



AN-1384 アプリケーション・ノート

AD7768/AD7768-4 または AD7768-1 を使用したドライバ・アンプのペアリング

著者 : Niall McGinley、Stuart Servis

はじめに

アナログ入力／出力モジュールの設計では、フォーム・ファクタを小さくし、チャンネル数を増やす傾向にあります。これは、1つのモジュールから実現できる、あるいは、計測器（PXI）カード・スロット用ペリフェラル・コンポーネント・インターコネクト（PCI）拡張を通して実現できる計測数を増やすことで、コストとテスト時間を減らすニーズが高まっているためです。チャンネル密度を高めると発熱が増加します。これは、モジュラ・アプリケーションの設計者にとって共通の問題です。高密度データ・アキュイジション・モジュールのサーマル・パジェット条件に適合するよう設計するには、速度、帯域幅、性能のトレードオフを考慮する必要があります。

AD7768/AD7768-4 および AD7768-1 は、8 チャンネル、4 チャンネル、およびシングル・チャンネルの 24 ビット同時サンプリング A/D コンバータ（ADC）です。選択可能な電力モードとデジタル・フィルタ・オプションを使用して、AD7768/AD7768-4 および AD7768-1 を構成し直すことで、工業用入出力モジュール、計測器、オーディオ・テスト、制御ループ、状態監視など、幅広いアプリケーションに適応させることができます。

AD7768/AD7768-4 や AD7768-1 への入力を行うには、外部ドライバ・アンプが必要です。アナログ・フロント・エンドの駆動条件は、フロント・エンドのサンプリング・レートに比例します。AD7768/AD7768-4 や AD7768-1 の選択可能なプリチャージ・バッファによりフロント・エンド・ドライバ・アンプの負担を減らせるため、低電力アンプでサンプリング・レートの高いアナログ入力を駆動できます。

このアプリケーション・ノートでは、チャンネルあたり 13.25mW という低いサブシステム電力レベルで、-123.2dB の全高調波歪み（THD）を実現する方法について説明します。また、高性能ドライバ・アンプと低電力アンプの組み合わせについて、プリチャージ・バッファを援用する場合と援用しない場合を比較します。公正で有効な比較を行うため、これらのアンプは特定の電力モードで AD7768/AD7768-4 や AD7768-1 を駆動するのに最適かどうかに基づいて選択されます。例えば、高速電力モードで AD7768/AD7768-4 や AD7768-1 を駆動するために選択した広帯域幅のアンプは、中間または低電力モードでも同じように良好に機能しますが、使用するシステムによっては、必要以上に電力を消費する可能性があります。このアプリケーション・ノートで評価されたドライバ・アンプと電力モードを適切に組み合わせれば、単一のデータ・アキュイジション（DAQ）システム・プラットフォームの設計において、特定の温度域や電力の制約の中で最高の性能を実現できます。

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。※日本語版資料は 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

©2016-2019 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

アナログ・デバイセズ株式会社

本社／〒105-7323
大阪営業所／〒532-0003
名古屋営業所／〒451-6038

東京都港区東新橋 1-9-1 東京汐留ビルディング 23F
大阪府大阪市淀川区宮原 3-5-36 新大阪トラストタワー 10F
愛知県名古屋市西区牛島町 6-1 名古屋ルーセントタワー 38F

目次

はじめに.....	1	低電力モード.....	8
改訂履歴.....	2	中間電力モード.....	8
接続図.....	3	高速電力モード.....	8
回路の説明.....	5	単一の DAQ フットプリント.....	10
電力モードの選択.....	6	アンプ構成.....	11
アナログ入力構造.....	6	AD7768/AD7768-4 または AD7768-1 の構成.....	11
テスト方法.....	7	まとめ.....	12
結果.....	8		

