



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/CN0247 をご覧ください。

接続/参考にしたデバイス

AD7091R	超低消費電力、12ビット、1MSPS A/Dコンバータ
AD8031	2.7 V、800 μA、80 MHz レール to レール I/O、シングル・アンプ

全消費電力 5 mW 以下の 12 ビット、1 MSPS SAR ADC+ドライバ

評価と設計支援

回路評価基板

AD7091R 回路評価用ボード (EVAL-AD7091RSDZ)

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12ビット、1MSPS SAR ADCのAD7091Rとオペアンプ・ドライバAD8031を使用した、単電源3Vで全消費電力5mW以下の超低消費電力データ・アキュイジション・システムです。

選択した部品は低消費電力で小型パッケージなのでこの組み合わせは消費電力、価格、大きさが重要な要素の携帯用バッテリー駆動装置には業界最先端のソリューションとなります。

AD7091Rは3V電源でV_{DD}端子の電源電流はわずか350 μA (typ) 要するだけで、今日市販されている他のどの競合ADCよりもはるかに小さくなっており、これは標準消費電力に換算すると~1 mWになります。

AD8031の消費電流はわずか800 μAなので、標準消費電力が3V電源で2.4 mWとなり、システム全体の電力消費は10 kHzのアナログ入力信号を1MSPSでサンプリングした場合5 mW以下になります。

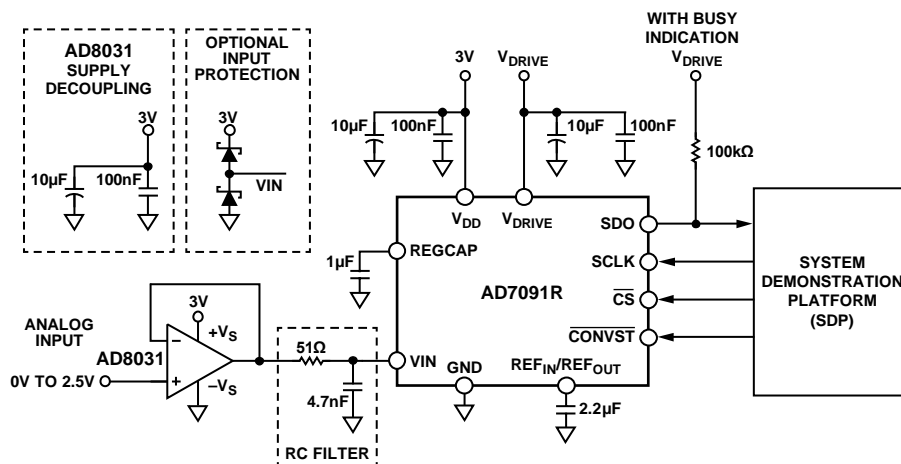


図1 12ビット、1MSPS 低消費電力ADCとドライバ (簡略化した回路: 接続の全ては示されていません)

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. A

回路の説明

最適の性能が得られるように、ほとんどの SAR ADC はアナログ信号の為に適切な入力バッファを必要とします。バッファは内部のトラック&ホールド・スイッチがホールドからトラックに切り替わる時に ADC 入力で発生する過度信号から信号源を絶縁します。ADC を駆動するバッファはこの過度状態から回復し ADC のアクイジション時間以内に要求されている精度に安定する必要があります。これは、信号源が高インピーダンスで、低歪みと高 S/N 比が重要なアプリケーションにおいては特に重要です。従って適切なバッファ・オペアンプを選択する事は、設計過程で重要な部分になります。

AD7091R は 2.5 V リファレンス内蔵、12 ビット、高速、超低消費電力、単電源 ADC です。このデバイスは 2.7 V ~ 5.25 V の電源電圧で動作します。AD7091R は最大 1 MSPS のスループット・レートが可能です。サンプリング・レート 1 MSPS で、入力信号が 10 kHz の時、AD7091R の全消費電力は約 2.3 mW です。

表 1 に示すように AD7091R の電力はスループットに比例するので、1 MSPS サンプリング周波数が必要でないアプリケーションではこの消費電力の値を小さくする事ができます。

システムの電力消費をさらに小さくするためには、コンバータのスループット・レートを低くしてください。表 1 は AD7091R が通常モードで動作している時の 3V 電源での標準的な消費電力対スループットを示します。

