



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/CN0310 をご覧ください。

接続/参考にしたデバイス

AD7176-2	24ビット、250 kSPS、20 μ s セトリング時間、 Σ - Δ ADC
AD8475	ゲイン選択可能、高精度、完全差動減衰アンプ
ADR445	超低ノイズ、LDO XFET@ 5 V 電圧リファレンス

工業用信号レベル向け高精度、24ビット、250 kSPS 単電源 Σ - Δ ADC システム

評価と設計支援

回路評価基板

AD7176-2 回路評価用ボード (EVAL-AD7176-2SDZ)
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

工業用信号をサンプリングする時、重要な事は高速で高分解能な変換情報を提供する事です。従来 500 kSPS までのサンプリングレートで供給可能な最も高い分解能の A/D コンバータ (ADC) は 14 ビット~18 ビットでした。

図 1 に示す回路は 24 ビット、250 kSPS シグマデルタ (Σ - Δ) ADC を使って工業用信号をサンプリングするために最適化された単電源システムです。差動 2 チャンネル又は疑似差動 4 チャンネルの各々は 17.2 ビットのノイズフリー・コード分解能で最大 50 kSPS のレートでスキャンできます。

この回路は ± 5 V、 ± 10 V、0 V ~ 10 V の標準工業用信号レベルを低電源電圧駆動の高精度 ADC で取り込み、デジタル化までの間の考慮すべき点を、レーザー・トリムした抵抗を内蔵した革新的な差動アンプを使用して減衰、レベル・シフトを行う事により解決しています。回路のアプリケーションにはプロセス・コントロール (PLC/DCS モジュール)、医療及び科学の多チャンネル機器、クロマトグラフィがあります。

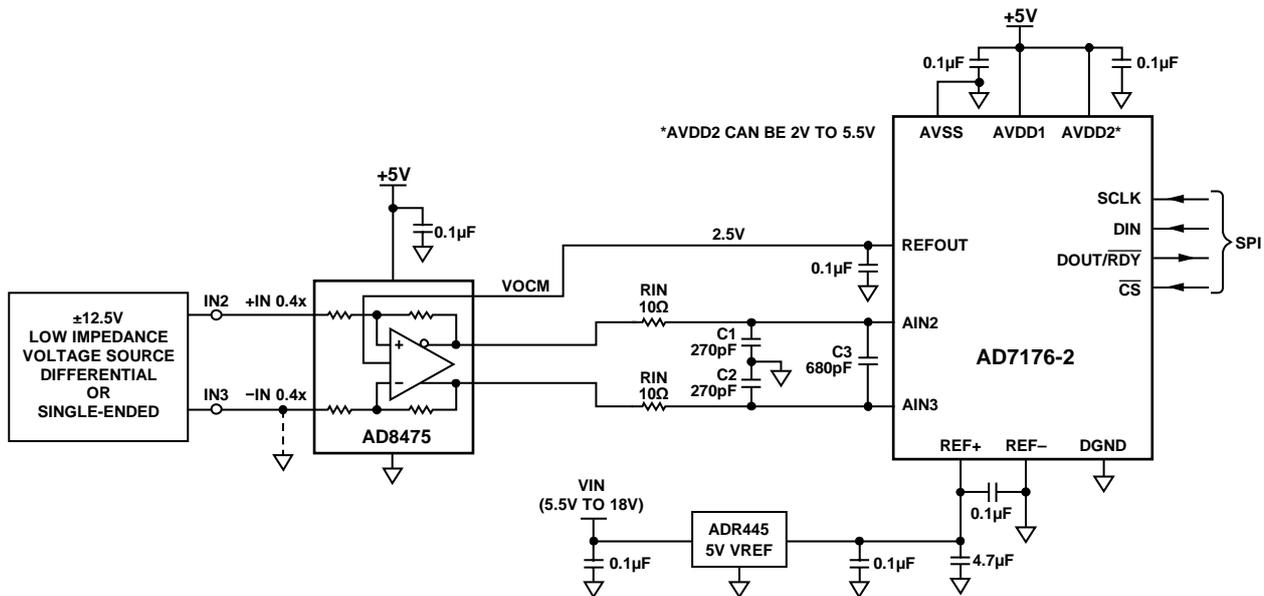


図 1. 工業用信号向け高精度、24 ビット ADC ドライバ (簡略化回路: 接続及びデカップリングの全ては示されていません。)