改訂履歴

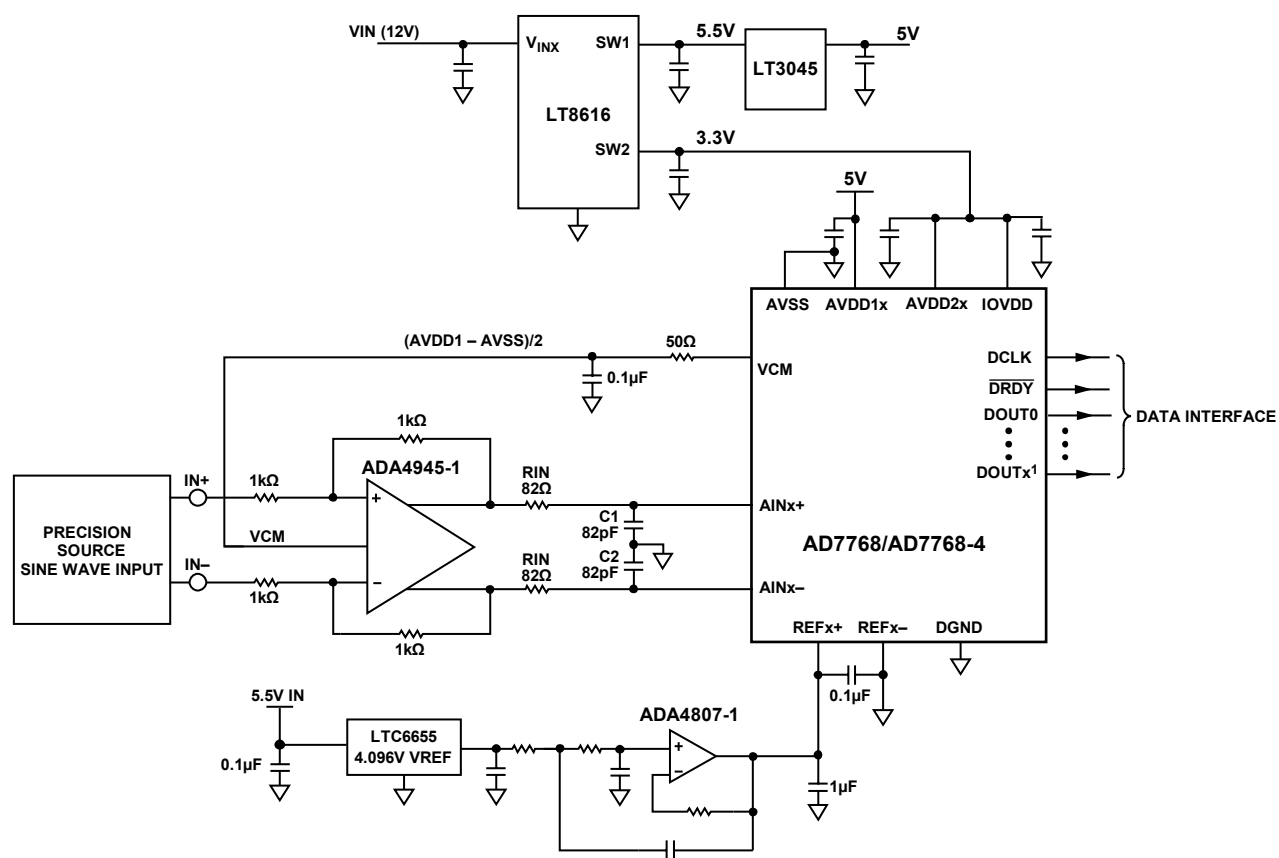
5/2019—Rev. 0 to Rev. A

Added AD7768-1	Throughout
Deleted ADA4500	Universal
Added Connection Diagrams Section.....	3
Changes to Figure 1.....	3
Added Figure 2; Renumbered Sequentially	4