表 1 はパワーダウン・モードが駆動した時に実現可能な消費電力の減少を示します。パワーダウン・モードは AD7091R をより低いスループット・レートで動作させる時、電源条件を大幅に下げる事ができる極めて有効な手段です。

AD7091R は超小型 3 mm × 2 mm 10 ピン LFCSP パッケージ又は 3 mm × 5 mm 10 ピン MSOP パッケージを採用しています。2つのパッケージは競合品に対し大幅な省スペースになります。

AD8031 はレール to レール入出力、低消費電力オペアンプで AD7091R の駆動アンプとして最適です。AD8031 は 2.7 V ~ 12 V の電源電圧で動作するので、2つの IC を同じ電源電圧で駆動する事ができます。AD8031 は小信号帯域幅 80 MHz、スルーレート 30 V/μs、0.1% までのセトリング・タイム 125 ns です。

AD8031 の出力は単電源動作時に負側レールの 20 mV 以内まで振れます。

入力 0 V までの直線性が必要な場合、AD8031 に追加の負電源が必要です (チュートリアル [MT-035](#) を参照)。

図 1 は、回路の簡略化した図です。100 nF と 10 μF のセラミック・コンデンサを使用して IC 電源ピンをグラウンドに対して十分にデカップリングしてください。これらのコンデンサを両方の IC の電源ピンにできるだけ近く配置してください。

ADC に加わるアナログ入力信号が電源レールを 300 mV 以上超えないように注意してください。もし信号がこのレベルを超えると、内蔵 ESD 保護ダイオードが順方向バイアスとなりサブストレートに電流が流れ始めます。ダイオードが破損する事なしに導通可能な最大電流は 10 mA です。これはチュートリアル [MT-036](#) に説明されているように AD7091R の VIN と電源レールとの間にペアのショットキー・ダイオードを接続する事により避けられます。

AD7091R は 2.5 V リファレンスを内蔵しています。規定の性能を達成するために REF_{IN}/REF_{OUT} ピンを適切なデカップリングしてください。REF_{IN}/REF_{OUT} コンデンサの標準的な値は 2.2 μF です。内蔵リファレンス電圧は外部からオーバードライブできます。

外部リファレンス電圧を使用する場合は、2.7 V ~ V_{DD} の範囲を REF_{IN}/REF_{OUT} ピンに接続する必要があります。レギュレータ・バイパス (REGCAP) デカップリング・コンデンサの標準的な値は 1 μF です。

V_{DRIVE} 入力に印加される電圧によって、シリアル・インターフェースのロジック・レベル電圧が制御されます。このピンを AD7091R のデジタル出力に接続されているロジック・ファミリの電源電圧に接続してください。V_{DRIVE} は 1.8 V ~ V_{DD} の範囲で設定できます。V_{DRIVE} デカップリング・コンデンサの標準的な値は 10 μF と 100 nF の並列です。

ビジー表示機能が必要な場合、V_{DRIVE} と SDO ピンの間に 100 kΩ のプルアップ抵抗を接続してください。

AD7091R のアナログ入力バッファとして使用される AD8031 はユニティゲイン・バッファの構成とします。帯域外ノイズを減らすためにオペアンプの出力段の後に 1 極 RC フィルタを接続します。RC フィルタのカットオフ周波数を 660 kHz に設定します。しかしシステムのスループット・レート仕様により、このパラメータは変わります。AD7091R が最大のスループット・レートで動作しないシステムではフィルタ・カットオフ周波数を低くできます。アナログ信号入力の振幅とオフセットの大きさによっては、オペアンプ AD8031 で増幅、減衰、レベルシフトの回路を組み、入力信号振幅を ADC のアナログ入力範囲に整合させる事ができます。

表 1. AD7091R が通常モードで動作している時の 3V での標準的な消費電力対スループット

Mode	I _{DD}	I _{DRIVE}	I _{AMP} (μA)	Total Current (μA)	Total Power (mW)
Power Down	550 nA	36 nA	766	767	2.3
Static (Power On, Input Grounded, No Clock)	21 μA	81 nA	766	787	2.4
Operating (Power On, 10 kHz Input, 1 MSPS Sampling)	368 μA	406 μA	766	1540	4.6
Operating (Power On, Input Grounded, 1 MSPS Sampling)	344 μA	35 μA	766	1145	3.4
Operating (Power On, Input Grounded, 1 kSPS Sampling)	57.8 μA	18.9 μA	766	843	2.5