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、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。

©2012 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

Rev. 0

回路の説明

入力を 0.8× 又は 0.4× に減衰する高精度差動減衰アンプ AD8475 に工業用レベル信号を加えます。減衰はその集積化され、調整され、マッチングがとられた高精度抵抗によって制御されます。AD8475 を単電源 5V、ゲイン 0.4× で動作させた時、抵抗により ±12.5 V までのシングル・エンド入力又は差動入力が可能になります。入力には ±15 V までの過電圧保護回路が内蔵されています。

AD8475 と AD7176-2 の組み合わせ回路の直線性は入力信号 (0.4× のゲインを使用) が ±10 V シングル・エンド又は差動入力範囲以内の時維持されます。それは図 4 の実測 INL の限界に示されているように測定のエンドポイントは -10 V と +10 V です。この場合、AD8475 の出力は 0.5 V ~ 4.5 V の範囲で振れます。

要求されるコモン・モード電圧を VOCM ピンに加えて、コモン・モード出力を設定します。図 1 の回路では ADC の AD7176-2 から 2.5 VREFOUT 電圧を AD8475 の VOCM ピンに加えてコモン・モード電圧を設定します。

AD8475 は AD7176-2 のサンプリング容量入力を駆動できるように減衰とレベル・シフトを行います。

アンプ AD8475 の出力は RC フィルタ回路へ接続されますが、この RC フィルタは差動ノイズとコモン・モード・ノイズのフィルタリングする共に AD7176-2 の入力サンプリング容量によって要求されるダイナミックな充電を行います。又フィルタ回路はアンプ出力をダイナミックなスイッチド・キャパシタ入力からの全てのキックバックを遮断します。コモン・モード帯域 (RIN、C1) は 59 MHz、差動モード帯域 (2× RIN、0.5C1 + C3) は 9.8 MHz です。

AD8475 はシングル・エンド信号を入力できるように設定することもできます。-IN 0.4× 入力を接地し、+IN 0.4× 入力にシングル・エンド信号を加えてください。

24 ビット、Σ-Δ ADC の AD7176-2 は AD8475 の出力をサンプリングし、それをデジタル信号に変換します。変換レートとデジタル・フィルタ性能は 5 SPS ~ 250 kSPS の出力データ・レート範囲で調整可能です。

AD7176-2 は完全差動の 2 入力又は疑似差動の 4 入力に設定できます。ADC の最大チャンネル・スキャンレートは 50 kSPS です。AD7176-2 のノイズフリービット性能は 1250 kSPS で 17.2 ビット、1 kSPS で 20.8 ビット、50 SPS で 21.7 ビットです。

図 2 は入力を接地して測定したシステム全体の有効 rms ノイズです。250 kSPS のデータ・レートの場合、有効 rms ノイズは約 30 μV rms です。回路の直線性は ±10 V 入力をフルスケールにした時最良になる事を念頭において、計算のためのフルスケール入力を 20 V p-p に設定しました。