Changes to Figure 2.....	4
Added Figure 3.....	6
Moved Table 5.....	9

12/2016—Revision 0: Initial Version

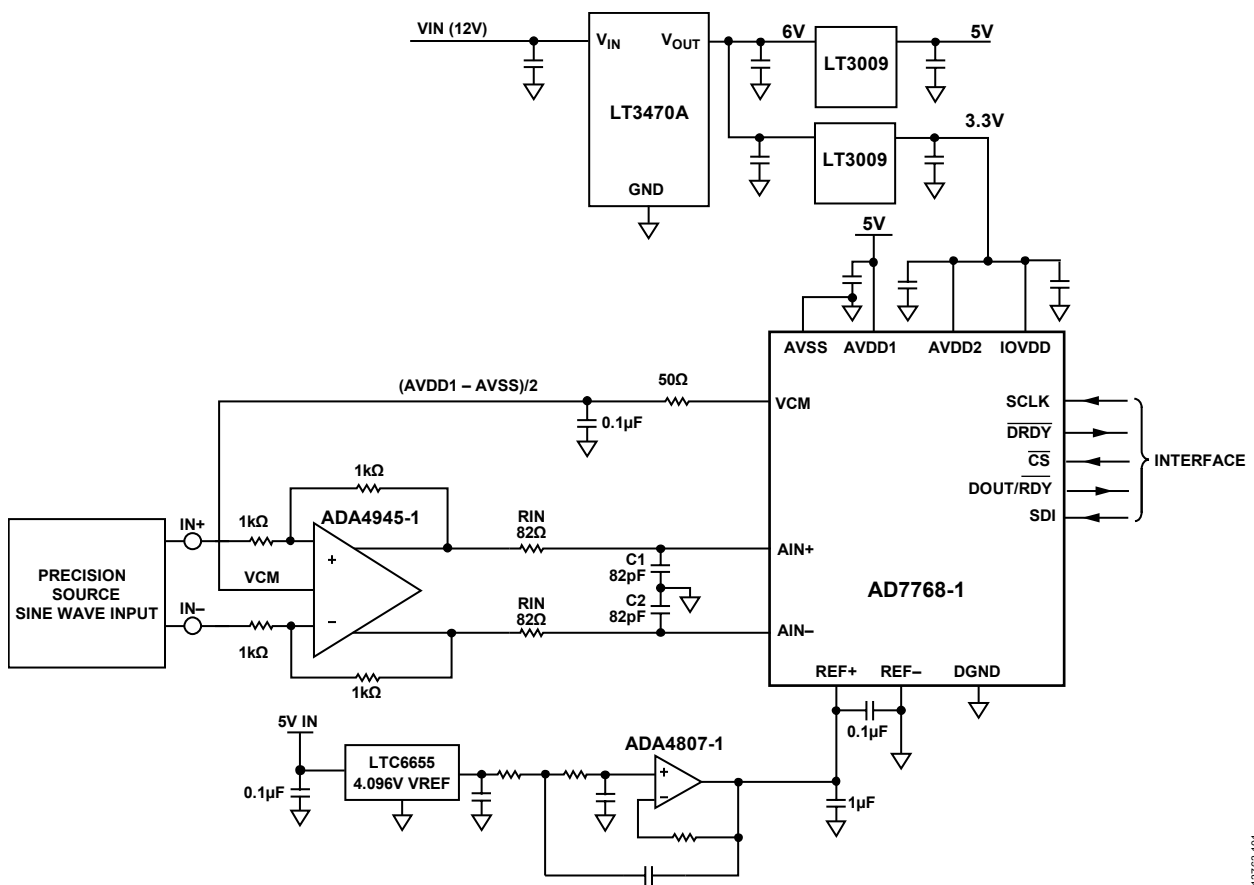
接続図



¹DOUTx IS DOUT7 ON THE AD7768 AND DOUT3 ON THE AD7768-4.

137653-001

図 1. 高速電力モードでの AD7768/AD7768-4 の代表的な接続図。ドライバ・アンプに ADA4945-1 を使用。



13763-101

図 2. 高速電力モードでの AD7768-1 の代表的な接続図。ドライバ・アンプに ADA4945-1 を使用。

回路の説明

AD7768/AD7768-4 および AD7768-1 のアンプ・テストは、[EVAL-AD7768FMCZ](#)、[EVAL-AD7768-4FMCZ](#)、[EVAL-AD7768-1FMCZ](#) や、各種アンプ・メザニン・カード (AMC) などの様々なプラットフォームを用いて実施されています。各 AMC に配置されたアンプは[アンプ構成](#)のセクションに記載します。EVAL-AD7768FMCZ、EVAL-AD7768-4FMCZ、EVAL-AD7768-1FMCZ の各評価用プラットフォームの回路図は、アナログ・デバイセズのウェブサイトにあるそれぞれの評価用ボード製品のページでダウンロードできます。これらの評価用プラットフォームでは、AMC (1 チャンネルのみ) をドライバ・アンプの入力として用いるよう構成できます。詳細については、EVAL-AD7768FMCZ、EVAL-AD7768-4FMCZ、EVAL-AD7768-1FMCZ のユーザ・ガイドを参照してください。AMC は各種アンプに配置され、アナログ・デバイセズの ADC と連動動作するように特別に設計されています。[EVAL-SDP-CH1Z](#) は、EVAL-AD7768FMCZ、EVAL-AD7768-4FMCZ、EVAL-AD7768-1FMCZ の評価用プラットフォームに接続することで、評価ソフトウェアへのインターフェースを提供します。このソフトウェアは、評価用ハードウェアに付属しています。AC 分析には、正確なオーディオ・ソースを使用しています。

AD7768/AD7768-4 や AD7768-1 の各電力モードを補完するため、テストには次のアンプが選択されています。

- 低電力モード：[ADA4805-2](#)、[ADA4841-2](#)、ADA4945-1、[ADA4940-1](#)。
- 中間モード：ADA4805-2、[ADA4807-2](#)、ADA4940-1、ADA4945-1。
- 高速電力モード：ADA4807-2、[ADA4896-2](#)、[ADA4899-1](#)、ADA4940-1、ADA4945-1。