サンプリング時、変換開始パルス幅 = 20 ns です、V_{DD} = V_{DRIVE} = 3 V。

図 2 と図 3 はそれぞれ回路の積分非直線性 (INL) と微分非直線性 (DNL) のグラフです。INL と DNL が ± 1 LSB 以下になっている事に注目してください。

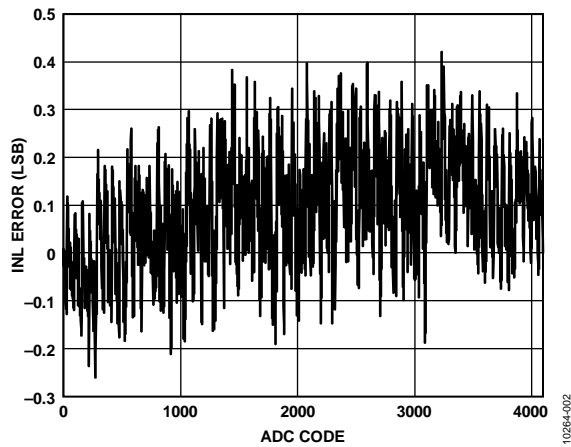


図 2 サンプリング・レート 1 MSPS の場合の INL

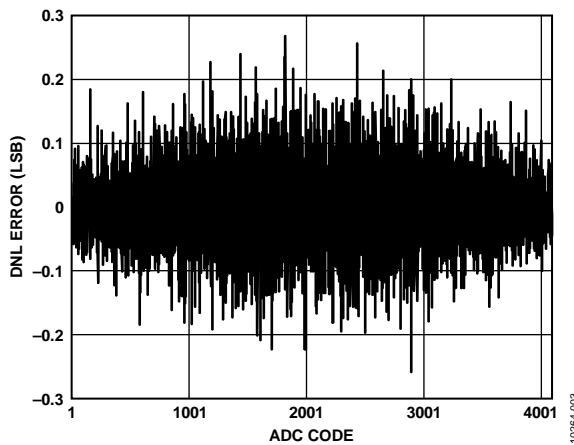


図 3 サンプリング・レート 1 MSPS の場合の DNL

図 4 は周波数 10 kHz のアナログ信号を入力し 1 MSPS のレートで取り込んだ 8192 サンプルについて計算した FFT データです。SNR は 70.44dBFS です。

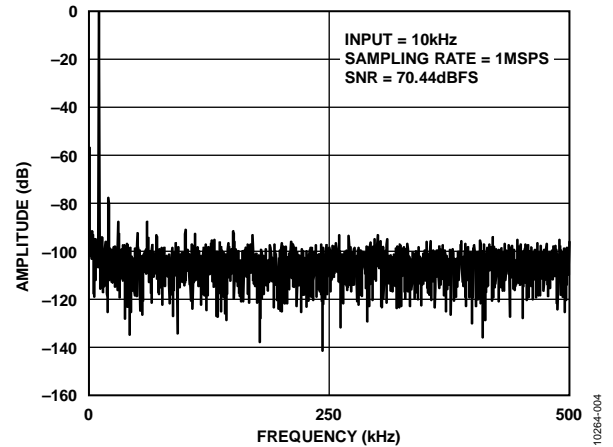


図 4 システムの FFT、入力=10 kHz、
サンプリング周波数=1 MSPS

この回路は、大きな面積のグランドプレーンを持った多層 PC ボード (PCB) に構築する必要があります。最適な性能を得るには適切なレイアウト、接地、デカップリング技術を使用する必要があります (チュートリアル [MT-031](#)、チュートリアル [MT-101](#) と [CN-0247 設計支援パッケージ](#) に示されている [AD7091R 評価用ボード・レイアウト](#) を参照)。

[AD7091R](#) と [AD8031](#) の周辺部品の値はアプリケーションとセンサーの特定条件を満足するように変更することができます。たとえば、バッファはゲインやオフセットを与える回路に構成でき、RC フィルタのカットオフ周波数はサンプリング周波数と入力周波数に応じて変更可能です。

