



回路ノート CN-0372



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/CN0372> をご覧ください。

使用したリファレンス・デバイス	
AD7091R-5	4チャンネル、I ² C、超低消費電力、12ビット A/D コンバータ、
ADP5090	超低消費電力昇圧レギュレータ、MPPT と充電管理機能内蔵
ADA4805-1	オペアンプ、オフセット・ドリフト 0.2μV/°C、105MHz、低消費電力、低ノイズ、レール to レール
ADP1607	DC/DC コンバータ、2MHz、昇圧、同期型

エネルギーハーベスト回路とアラート機能を備えた、超低消費電力の汎用マルチチャンネル・データ・アキュイジション・システム

評価および設計サポート

回路評価ボード

CN-0372 回路評価ボード (EVAL-CN0372-PMDZ)

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)

SDP-I-PMOD インターポーザ・ボード (SDP-PMD-IB1Z)

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、光起電力 (PV) セルや熱電発生器 (TEG) から給電可能な、超低消費電力のマルチチャンネル・データ・アキュイジション・システムです。この回路は、業界最小電力のマルチチャンネル 12 ビット逐次比較 A/D コンバータ (SAR ADC) である AD7091R-5 と、昇圧レギュレータ ADP5090 による高効率エネルギーハーベスト回路を使用しています。この ADC が 3 V 単電源を使って 22 kSPS でサンプリングしたときの標準的な消費電力は 100 μW です。1 kHz の入力信号に対する標準的な S/N 比 (SNR) は 68 dB です。

消費電力が小さく小型であるため、このデバイスの組み合わせは、特に装着型機器や電源内蔵機器などの携帯型低消費電力アプリケーションに最適です。

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. 0

©2016 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

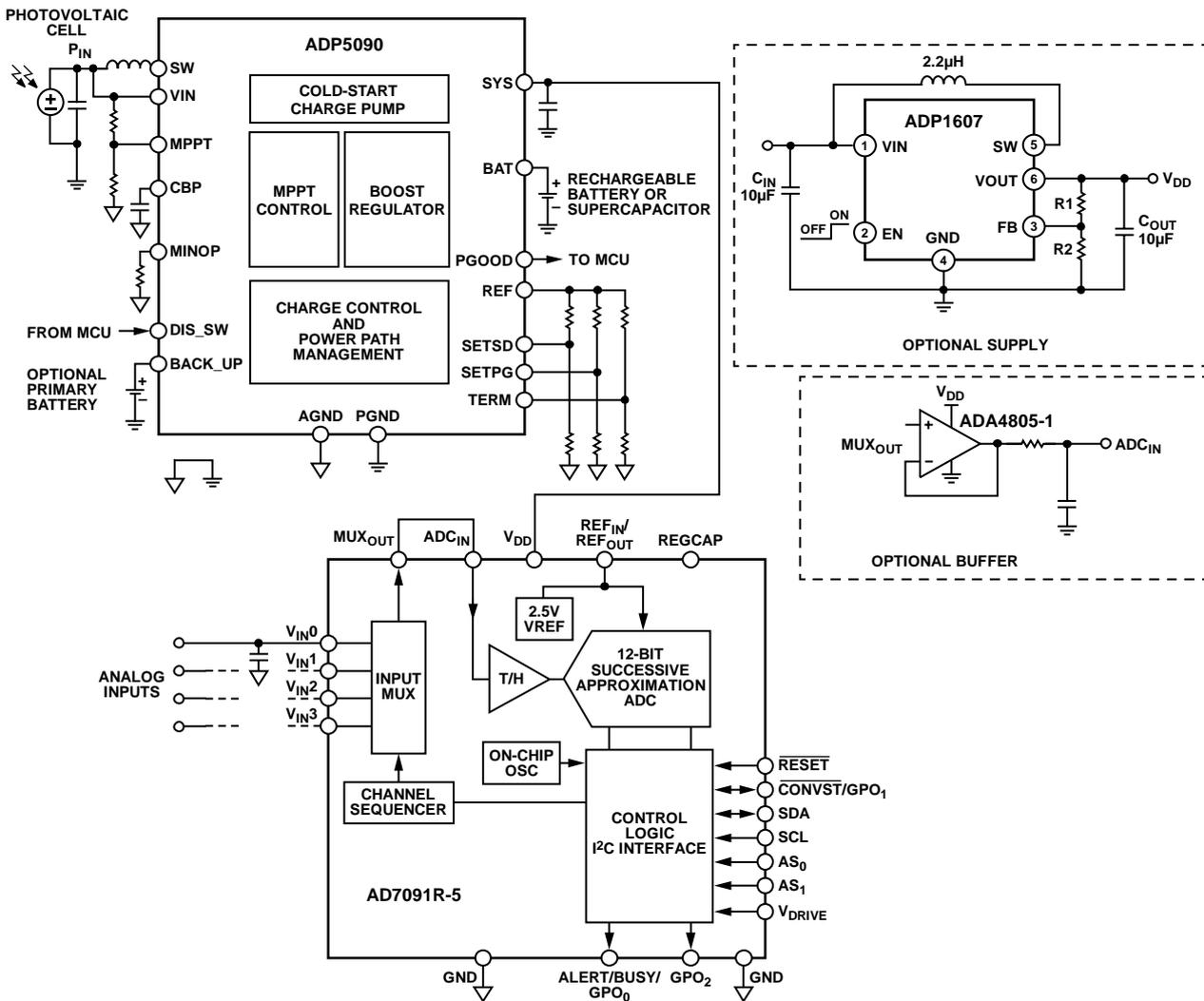


図 1. エナジーハーベスト回路を備えた低消費電力データ・アキュイジション・システム
(簡略回路図: 全接続の一部およびデカップリングは省略されています)