[表 1](#) に、選択されたアンプの性能と電力の仕様を示します。これらのアンプの実際のパッケージ・サイズとオプションは異なる場合があります。

表 1. アンプの仕様

Amplifier	Features	Bandwidth (MHz)	Slew (V/μs)	Voltage Noise Density (nV/√Hz)	Current Noise Density (pA/√Hz)	Offset Voltage (μV maximum)	Offset Drift (μV/°C) ¹	Supply (V)	Power per Amplifier (mA)
ADA4899-1	Unity gain, ultralow distortion	600	310	1	2.6	230	5	5 to 12	16
ADA4896-2	Low drift, rail-to-rail output (RRO)	230	120	1	2.8	500	0.2	±3 to ±5	3.0
ADA4807-2	Rail-to-rail input/output (RRIO), low drift	180	225	3.1	0.7	125	0.7	±3 to ±5	1.0
ADA4805-2	RRO, low drift	105	160	5.9	0.6	125	0.2	±3 to ±5	0.625
ADA4940-1	RRO, differential amplifier	260	95	3.9	0.81	3.50	1.2	3 to 7	1.25 total ²
ADA4841-2	RRIO low noise and distortion	80	13	2.1	1.4	300	1	2.7 to 12	1.2
ADA4084-2	RRIO, low power	13.9	3.7	3.9	0.55	300	0.5	±1.5 to ±15	0.625
ADA4945-1	RRO, selectable modes	80 ³ , 145 ⁴	100 ³ , 600 ⁴	3.0 ³ , 1.8 ⁴	0.6 ³ , 1.0 ⁴	±115	0.5	3 to 10	1.4 ³ total ² , 4 ⁴ total ²

¹ 特に指定のない限り、値は代表値です。

² 単一チャンネルの合計電力。

³ 低電力モード (ADA4945-1 のデータシートを参照)。

⁴ フルパワー動作モード (詳細については、ADA4945-1 のデータシートを参照)。

電力モードの選択

AD7768/AD7768-4 および AD7768-1 では、低、中間、高速の 3 種の電力モードが選択できます。これらの電力モードでは、同じダイナミック・レンジを維持しながら最適な帯域幅と消費電力が選択される、AD7768/AD7768-4 または AD7768-1 の動作ポイントを選択します。

選択した電力モードをマスタ・クロック・デバイダ (MCLK_DIV) と組み合わせて使用すれば、この動作ポイントを正しく設定できます。MCLK_DIV によって、変調器を駆動する周波数が決定されます。次に、変調器の出力がデシメーションされ、最終出力レート (ODR) が決定します。推奨される変調器の周波数 (f_{MOD}) の範囲を表 2 に示します。

表 3 では、消費電力が速度と帯域幅に比例することを示します。

AD7768/AD7768-4 および AD7768-1 で使用できる基本的なフィルタ・オプションには、sinc フィルタおよび有限インパルス応答 (FIR) フィルタの 2 種類があります。AD7768/AD7768-4 あるいは AD7768-1 で用いられる FIR フィルタおよび広帯域フィルタのフィルタ・タイプ、トポロジ、特性は同じである点に注意してください。

アナログ入力構造

図 3 に、AD7768/AD7768-4 および AD7768-1 のアナログ入力構造を示します。アナログ入力プリチャージ・バッファは、チャンネルごとに有効化できます。アナログ入力プリチャージ・バッファは、有効化されると最初のサンプリング期間でサンプリング・コンデンサに電荷を供給し、サンプリング・コンデンサをセトリングするために必要な電流を一括して担います。残りの電荷は外部アンプによって駆動されます。このアンプは、サンプリング・コンデンサのより精細な最終セトリングを担い、高精度の結果を実現します。

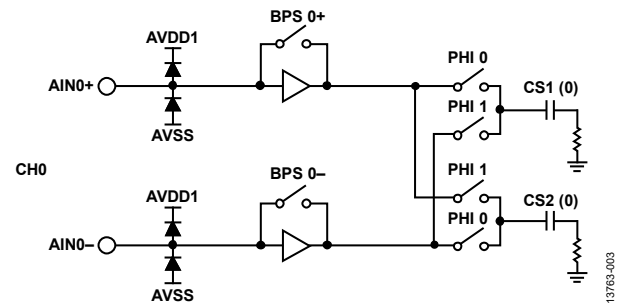


図 3. アナログ入力構造

プリチャージ・バッファは、最高速のサンプリング・レートで 5V の入力に対して、アンプからの入力電流を 320 μ A から約 25 μ A に低減します。アナログ入力構造の詳細については、AD7768/AD7768-4 および AD7768-1 のデータシートを参照してください。

図 4 に AMC ボード、図 5 に AD7768/AD7768-4 および AD7768-1 の評価用ボードに接続された ADA4807-2 AMC を示します。

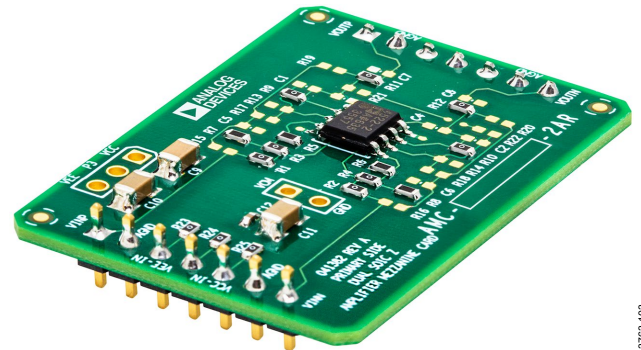


図 4. AMC ボード

表 2. 推奨される f_{MOD} の範囲

Power Mode	Typical MCLK_DIV		Recommended f_{MOD} (MHz)
	AD7768/AD7768-4	AD7768-1	
Low	MCLK/32	MCLK/16	0.036 ¹ to 1.024
Median	MCLK/8	MCLK/4	1.024 to 4.096
Fast	MCLK/4	MCLK/2	4.096 to 8.192

