これには、限定はされませんが、電源バイパス、信号配線、適切な電源プレーンおよびグラウンド・プレーンが含まれます。PCB レイアウトの詳細については [チュートリアル MT-031](#)、[チュートリアル MT-101](#)、および技術記事「[高速プリント回路基板レイアウトの実務ガイド](#)」を参照してください。

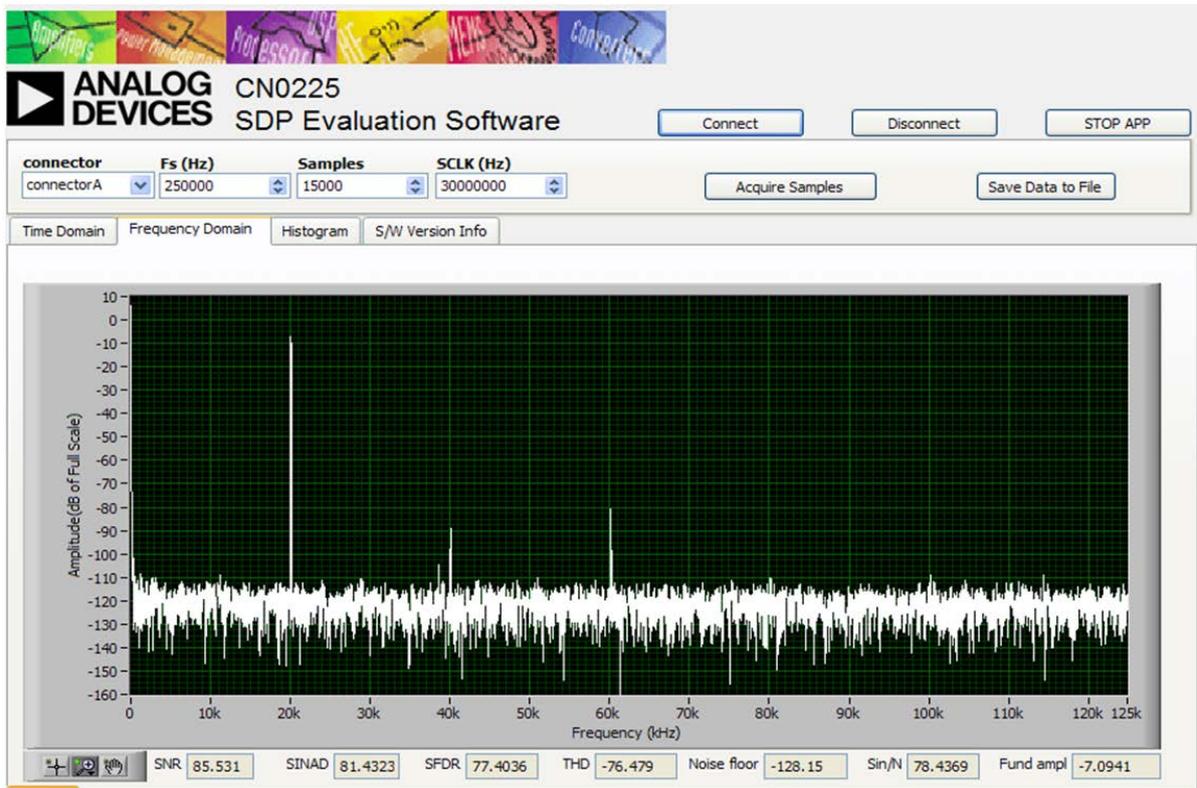


図 2. カイザー・ウィンドウでの FFT (パラメータ = 20)、20kHz の入力、250kSPS のサンプリング・レート

## システム性能

AC 性能は、AD7687 のサンプリングが 250kSPS のシステム・レベルでテストしました。20kHz の 5V<sub>p-p</sub> 入力時の FFT テストの結果を図 2 に示します。10V DC 入力時の ADC 出力のヒストグラムを図 3 に示します。

評価ソフトウェアから得られた結果は以下のとおりです。

- SNR = 85.531 dBFS (高調波を含む)
- SINAD = 81.432 dBFS.
- SFDR = 77.403 dBFS.
- THD = -76.479 dBFS

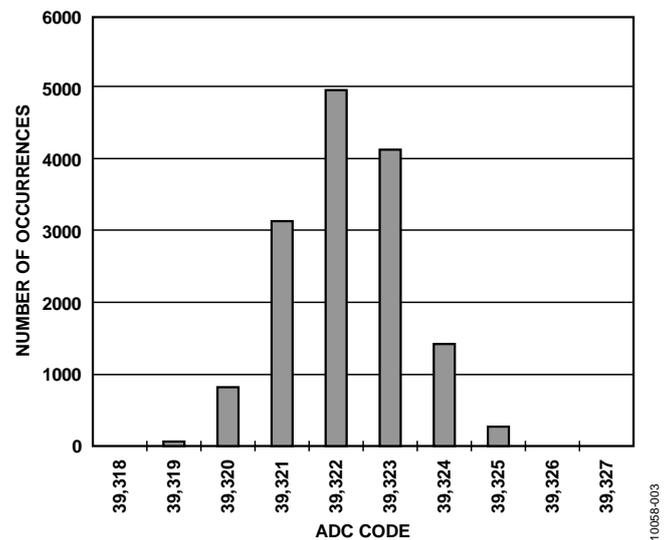


図 3. 10V 入力、15,000 サンプルでの DC ヒストグラム

## バリエーション回路

PuLSAR ファミリーのその他のピン互換の差動入力 16 ビット ADC は、異なるサンプリング・レートのものを利用可能です。これらは、[AD7684](#) (100 kSPS)、[AD7688](#) (500kSPS)、および [AD7693](#) (500kSPS) です。