回路説明

この回路は、マルチチャンネル・システムのモニタリング用に最適化された低消費電力でコンパクトなソリューションを提供します。これらの機能は、フォーム・ファクタと消費電力がクリティカルなシステム仕様である装着型アプリケーションや電源内蔵アプリケーションにとって特に重要です。

A/D コンバータ

AD7091R-5 は超低消費電力の 12 ビット逐次比較 ADC で、2.7 V ~ 5.25 V の単電源で動作します。この ADC は、内蔵変換クロック、高精度リファレンス、および標準モード ($f_{scl} = 100 \text{ kHz}$) と高速モード ($f_{scl} = 400 \text{ kHz}$) の両方で動作する I²C インターフェースを備えています。

変換処理とデータ・アキュイジションは、I²C インターフェースと内部発振器を使って制御します。AD7091R-5 のインターフェースは変換後のデータ読出しが可能のため、高速モードで最大 22.22 kSPS のスループット・レートを実現します。このデバイスは、高度な設計技術とプロセス技術を使って、性能を損なうことなく超低消費電力を実現しています。内蔵の 2.5 V 高精度リファレンスは REF_{IN}/REF_{OUT} ピンに出力されます。

AD7091R-5 は、ADC を自律動作させるように設定可能なオートサイクル・モードを備えているため、ユーザーが設定した Rev. 0

範囲外のイベントのモニタリングに最適です。変換は、AD7091R-5 のデータシートの表 25 に示すように設定された時間間隔で自動的に行います。通常、このモードを使用し、リミット・レジスタがアラート機能により範囲外の状態を知らせるようにプログラムされたチャンネルの選択をモニタします。

エナジーハーベスタ

ADP5090 は、光起電力セルや熱電発生器を DC 電源に変換する集積化昇圧レギュレータです。このデバイスは蓄電素子 (再充電可能バッテリーやスーパー・キャパシタ) を充電します。CN-0372 ボードでは、小型の電子機器やバッテリーなしのシステムに電力を供給するスーパー・キャパシタを使用しています。ADP5090 は、PV セルや TEG から取り込んだ少量の電力を効率よく変換します。ADP5090 は 16 μW ~ 200 mW の入力電力範囲で動作し、動作損失は 1 mW 未満です。

コールド・スタート回路を内蔵することにより、レギュレータは最小 380 mV の入力電圧で動作を開始できます。このソリューションは、回路に電力を供給する外付けバッテリーを不要にし（ただし、バックアップ・バッテリーのオプションは利用可能）、その代りに取り込み可能なエネルギーを十分に利用します。

図 1 に示すように、ADP5090 の SYS 電圧出力が回路全体に電力を供給します。

回路設計

図 2 の回路は、AD7091R-5 ADC に必要な最小限の接続を示しています。

AD7091R-5 のアナログ入力範囲は $0\text{ V} \sim V_{\text{REF}}$ で、ユニポーラです。この回路は負電圧を受け入れるようには設計されていません。AD7091R-5 は、最大 1.5 MHz の入力周波数を処理可能な広帯域トラック&ホールド・アンプを内蔵していますが、回路は、高速モードで 2 kHz までの低い周波数を処理するテストが行われています。

AD7091R-5 はマルチプレクサ出力に対応しているため、追加のフィルタ処理が必要な場合に各チャンネルにシグナル・コンディショニング回路を必要としません。アクティブなチャンネルの入力信号は MUX_{OUT} に出力されます。ADC の V_{IN} ピンの前のフィルタはカットオフ周波数が約 8.6 MHz になるように設計されています。これらのフィルタは、ADC 入力ノイズを減衰させ、ADC からの電荷キックバックを吸収します。小さな値の直列抵抗と、ADC から高周波数の電荷キックバックのソースとシンクが可能な適度な容量のコンデンサを使用することを推奨します。

フィルタ処理やシグナル・コンディショニングを追加する必要がない場合には、MUX_{OUT} ピンを ADC_{IN} に直接接続します。AD7091R-5 の制御は I²C 互換シリアル・バスを介して行います。

ADP5090 のエナジーハーベスト回路を図 3 に示します。この回路は、J4 端子に接続されたエネルギー源からの電力を変換してスーパー・キャパシタ (C26) に電荷を蓄積し、回路全体に電力を供給します。