¹ AD7768-1 に推奨される f_{MOD} は、0.038MHz です。

表 3. AD7768/AD7768-4 および AD7768-1¹ の電力モード

Power Mode	Typical Speed (kSPS)	FIR ²			Sinc Filter		
		Bandwidth (kHz)	Power (mW)		Bandwidth (kHz)	Power (mW)	
			AD7768/AD7768-4	AD7768-1		AD7768/AD7768-4	AD7768-1
Fast	256	110.8	51.5	36.8	52.2	41	26.4
Median	128	55.4	27.5	19.7	26.1	22	14.4
Low	32	13.8	9.375	6.75	6.5	8.5	5.4

¹ 消費電力を決定するために用いた構成の詳細については、AD7768 のデータシートおよび AD7768-1 のデータシートを参照してください。

² FIR または広帯域フィルタ。

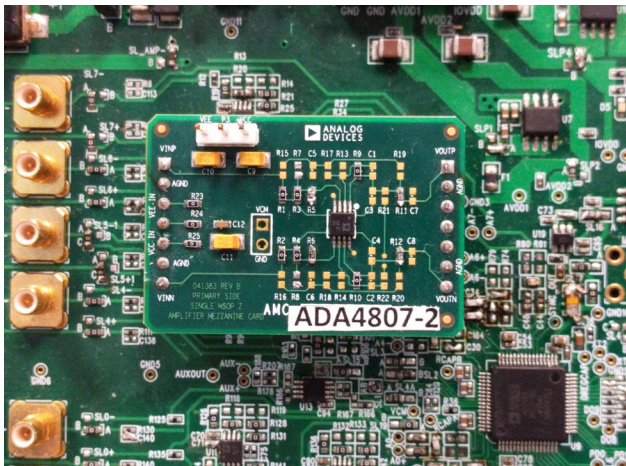


図 5. EVAL-AD7768FMCZ での ADA4807-2 AMC のセットアップ

テスト方法

AD7768/AD7768-4 または AD7768-1 の広帯域フィルタは、アンプのテスト時に使用します。広帯域フィルタには、カットオフ周波数が $0.433 \times \text{ODR}$ のブリック・ウォール・フィルタ応答があります。 $\pm 0.005\text{dB}$ という通過帯域リップルにより、周波数領域の測定が可能になり、駆動アンプの性能と入力周波数の関係を決定的にできます。 $\text{sinc}5$ デジタル・フィルタの帯域幅は $0.2 \times \text{ODR}$ で、ダイナミック・レンジは -3dB 向上しますが、これらの比較テストでは考慮しません。

アンプ出力と ADC 入力の間には、抵抗/コンデンサ (RC) ネットワークがあります。図 6 に、ほとんどのアンプ・ペアリングに対し AD7768/AD7768-4 および AD7768-1 で使用される代表的な RC ネットワークを示します。RC ネットワークでは、様々なタスクが実行されます。C1 と C2 は、ADC に対する電荷供給源であり、サンプリング・コンデンサへの高速の充電電流を ADC に供給します。

コンデンサ C3 は、AINx+入力と AINx-入力間のコモンモード誤差を除去します。これらのコンデンサを R_{IN} 抵抗と組み合わせることで、入力の切り替えに関連するグリッチを除去します。また、この入力抵抗は、コンデンサで大きな負荷を駆動する場合にアンプを安定させ、発振からアンプを保護します。

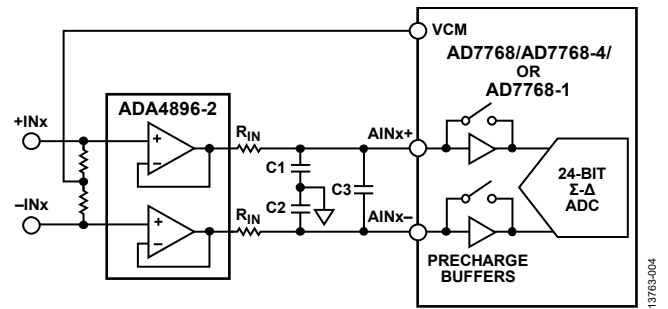


図 6. RC ネットワークの一般的な入力構造

各 RC アンチエイリアス・ネットワークの特定の詳細については、[アンプ構成](#)のセクションで説明します。目標のカットオフ周波数 (f_c) は、低、中間、高速の電力モードでそれぞれ 6MHz、12MHz、24MHz です。各電力モードで f_c がほぼ同じになるように、標準の抵抗とコンデンサの値を選択しました。