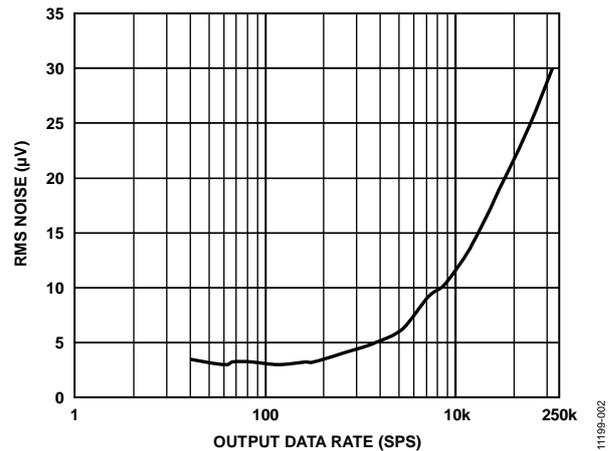


図 2. 出力データ・レート対 RMS 出力ノイズ

20 V のフルスケール入力範囲を規準としたビット表示の有効分解能は下記のように計算できます。

$$\text{Effective Resolution} = \log_2(\text{FSR}/\text{RMS Noise})$$

$$\text{Effective Resolution} = \log_2(20 \text{ V}/30 \mu\text{V}) = 19.3 \text{ Bits}$$

図 3 は (入力を短絡して測定した) ビット rms 表示の有効分解能を出力データ・レートの関数として表したグラフです。

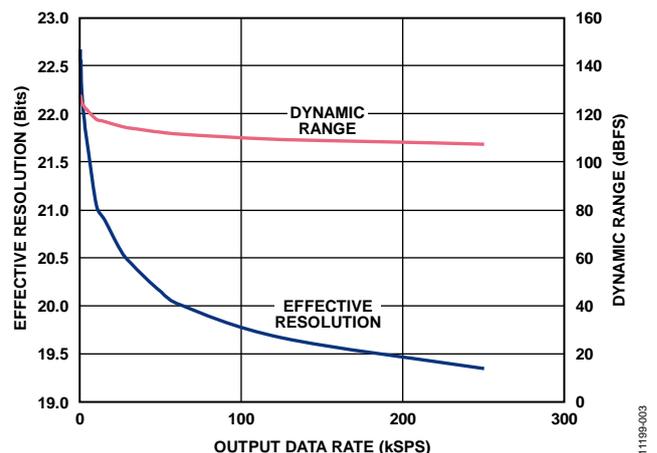


図 3. 出力データ・レート対有効分解能 (ビット RMS)

最初に rms ノイズにファクタ 6.6 を乗算して rms ノイズをそのピーク to ピーク・ノイズに変換する事により有効分解能をノイズフリー・コード分解能に変換する事ができます。その結果ノイズフリー・コード分解能を得るために有効分解能から差し引く必要のあるのは約 2.7 ビットになります。計算例として、19.3 ビットの有効分解能は 16.6 ビットのノイズフリー・コード分解能と等価になります。これをバッファ無しで入力を短絡した時、250 kSPS 出力データ・レートでノイズフリービットが 17.2 の AD7176-2 の仕様と比較します。この約 0.3 ビットの差はフルスケール範囲として最大の ±12.5 V ではなく、±10 V を使用した事実の結果です。

図4はエンドポイント手法を使いフルスケール・レンジのppmで表したシステムの積分非直線性 (INL) です。

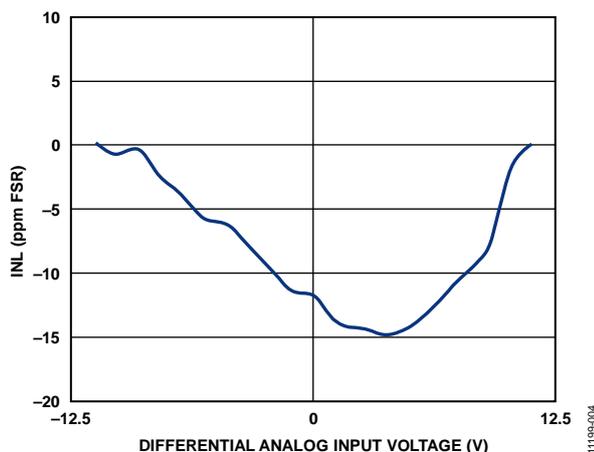


図4. 入力電圧対FSRのppmで表した積分非直線性 (INL)