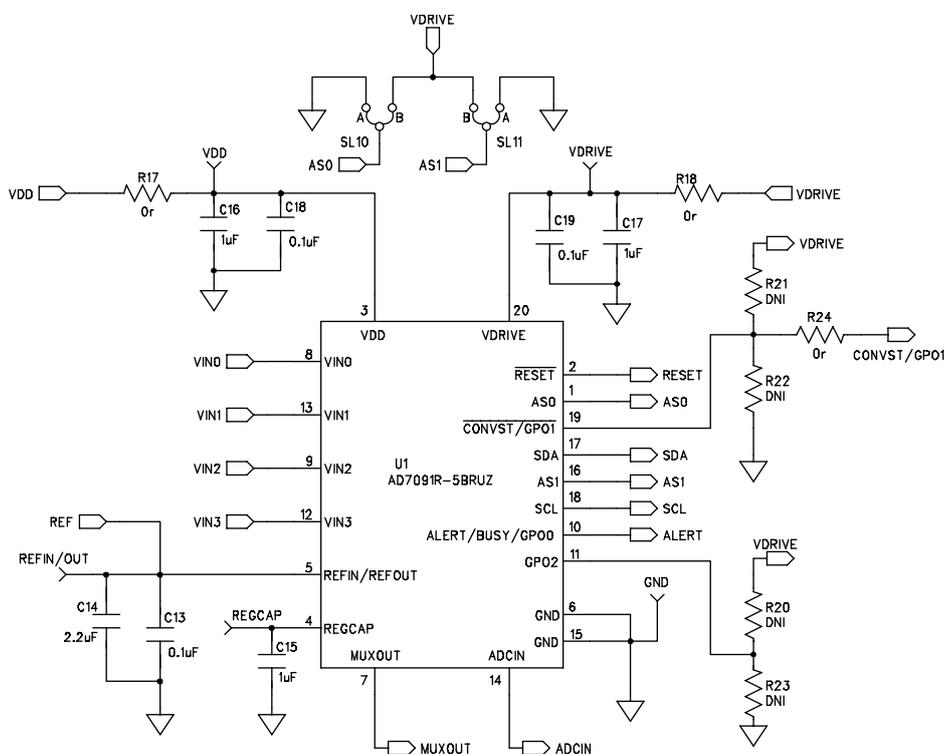


図 2. CN-0372 の ADC 接続 (簡略回路図: 全接続の一部は省略されています)

13562-002

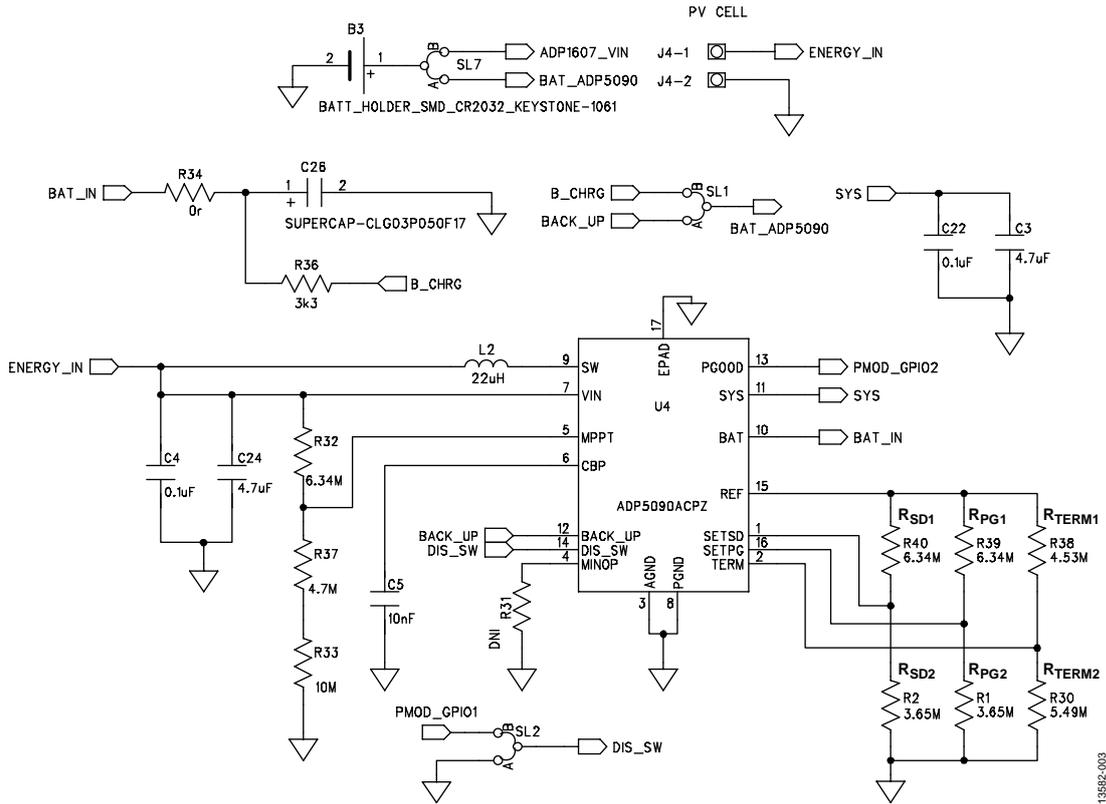


図 3. CN-0372 のエナジーハーベスト回路

PV セルや TEG から取り込んだエネルギーは ENERGY_IN に入ります。ENERGY_IN が 380 mV を超えると、ADP5090 はコールド・スタートアップを開始します。SYS 電圧が V_{SYS_TH} (通常 1.93 V) を超えると、デバイスはコールド・スタートアップを終了してメイン昇圧レギュレータをイネーブルします。PGOOD のロジック・ハイ・レベルが SYS 電圧に等しく、バッテリー端子電圧に達すると、メイン昇圧チャージャをオフします。

ADP5090 昇圧レギュレータはパルス周波数モード (PFM) で動作し、SYS の入力コンデンサと C26 スーパー・キャパシタ (Cellergy の CLG03P050F17、50 mF、3.5 V) に蓄積されたエネルギーを転送します。PGOOD 閾値は、SYS 電圧が次式で求められる許容電圧になるように外部コンネクタによって設定します。

$$V_{SYS_PGOOD} = V_{REF_ADP5090} \left(1 + \frac{R_{PG1}}{R_{PG2}} \right), \sim 3.3V$$

ここで、 R_{PG1} と R_{PG2} は図 3 の値、 $V_{REF_ADP5090}$ は標準で 1.21 V です。

ADP5090 はバッテリーの過充電保護閾値と放電保護閾値も備えており、これらも外付け抵抗によって設定します。

過充電を防止するための、バッテリー端子電圧の上上がり閾値は次式で求められます。

$$V_{BAT_TERM} = \frac{3}{2} V_{REF_ADP5090} \left(1 + \frac{R_{TERM1}}{R_{TERM2}} \right), \sim 3.3V$$