表 4 に、高速電力モードでデータを収集するために選択した R_{IN} 抵抗、C1、C2、C3 の組み合わせを示します。高速で電力の大きいアンプほど、ADC 入力で素早くグリッチをセトリングします。容量性負荷を駆動する場合、ADA4807-2 などの低電力アンプでは、入力の変化による発振を防止するため、ADA4896-2 などの高電力アンプより大きな R_{IN} 値が必要になります。高速電力モードでは、特に低電力アンプの場合に、変調器の切り替えによる影響が更に大きくなります。プリチャージ・バッファが有効化されている場合は、値のより小さな入力抵抗を使用できます。プリチャージ・バッファが有効化されていると、変調器の切り替わりの影響を低減できるため、歪みのより小さなシステムを実現できます。

表 4. 高速電力モードの RC アンチエイリアス・フィルタ・ネットワークの例

Amplifier	R_{IN} (Ω)	C1, C2 (pF)	C3 (pF)
ADA4899-1	5.1	270	680
ADA4896-2	10	100	270
ADA4807-2	62	120	Not inserted
ADA4805-2	82	100	Not inserted

結果

低電力モード

低電力モードでは、広帯域デジタル・フィルタを使用すると、32kSPS の ODR および 12.8kHz の帯域が実現します。表 5 に、選択したアンプの低電力モードでの S/N 比 (SNR)、THD、信号／ノイズ+歪みの比 (SINAD) を示します。入力信号は周波数 1kHz のサイン波で、フルスケールからの減水量は -0.5dB になります。プリチャージ・バッファが有効の場合と無効の場合の値を示します。

表 5 では、テストされた各アンプの性能と消費電力を効率順に並べ替えて示します。電力 (mW) は、1 つの差動チャンネルでの駆動アンプの消費電力です。プリチャージ (mW) 消費電力は、特定のサンプリング・レートの差動チャンネルで有効化されている 2 つのプリチャージ・バッファの電力です。合計 (mW) は、駆動アンプとプリチャージ・バッファ (有効な場合) の電力です。

6.5mW の消費電力で 106.5dB の SINAD を実現するには、ADA4805-2 でプリチャージ・バッファを無効にするのが最も有効なソリューションです。ADA4841-2 は 106.9dB の SINAD で性能が最高になり、チャンネルあたり 13.5mW の電力が必要です。同じ消費電力では、ADA4841-2 の THD は ADA4940-1 よりも約 -9dB 向上します。一般に、これらの低電力アンプは、AD7768/AD7768-4 あるいは AD7768-1 を低電力モードで容易に駆動できます。

前に説明した ADA4805-2 および ADA4841-2 の場合、DAQ システム設計者が直面する、消費電力とシステム性能の間のトレードオフが強調されます。このトレードオフは表 5、表 6、表 7 に示すとおり、すべての電力モードで明白です。

ADA4805-2 でプリチャージ・バッファを無効にすることが、低電力モードで推奨されるアンプのペアリングです。消費電力に関しては、このようなアンプと ADC を組み合わせることで、DAQ システム設計における熱に関する制約事項を満たすことができます。アンプと AD7768/AD7768-4 あるいは AD7768-1 の合計消費電力は、チャンネルあたりわずか 15.875mW です。AD7768-1 を低電力モードで駆動するために ADA4805-2 を用いた場合、合計消費電力はわずか 13.25mW になります。

中間電力モード

中間電力モードでは、広帯域フィルタを使用すると、51.2kHz の帯域幅で 128kSPS の ODR が実現します。フルスケールからの減衰量が -0.5dB で、周波数が 1kHz のサイン波信号が入力として適用されます。表 6 は効率順に表示されています。

プリチャージを有効化した ADA4805-2 では、106.7dB の SINAD で性能が最高になり、チャンネルあたり 11.6mW が必要です。これらの値は、アンプに 6V の単電源を使用した場合の結果です。ADC およびドライバ・アンプの両方で 5V 単電源レールを用いる方が利点が多い場合は、ADA4945-1 が最適な選択となります。この場合、このアンプは 2 種類の電力モードが可能で、アンプの低電力モードを用いることで ADC の中間電力モードとの良好な相性を実現できます。

プリチャージ・バッファの利点を表 6 の THD の結果に示します。ADA4805-2 でプリチャージ・バッファを無効にすることが、6.9mW の消費電力では有効なソリューションです。プリチャージ・バッファが有効化されている場合、THD の改善はほぼ 8dB に達します。