回路は主にDC入力用に設計されていますが、低周波AC入力も変換可能です。歪性能はアナログ入力振幅の大きさによって変わります。図5と図6はそれぞれ-1 dBFSと-6 dBFSの1 kHz サイン波を入力した時の性能を示します。サイン波入力は Audio Precision 2700 シリーズのオーディオ源から直接 AD8475 に供給されます。

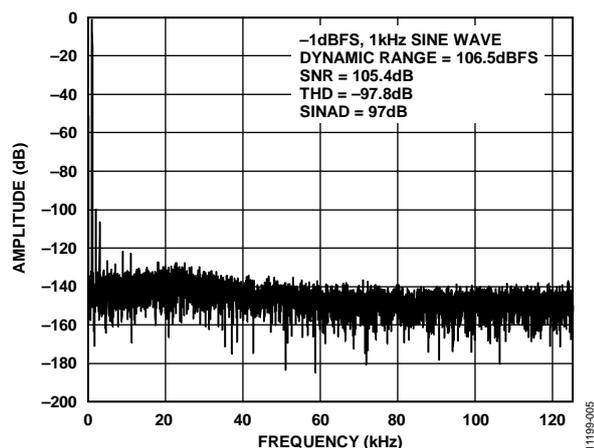


図5. AD8475 to AD7176-2FFT 性能、1 kHz、-1 dBFS 入力トーン (16384 ポイント FFT)

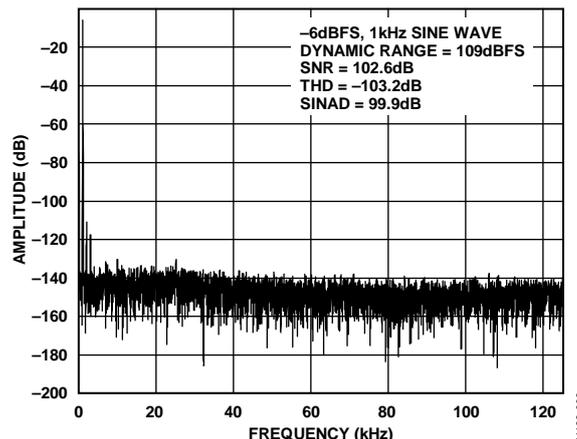


図6. AD8475 to AD7176-2 FFT 性能、1 kHz、-6 dBFS 入力トーン、(16384 ポイント FFT)

高分解能システムで最適な性能を得るには、優れたプリント回路基板 (PCB) レイアウト技術、グラウンディング技術、デカップリング技術が必須です。詳細については [Tutorial MT-031](#)、[Tutorial MT-101](#)、AD8475 データシート、AD7176-2 データシートを参照してください。プリント回路基板の全回路とレイアウトは [CN-0310 設計支援パッケージ](#) に載っています。

図1回路では、AD8475 は 0.4x のゲイン・オプションを選択しました。もし 0.8x のゲイン・オプションを選択した場合、フルスケール・レンジは ± 10 V から ± 5 V に縮小し、感度が 2 倍になります。

もう一つの AD8475 を使用して 2 番目のチャンネルを AD7176-2 の AN0/AN1 ピンに接続することができます。

リファレンス ADR445 はドロップアウト電圧 300mV のリファレンス [ADR4550](#) と交換できます。

回路評価とテスト

評価に必要な装置

下記の装置が必要です：

- EVAL-AD7176-2SDZ 評価用ボードとソフトウェア
- システム・デモ用プラットフォーム (EVAL-SDP-CB1Z)
- 高精度 DC 電圧源
- Audio Precision 2700 シリーズ (AC 入力)
- PC (Windows 32 ビット又は 64 ビット)
- 7V~9V DC 電源又は AC アダプタ

ソフトウェアのインストール

AD7176-2 評価キットには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。ソフトウェアはWindows® XP

(SP2)、Windows Vista、Windows 7 (32ビット又は64ビット)とコンパチブルです。もしセットアップ・ファイルが自動的に動作しなければCDからの`setup.exe`ファイルを実行してください。