ここで、 R_{TERM1} と R_{TERM2} は図 3 の値です。

深放電を防止するための、バッテリー放電シャットダウン電圧の立下がり閾値は次式で求められます。

$$V_{BAT_SD} = V_{REF_ADP5090} \left(1 + \frac{R_{SD1}}{R_{SD2}} \right), \sim 3.3V$$

ここで、 R_{SD1} と R_{SD2} は図 3 の値です。これらの閾値電圧を図 4 に示します。

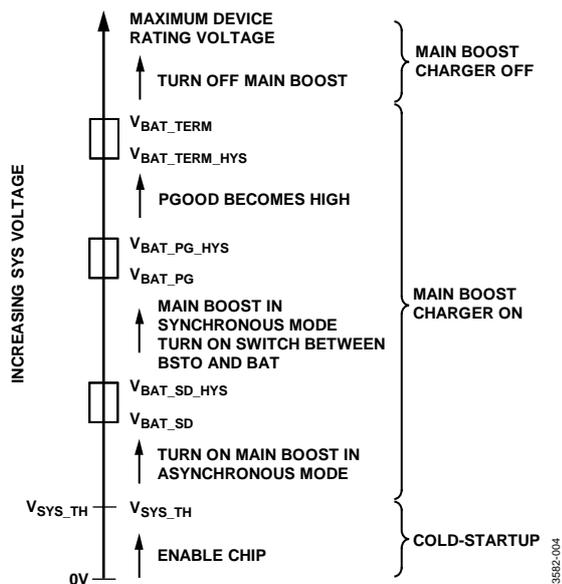


図 4. 各種閾値電圧の状態

図 3 の回路は、コールド・スタートを加速するために SL7 を介して低エネルギー状態のバックアップを行うオプションも備えています。

回路図、ボード・レイアウト、部品表 (BOM) などが全て揃った技術文書パッケージについては、www.analog.com/CN0372-DesignSupport をご覧ください。この回路はディジレントの PMOD インターフェース規格と互換性があります。

エナジーハーベスト回路を使用した DAS (データ・アキュジション・システム) の測定結果

この回路は、ボード上のデバイスの設定と回路性能の評価を容易にするグラフィカル・ユーザー・インターフェースを搭載しています。デバイスの設定に加え、ノイズ性能、ヒストグラム、およびレジスタの読み出し値に対するタブが利用可能です。ソフトウェア・パッケージの詳細については、[CN-0372 ソフトウェア・ユーザー・ガイド](#)を参照してください。

コモンモード電圧が 1.25 V の 2.4 V p-p、1 kHz のサイン波に対して、MUX_{OUT} を ADC_{IN} に直接接続した構成の回路の AC 性能を図 5 と図 6 に示します。デフォルトでは SYS に 3.3 V 電源を生成する構成ですが、この回路ノートでは、3 V 電源になるように外付け抵抗を構成して全ての測定を行いました。

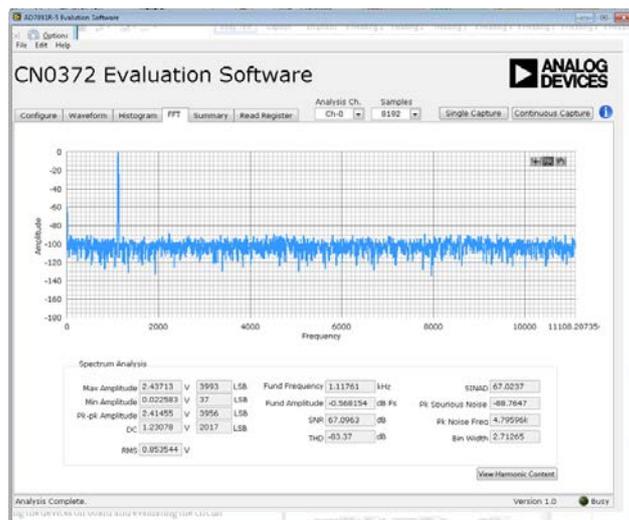


図 5. CN-0372 の AC 性能

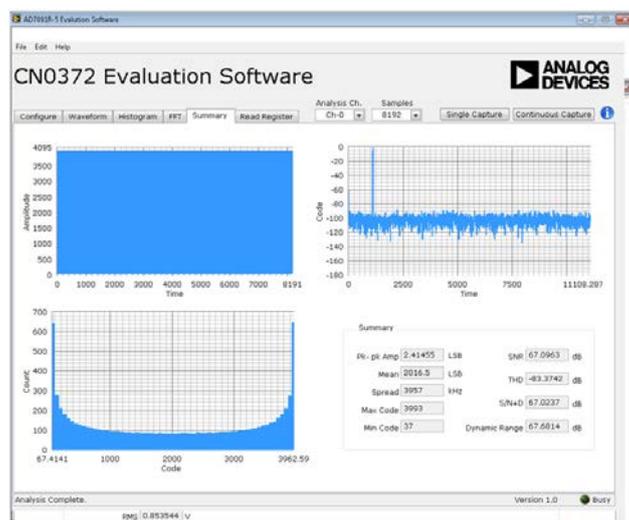


図 6. CN-0372 の AC 性能の全概要

消費電力は次式で計算します。

$$P_T = I_T \times V_S$$

ここで、
 P_T は総消費電力、
 I_T は V_{DD} と直列に測定される総消費電流、
 V_S は V_{DD} の電源電圧です。

バッファがなく V_{DD} と V_{DRIVE} が SYS から供給される構成の回路では 34 μA を消費します。

バリエーション回路

ADA4805-1 を使って MUX_{OUT} 信号の外部バッファを行うオンボード・オプション、およびバックアップ・バッテリーを使ってオンボードの ADP1607 レギュレータに電力を供給し、ボードの電源レールを生成するオプションを使用可能です。