通常、十分な電力と帯域幅を備えたアンプをプリチャージ・バッファと併用する場合、プリチャージ・バッファによる性能の向上はわずかです。低電力、狭帯域幅のアンプでは実行が難しい電力モードにおいて、プリチャージ・バッファの実際のメリットが明白になります。

中間モードで推奨されるアンプは、プリチャージ・バッファを有効にした ADA4805-2 です。この場合、ADA4805-2 および AD7768/AD7768-4 の両方で消費される電力の合計は、チャンネルあたり 39.6mW です。中間電力モードで AD7768-1 と ADA4805-2 を組み合わせた場合の消費電力は 31.3mW です。

高速電力モード

高速電力モードでは、広帯域フィルタを使用すると、102.4kHz の帯域幅で 256kSPS の ODR が実現します。表 7 に、プリチャージを使用した場合と使用しない場合でテストされた各アンプの性能と消費電力を効率順に示します。

高速電力モードの AD7768/AD7768-4 あるいは AD7768-1 では、プリチャージ・バッファの利点を最大限に活用できます。プリチャージ・バッファを使用することで、高速電力モードで変調器のレートが高い場合でも、高い性能が実現できます。すべてのアンプの THD 性能を増加させることが、プリチャージ・バッファの利点です。ADA4807-2 は、プリチャージ・バッファを有効にした場合に THD 性能が最も向上します。

プリチャージ・バッファを無効にした ADA4940-1 が、14.4mW の消費電力で効率的なソリューションになります。ただし、この結果を得るには、性能を若干犠牲にする必要があります。高速電力モードで電力を節約するには、ADA4940-1 アンプを推奨します。ADA4940-1 と AD7768/AD7768-4 または AD7768-1 の合計消費電力は、チャンネルあたり 65.9mW です。

構成可能な汎用 DAQ システムの設計では、ADA4896-2 が 3 つのすべての電力モードにおいて優れた性能を示します。ただし、DAQ システム全体の消費電力に制限がある場合は、表 5 および表 6 に示す低電力アンプの一部が、それぞれ低電力と中間電力モードで、より効率的なソリューションを提供できます。

差動アンプが必要な場合は、ADA4945-1 ADC ドライバを使用することを推奨します。このアンプは 2 つの電力モードが使用できます。そのため、AD7768/AD7768-4 あるいは AD7768-1 で利用可能な電力モードでこのアンプを用いると、特定の電力バジェットに対し設計を最適化できます。

表 5. 低電力モードでの性能と電力の関係

Amplifier	Precharge Buffer	Power (mW)	Precharge (mW) ¹	Total (mW)	SNR (dB)	THD (dB)	SINAD (dB)
ADA4805-2	Disabled	6.50	Not applicable	6.5	106.9	-123.2	106.8
ADA4841-2	Disabled	13.45	Not applicable	13.5	107.0	-129.7	106.9
ADA4940-1	Disabled	13.53	Not applicable	13.5	107.0	-121.0	106.8
ADA4841-2	Enabled	13.38	1.31	14.7	106.9	-131.1	106.8
ADA4940-1	Enabled	13.56	1.31	14.9	106.5	-122.3	106.3
ADA4945-1 ²	Disabled	18.45	Not applicable	18.45	106.7	-114.8	106.2
ADA4945-1 ²	Enabled	18.35	1.31	19.66	107.0	-115.2	106.5

¹ プリチャージ・バッファのチャンネルあたりの消費電力。² ADA4945-1 の低電力モード。

表 6. 中間消費電力モードでの性能と電力の関係

Amplifier	Precharge Buffer	Power (mW)	Precharge (mW) ¹	Total (mW)	SNR (dB)	THD (dB)	SINAD (dB)
ADA4805-2	Disabled	6.91	Not applicable	6.9	106.4	-120.8	106.2
ADA4805-2	Enabled	6.87	4.75	11.6	106.7	-128.5	106.7
ADA4940-1	Disabled	13.86	Not applicable	13.9	106.3	-120.7	106.1
ADA4940-1	Enabled	13.37	4.75	18.2	106.0	-121.6	105.8
ADA4945-1 ²	Disabled	18.8	Not applicable	18.8	106.7	-117.7	106.4
ADA4945-1 ²	Enabled	18.3	4.75	23.05	106.6	-117.3	106.3
ADA4807-2	Disabled	28.01	Not applicable	28.0	106.6	-125.8	106.5
ADA4807-2	Enabled	27.67	4.75	32.4	106.1	-128.6	106.1