18 ビット分解能が必要な場合、PuLSAR ファミリーのピン互換デバイスとして [AD7691](#) (250kSPS)、[AD7690](#) (400kSPS)、および [AD7982](#) (1MSPS) も提供されています。

ADC 用のリファレンスは 2.048V の [ADR430](#) に変更することができます。これにより、ADC の入力範囲の大きな割合を使用することができますが、AD7687 に追加の AVDD 電源が必要になります。

## 回路の評価とテスト

この回路は、[EVAL-CN0225-SDPZ](#) 回路基板とシステム・デモンストレーション・プラットフォーム (SDP) 評価用ボード [EVAL-SDP-CB1Z](#) を使用します。2 つのボードには 120 ピン・コネクタが備わっているので、回路のセットアップと回路性能の評価を短時間で行うことができます。EVAL-CN0225-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 評価用ボードは、EVAL-CN0225-SDPZ 回路基板からデータをキャプチャするために CN0225 評価用ソフトウェアと併用します。

### 必要な装置

- USB ポート付き Windows XP、Windows Vista (32 ビット)、または Windows 7 (32 ビット) 搭載 PC
- 回路評価用ボード EVAL-CN0225-EB1Z
- 評価用ボード EVAL-SDP-CB1Z
- DC 電源: +15V、-15V、および +6V
- Agilent の 81150A や Audio Precision の System Two 2322 のような低歪みのシングルエンドまたは差動の信号ソース。

### 評価開始にあたって

CN0225 評価用ソフトウェア・ディスクを PC の CD ドライブにセットして評価用ソフトウェアをロードします。次いで、評価用ソフトウェア・ディスクのあるドライブを探し、Readme ファイルを開きます。Readme ファイルの指示に従って、評価用ソフトウェアをインストールして使用してください。

### 機能ブロック図

テスト装置の機能ブロック図を図 4 に示します。PDF ファイル EVAL-CN0225-SDPZ-SCH に、CN0225 評価用ボードの詳細な回路図があります。このファイルは、CN0225 設計支援パッケージ ([www.analog.com/CN0225-DesignSupport](http://www.analog.com/CN0225-DesignSupport)) に含まれています。

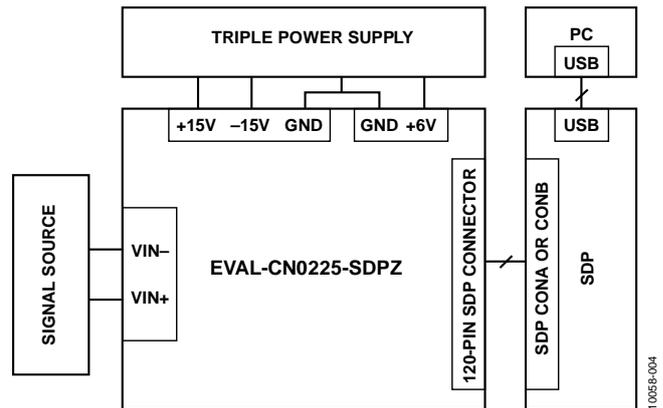


図 4. テスト・セットアップの機能ブロック図

### セットアップ

回路基板 EVAL-CN0225-SDPZ の 120 ピン・コネクタを EVAL-SDP-CB1Z 評価用 (SDP) ボードの「CONA」と表示された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て 2 枚の基板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。DC 出力電源を +15V、-15V、+6V の出力に設定してから、電源をオフにしてください。

電源をオフにして、+15V 電源を「+15VA」と表示された J3 のピンに、-15V 電源を「-15VA」と表示された J3 のピンに、さらに GND を「AGND」と表示された J3 のピンに接続します。同様に、+6V を J2 に接続します。電源をオンにしてから、SDP ボードの USB ケーブルを PC の USB ポートに接続します。注意: EVAL-CN0225-SDPZ の DC 電源をオンにするまでは、USB ケーブルを SDP ボードのミニ USB コネクタに接続しないでください。

### テスト

電源を設定して EVAL-CN0225-SDPZ 回路基板に接続したら、評価用ソフトウェアを起動し、PC からの USB ケーブルを SDP ボードのミニ USB コネクタに接続します。アナログ・デバイセズのシステム開発プラットフォーム・ドライバがデバイスマネージャに表示されている場合は、ソフトウェアは SDP ボードと通信することができます。

USB による通信が確立されると、SDP ボードを使って EVAL-CN0225-SDPZ ボードとの間のシリアル・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。

この回路ノートのデータは、Agilent の 81150A 差動信号ソースを使って生成しました。

SDP ボードについては、[www.analog.com/SDP](http://www.analog.com/SDP) を参照してください。

**さらに詳しい資料**

CN0225 Design Support Package:  
[www.analog.com/CN0225-DesignSupport](http://www.analog.com/CN0225-DesignSupport)

SDP User Guide

Analog Dialogue 39-09 : 高速プリント回路基板レイアウトの実務ガイド

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ボード**

CN-0225 評価ボード (EVAL-CN0225-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)

AD8295 データシート

AD8275 データシート

AD7687 データシート

AD7687 評価用ボード

**改訂履歴**

11/11—Rev. 0 to Rev. A

Change to Circuit Evaluation and Test ..... 4

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。

©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。