オプションのオンボード・バッファ回路を図 7 に示します。使用する場合、R6 を取り外し、SL9 と SL12 を B の位置、SL13 を A の位置に設定し、R43 を取り付けます。この回路も

必要なゲイン、減衰量、レベル・シフト機能を備えています。ADA4805-1 は約 500 μ A の静止電流を消費しますが、パワーダウンとスループットによるスケールリングを行うオプションがあります。図 8 に示すように、ADA4805-1 の SHUTDOWN ピンを制御することにより、消費電力を動的に管理することができます。評価用ソフトウェアを使って SHUTDOWN 信号のデューティ・サイクルを調整することで、大幅な節電が実現します。

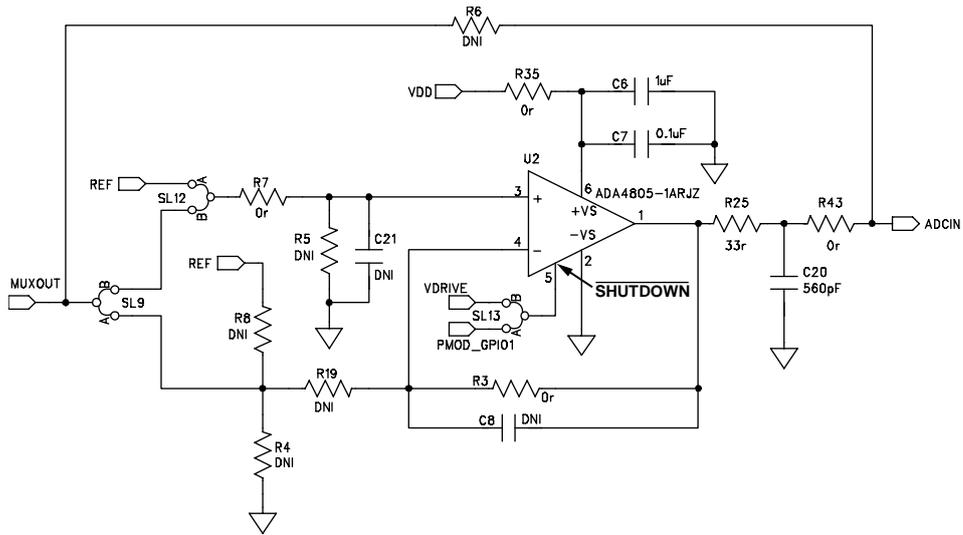


図 7. オプションのバッファ回路

13582-007

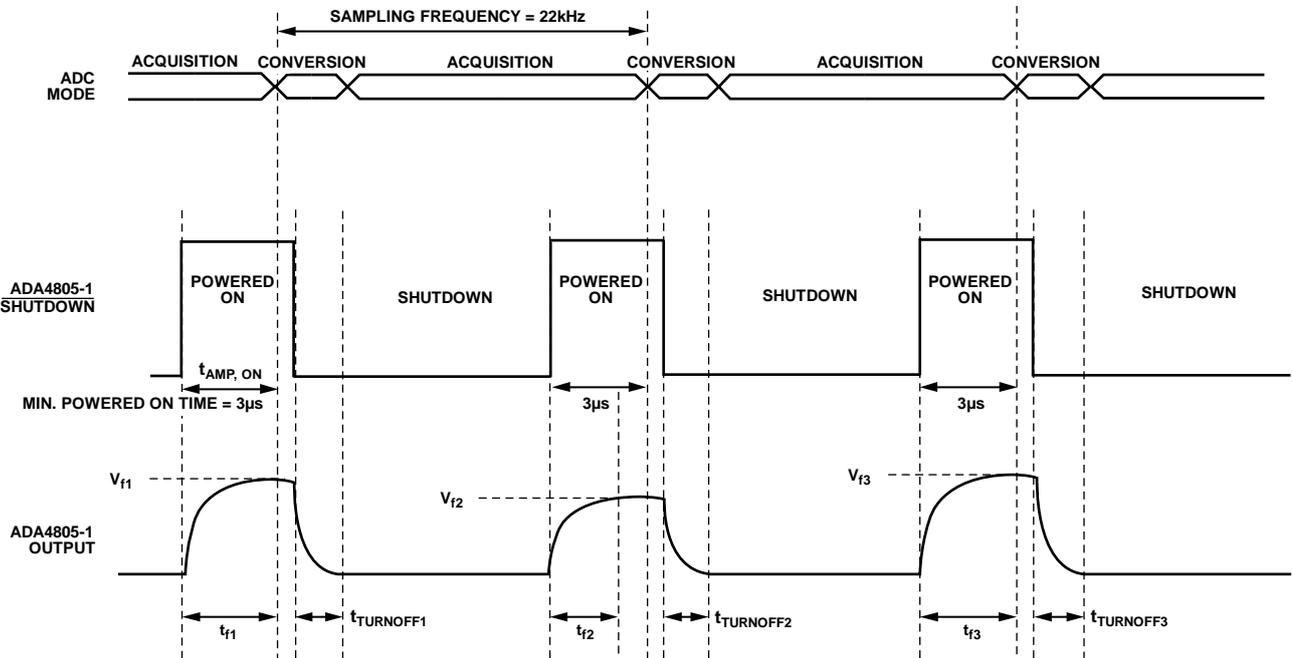


図 8. ADA4805-1 による動的なパワー・スケールリング

13582-008

評価用ソフトウェアの ADA4805-1 のパワー・スケーリング機能の制御の詳細については、CN-0372 ソフトウェア・ユーザー・ガイドを参照してください。

パワー・スケーリング時には、消費電力の計算は次のようになります。

$$P_T = I_T \times V_S + I_Q \times V_S \times \frac{t_{AMP, ON}}{t_S}$$

ここで、

P_T は総消費電力、

I_Q は静止電流、

$t_{AMP, ON}$ は ADA4805-1 がオンの時間、

t_S はサンプリング時間です。

図 9 に示すように、ADA4805-1 を使用して動的なパワー・スケーリングを行い、VDD と VDRIVE に SYS から給電したときのシステム全体の消費電流は最小 70 μ A で、性能劣化は生じていません。