回路、ボード・レイアウト、部品表 (BOM) など完全な技術文書パッケージが <http://www.analog.com/CN0247-DesignSupport> に載っております。

回路評価とテスト

EVAL-AD7091RSDZ 評価用ボードはデバイスAD7091Rをこの回路ノートに記述されている回路で評価し、テストするために開発されました。回路の詳細とユーザー・インストラクションはEVAL-AD7091RSDZの技術文書に載っております。図5にテスト・セットアップの機能ブロック図を示します。

必要な装置

回路をテストするために、下記の装置が必要です。

- EVAL-AD7091RSDZ 評価用ボード（ソフトウェアと 9 V DC 用 AC アダプタ電源を含む）
- EVAL-SDP-CB1Z システム・デモ用プラットフォーム・ボード
- 低歪み信号発生器（アジレント 81150A あるいは Audio Precision の System Two 2322 のような信号発生器）
- USB2.0 ポート付き Windows® XP 又は Windows Vista 又は Windows 7（32 ビット又は 64 ビット）対応の PC
- 電源：9 V DC 用 AC アダプタ（評価用ボードに含まれている、50mA の外部 3VDC 電源）

セットアップ

任意のハードウェアを接続する前に、EVAL-AD7091RSDZ 評価用ボードのリンクが次の位置になっている事を確認してください：

- LK1：ポジション A（入力バッファとして AD8031 を選択する）
- LK2：ポジション A（J5 で入力を入力バッファに接続する）
- LK5：ポジション A（外付け V_{DRIVE} 源をイネーブルにする）
- LK6：ポジション B（外付け V_{DD} 源をイネーブルにする）

リンクを確認した後は評価用ボードの説明書に従ってハードウェアを接続、ソフトウェアをインストールしてください。

テスト

この回路ノートに含まれている各種テストを行う方法に関する詳しい説明は評価用ボードの説明書を参照してください。

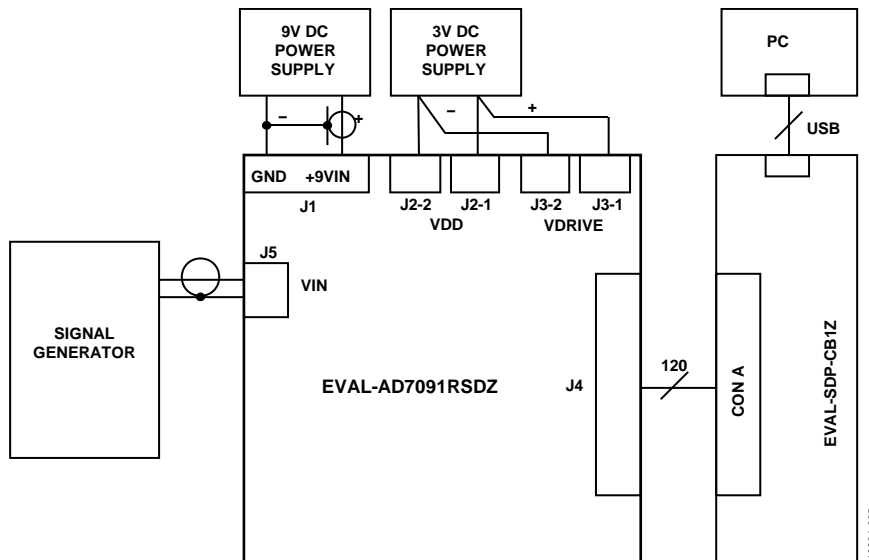


図5 テスト・セットアップの機能ブロック図

さらに詳しくは

CN-0247 Design Support Package:

<http://www.analog.com/CN0247-DesignSupport>

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

MT-035 Tutorial : [Op Amp Inputs, Outputs, Single-Supply, and Rail-to-Rail Issues](#)

MT-036 Tutorial : [Op Amp Output Phase-Reversal and Input Over-Voltage Protection](#)

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

データシートと評価用ボード

AD7091R [データシート](#) / [評価用ボード](#)

[システム・デモ用プラットフォーム \(EVAL-SDP-CB1Z\)](#)

AD8031 [データシート](#)

改訂履歴

10/12—Rev.0 to Rev.A

Deleted Common Variations Section.....3

4/12—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。

©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。

CN10264-0-10/12(0)