PCに接続した時、評価システムが確実に正しく認識されるように、評価用ボードと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。

CDからのインストールが完了した後、EVAL-SDP-CB1Zを（コネクタ A 又はコネクタ B を介して）EVAL-AD7176-2SDZ に接続し、供給されるケーブルを使用して EVAL-SDP-CB1Z を PC の USB ポートに接続してください。

評価システムが検出されたら、表示するダイアログ・ボックスを通して進めてください。これでインストールが完了します。

セット・アップとテスト

ソフトウェアの使用とテストの実行に関する完全な詳細はユーザー・ガイド [UG-478](#) をご覧ください。

図7にテスト・セットアップの機能ブロック図を示します。

図1の回路をテストするには下記の小さなハードウェア変更が必要です。

- 信号は J8 端子ブロックの A2 と A3 から AD8475 への入力です。
- SL9 と SL10 のはんだリンクをポジション C に変更して J8 の A2 と A3 からの信号を AD8475 入力に配線してください。
- AD8475 出力を AD7176-2 の AIN2 ピンと AIN3 ピンに接続するために R64 と R74 に 10 Ω, 0603 抵抗を実装してください。
- (ユーザー・ガイド UG-478 に示されているように) ボードの下側の R110 と R120 の抵抗を取り除いてください。

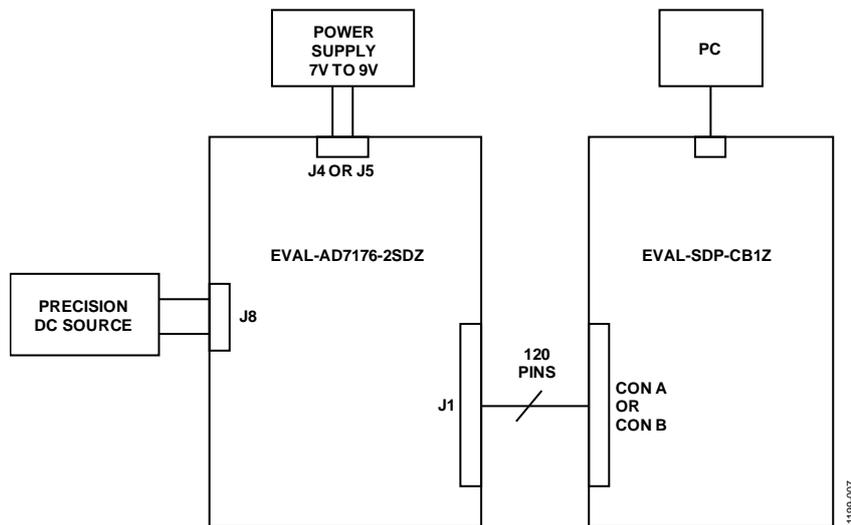


図7. テスト・セットアップ機能ブロック図

CN-0310 Design Support Package:

<http://www.analog.com/CN0310-DesignSupport>

UG-478 : Evaluation Board for the AD7176-2—24-Bit, 250 kSPS
Sigma-Delta ADC with 20 μ s Settling

Analog Dialogue 39 :

高速プリント回路基板 レイアウトの実務ガイド

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-074 Tutorial : Differential Drivers for Precision ADCs

MT-075 Tutorial : Differential Drivers for High Speed ADCs
Overview

MT-076 Tutorial : Differential Driver Analysis

MT-101 Tutorial : Decoupling Techniques

データシートと評価用ボード

AD7176-2 データシート

EVAL-AD7176-2SDZ、AD7176-2 評価用ボード

AD8475 データシート / 評価用ボード

ADR445 データシート

改訂履歴

11/12—初版

「Circuits from the Lab / 実用回路集」はアナログ・デバイセス社製品専用に作られており、アナログ・デバイセス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・デバイセス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・デバイセス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・デバイセス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。

©2012 Analog Devices, Inc. All rights reserved. 商標および登録商標は、それぞれの所有者の財産です。

CN11199-0-11/12(0)