各種設定での回路の標準的な消費電流を表 1 に示します。

表 1. 各種設定での消費電流

Configuration	Current (μ A)
Without Buffer Amplifier	34
AD7091R-5 in Full Power Down	13.4
AD7091R-5 in Full Power Down, No Internal Reference	0.5
With Buffer Amplifier Always On	530
AD7091R-5 in Full Power Down	520.4
AD7091R-5 in Full Power Down, No Internal Reference	507.3
Dynamic Power Scaling with Buffer Amplifier	See Figure 9

各種デューティ・サイクルでのシステムの代表的な性能と消費電流を図 9 に示します。

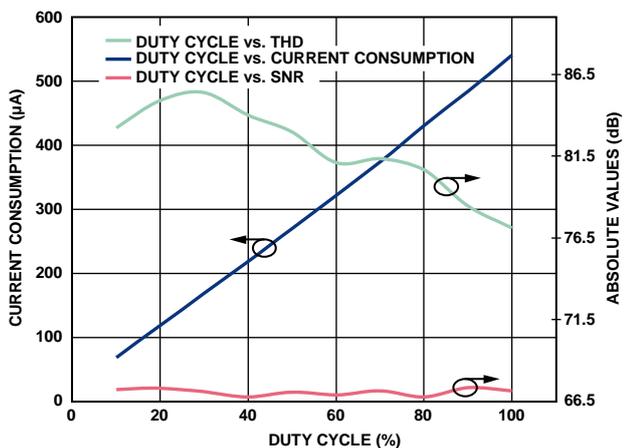


図 9. 高速モードの各種デューティ・サイクルでの消費電流と AC 性能

オプションの ADP1607 回路を図 10 に示します。この回路は、SL7 を介して図 3 の B3 バックアップ・バッテリーから給電するように構成することができます。

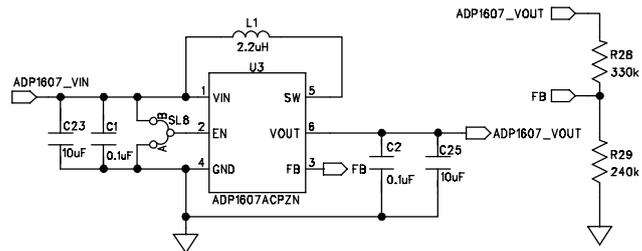


図 10. オプションのレギュレータ回路

3 V 出力に対して R28 と R29 の外付け抵抗で設定される出力電圧は次式で計算できます。

$$V_{OUT} = V_{FB} \left(1 + \frac{R28}{R29} \right) + I_{FB} \times R28$$

ここで、

$V_{FB} = 1.259$ V、

$I_{FB} = 0.1$ μ A です。

回路の評価とテスト

この回路には、EVAL-CN0372-PMDZ 回路ボード、SDP-PMD-IB1Z インターポーザ・ボード、および EVAL-SDP-CB1Z システム・デモンストレーション・プラットフォーム (SDP) ボードが使用されています。PMD インターポーザ・ボードと SDP コントローラ・ボードは 120 ピンの接続用コネクタを備えています。このインターポーザ・ボードと EVAL-CN0372-PMDZ ボードは 12 ピンの PMOD インターフェース・タイプ 2A および 8 ピン I²C インターフェース対応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-CN0372-PMDZ ボードには評価対象の回路が含まれています。SDP コントローラ・ボードは CN0372 評価用ソフトウェアとともに使用し、データをキャプチャして結果を知らせます。

表 2. PMOD インターフェース・タイプ 2A の接続

Pin No.	Signal	Description
1	CONVST/GPO1	AD7091R-5 の CONVST/GPO ₁ ピンに接続。
2, 3, 4	NC	未接続。
5, 11	GND	GND に接続。
6, 12	VDD_PMOD	PMOD 電源に接続。
7	ALERT	AD7091R-5 の ALERT ピンに接続。
8	RESET	AD7091R-5 の RESET ピンに接続。
9	PMOD_GPIO1	ADA4805-1 の SHUTDOWN ピンに接続。SL2 を介して ADP5090 の DIS_SW ピンにも接続。
10	PMOD_GPIO2	ADP5090 の PGOOD ピンに接続。

表 3. I²C インターフェースの接続

Pin No.	Signal	Description
1, 2	SCL	AD7091R-5 の SCL ピンに接続。
3, 4	SDA	AD7091R-5 の SDA ピンに接続。
5, 6	GND	GND に接続。
7, 8	VDD_PMOD	PMOD 電源に接続。

必要な装置

以下の装置が必要です。

- USB ポート付き Windows® XP、Windows Vista® (32 ビット) または Windows 7 (32 ビット) 対応の PC
- EVAL-CN0372-PMDZ 回路評価ボード
- EVAL-SDP-CB1Z SDP コントローラ・ボード
- SDP-PMD-IB1Z インターポーザ・ボード
- 8 ピン IDSD-04-D フレキシブル・ケーブル: EVAL-CN0372-PMDZ ボードと SDP-PMD-IB1Z ボードの間の I²C インターフェースの接続に必要 (EVAL-CN0372-PMDZ ボードに同梱)
- CN0372 評価用ソフトウェア
- 電源: 6 V AC アダプタ
- USB ケーブル
- SRS DS360 超低歪み関数発生器または同等の高精度ソース
- Cymbet の CBC-PV-01 PV セル: 200 ルクスの蛍光照明で出力電流が約 200 μ A のときの標準的な動作電圧が 0.8 V

評価開始にあたって

ボードを PC に接続する前に CN0372 評価用ソフトウェアをインストールします。評価用ソフトウェアの最新バージョンは、[ftp://ftp.analog.com/pub/cftl/CN0372](http://ftp.analog.com/pub/cftl/CN0372) からダウンロードすることができます。画面上の指示に従ってインストールを完了します。全てのソフトウェア・コンポーネントをデフォルトのロケーションにインストールすることをお奨めします。

EVAL-CN0372-PMDZ を所定のレギュレータ構成に接続し、回路評価用ボードを SDP-PMD-IB1Z インターポーザ・ボードに接続します。

EVAL-CN0372-PMDZ ボードの I²C インターフェースを 8 ピンフレキシブル・ケーブルで SDP-PMD-IB1Z インターポーザ・ボードに接続します。

SDP-PMD-IB1Z ボードを EVAL-SDP-CB1Z コントローラ・ボードに接続します。SDP-PMD-IB1Z ボードの電源をオンにし、同梱の USB ケーブルを使って EVAL-SDP-CB1Z SDP コントローラ・ボードを PC に接続します。評価用ソフトウェアを開いて評価を開始します。

EVAL-SDP-CB1Z については、[SDP ユーザー・ガイド \(UG-277\)](#) を参照してください。

機能ブロック図

図 11 に、回路の評価に使ったテスト・セットアップの機能ブロック図を示します。

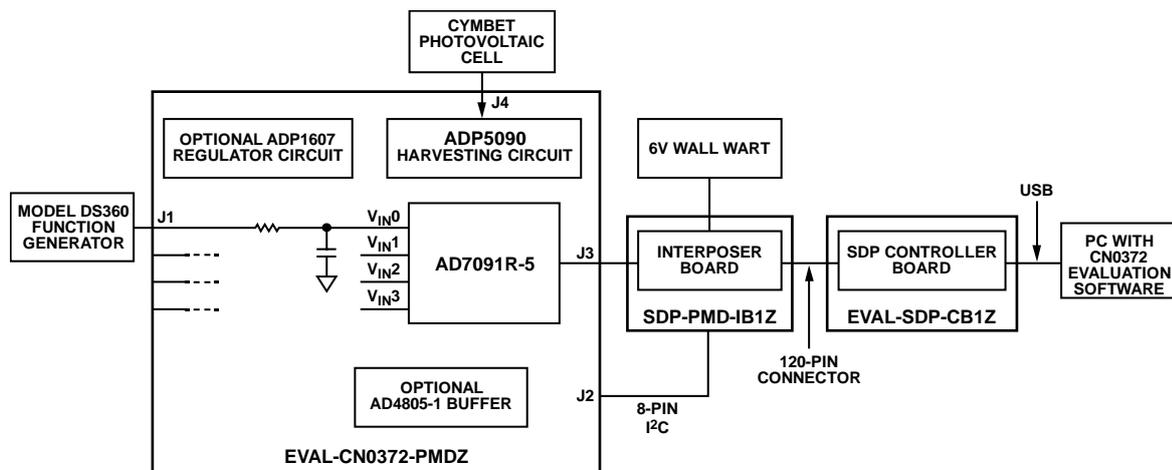


図 11. テスト・セットアップのブロック図

13582-011

電源構成

評価用ソフトウェアを開く前に、低消費電力の高インピーダンス DC ソース (Cymbet の CBC-PV-01 PV セルや TEG など) を J4 端子に接続し、SL4 と SL5 を A の位置に接続します。これにより、ADP5090 エナジーハーベスト回路をシステム電源として使用します。電源の利用可能な全てのオプションについては、表 4 と表 5 を参照してください。

表 6 に、EVAL-CN0372-PMOZ の全てのハンダ・リンクの詳細を示します。

表 4. V_{DD} のオプション

V_{DD}	Solder Link Position	
	SL5	SL7
ADP5090 SYS	A	A
ADP1607 V_{OUT}	B	B

表 5. V_{DRIVE} のオプション

V_{DRIVE}	Solder Link Position	
	SL3	SL4
ADP5090 SYS	A	B
ADP1607 V_{OUT}	B	B
VDD_PMOD	No connect	A

表 6. リンクのオプション

Link	Default	Description
SL1	A	このリンクは、A がセンターに接続された SL7 と併用します。 A をセンターに接続すると、ADP5090 の BACK_UP ピンが CR2302 バッテリーに接続されます。 B をセンターに接続すると、ADP5090 の B_CHRG ピンがスーパー・キャパシタに近い R36 に接続されます。
SL2	A	このリンクで、ADP5090 の DIS_SW ピンの接続を選択します。 A をセンターに接続すると、ADP5090 の DIS_SW ピンがグラウンドに接続されます。 B をセンターに接続すると、ADP5090 の DIS_SW ピンが PMOD_GPIO1 (J3 のピン 9) に接続されます。
SL3	A	このリンクと SL4 を組み合わせて、 V_{DRIVE} の接続を選択します。 A をセンターに接続すると、ADP5090 の SYS ピンが V_{DRIVE} に接続されます。 B をセンターに接続すると、ADP1607 の V_{OUT} ピンが V_{DRIVE} に接続されます。
SL4	A	このリンクで、 V_{DRIVE} のソースを選択します。 A をセンターに接続すると、VDD_PMOD が V_{DRIVE} に接続されます。 B をセンターに接続すると、 V_{DRIVE} が SL3 を介して ADP1607 または ADP5090 の出力に接続されます。
SL5	A	このリンクで、 V_{DD} のソースを選択します。 A をセンターに接続すると、ADP5090 の SYS 出力が V_{DD} に接続されます。 B をセンターに接続すると、ADP1607 の出力が V_{DD} に接続されます。
SL6	open	このリンクで、SDP-I-PMOD を使用しないときの VDD_PMOD のソースを選択します。 A をセンターに接続すると、ADP5090 の SYS 出力が VDD_PMOD に接続されます。 B をセンターに接続すると、ADP1607 の出力が VDD_PMOD に接続されます。
SL7	A	このリンクで、CR2032 バッテリーの経路を選択します。 A をセンターに接続すると、バッテリーが SL1 に接続され、SL1 の A がセンターに接続されている場合はバックアップとして機能し、SL1 の B がセンターに接続されている場合にはスーパー・キャパシタを充電します。 B をセンターに接続すると、バッテリーが ADP1607 の V_{IN} ピンに接続されます。
SL8	B	このリンクを使って、ADP1607 の EN ピンの接続を選択します。 A をセンターに接続すると、EN が GND に接続され、同期整流式昇圧がオフします。 B をセンターに接続すると、EN が ADP1607 の V_{IN} ピンに接続され、同期整流式昇圧がオンします。
SL9	B	このリンクで、MUX _{OUT} の接続を選択します。 A をセンターに接続すると、MUX _{OUT} が ADA4805-1 の反転入力に接続されます。 B をセンターに接続すると、SL12 が B の位置の場合に MUX _{OUT} が ADA4805-1 の非反転入力に接続されます。
SL10	A	このリンクで、AS ₀ の接続を選択します。 A をセンターに接続すると、AS ₀ が GND に接続されます。 B をセンターに接続すると、AS ₀ が V_{DRIVE} に接続されます。
SL11	A	このリンクで、AS ₁ の接続を選択します。 A をセンターに接続すると、AS ₁ が GND に接続されます。 B をセンターに接続すると、AS ₁ が V_{DRIVE} に接続されます。
SL12	B	このリンクで、オプションのバッファを選択します。 A をセンターに接続すると、REF が ADA4805-1 の非反転入力に接続されます。 B をセンターに接続すると、SL9 が B の位置の場合に MUX _{OUT} が ADA4805-1 の非反転入力に接続されます。
SL13	A	このリンクで、ADA4805-1 の SHUTDOWN 接続を選択します。 A をセンターに接続すると、SHUTDOWN が PMOD_GPIO1 に接続されます。 B をセンターに接続すると、SHUTDOWN が SL5 で選択された V_{DD} ソースに接続されます。

セットアップとテスト

ボードがパワーアップして評価用ソフトウェアが初期化されたら、ADC を所定のチャンネルで変換するように設定します。J1 端子に入力信号を加え、**Single Capture** または **Continuous Capture** をクリックし、変換結果を観測します。

アラート機能をテストするには、評価用ソフトウェアの **Configure** タブの **Low Limit** または **High Limit** を設定し、設定範囲外を示す LED アラート・インジケータを観測します。

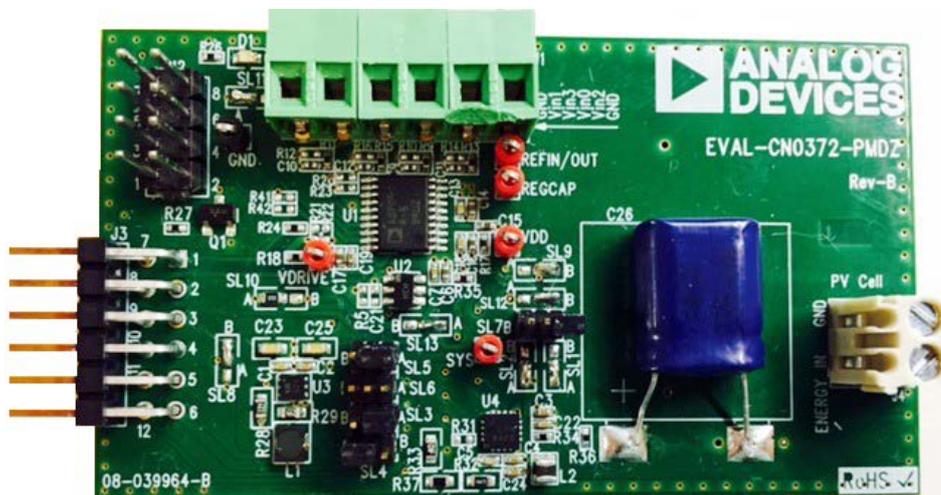


図 12. EVAL-CN0372-PMDZ の PCB の写真

さらに詳しい資料

CN-0372 Design Support Package:

www.analog.com/CN0372-DesignSupport

SDP User Guide, UG-277

AN-931 Application Note : PulSAR ADC サポート回路の解説

Analog Dialogue Vol. 46, No. 4 : 高精度 SAR A/D コンバータ (ADC) のフロントエンド・アンプと RC フィルタの設計

データシートと評価ボード

AD7091R-5 データシート

ADP5090 データシート

ADA4805-1 データシート

ADP1607 データシート

改訂履歴

9/15—Revision 0: 初版

I²C は、Philips Semiconductors 社 (現在の NXP Semiconductors 社) が独自に開発した通信プロトコルです。

「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。

©2016 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。