¹ プリチャージ・バッファのチャンネルあたりの消費電力。² ADA4945-1 の低電力モード。

表 7. 高速消費電力モードでの性能と電力の関係

Amplifier	Precharge Buffer	Power (mW)	Precharge (mW) ¹	Total (mW)	SNR (dB)	THD (dB)	SINAD (dB)
ADA4940-1	Disabled	14.36	Not applicable	14.4	105.4	-114.5	105.0
ADA4940-1	Enabled	13.4	9.3	22.7	105.2	-120.4	105.1
ADA4807-2	Disabled	28.38	Not applicable	28.38	105.1	-105.7	102.6
ADA4945-1 ²	Disabled	30.5	Not applicable	30.5	105.9	-116.6	105.6
ADA4896-2	Disabled	36.94	Not applicable	36.9	106.7	-118.0	106.5
ADA4807-2	Enabled	27.78	9.3	37.08	104.9	-123.7	104.8
ADA4945-1 ²	Enabled	29.65	9.3	38.95	106.0	-120.7	105.8
ADA4896-2	Enabled	36.35	9.3	45.7	106.5	-130	106.4
ADA4899-1	Disabled	378.12	Not applicable	378.1	106.8	-117.9	106.5
ADA4899-1	Enabled	377.16	9.3	386.5	106.8	-120.9	106.6

¹ プリチャージ・バッファのチャンネルあたりの消費電力。² ADA4945-1 のフルパワー動作モード。

単一の DAQ フットプリント

表 5 の結果は、ADA4805-2 が AD7768/AD7768-4 および AD7768-1 を用いてテストされた電力効率の高いフロント・エンドの組み合わせであることを示しています。ADA4805-2 は、電力条件およびデータシート仕様を満たすのに役立ちます。電力スケールとプリチャージ・バッファを組み合わせると、DAQ のフットプリントで消費電力を最小限に抑えることができます。図 7 に、低電力 DAQ のフットプリントの例を示します。

表 8 に、AD7768 の単一 DAQ フットプリントでの合計消費電力を記載します。

表 8 に示す ADC 電力仕様は、5V AVDD1x、2.5V AVDD2x、IOVDD、32.768MHz MCLK、および広帯域フィルタを用いた場合のもので、32 でデシメーションされます。

表 8 の低電力モードおよび中間電力モードの合計ドライブ条件は、6V と 10V の電源を使用する 8 チャンネル ADC を対象にしています。

リファレンスとリファレンス・バッファの消費電力は、6V の電源レールで動作する ADR444 および ADA4841-1 を対象にしています。

図 7 に、AD7768 の 8 チャンネルに対する最小フォーム・ファクタを示します。フォーム・ファクタには、AD7768、8 個の ADA4805-2、ADR444、ADA4841-1、3 個の ADP7118 低ドロップアウト (LDO) レギュレータが含まれます。8 チャンネルのアクイジション・システムは、49.4 mm × 64.1 mm のプリント回路基板 (PCB) で実現でき、合計消費電力は 148.6mW となります。広い帯域幅が必要な場合は、高出力 DAQ モジュールで同様のサイズのフットプリントを使用できます。

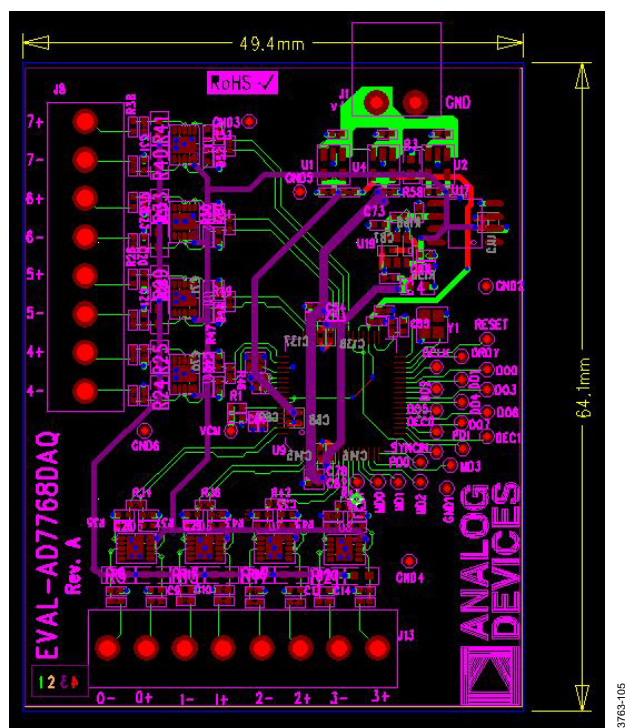


図 7. AD7768 および ADA4805-2 の DAQ フットプリント例

表 8. 単一の DAQ フットプリントの合計消費電力

Power Mode	8-Channel ADC (mW)	Total Drive Requirements (mW)	Reference Buffer (mW)	Total Power (mW)	Power per Channel (mW)
Low Power (6V Amplifier Supply, Precharge Buffers Disabled)	75	52	29.1	156.1	19.5
Low Power (10V Amplifier Supply, Precharge Buffers Disabled)	75	99.8	29.1	203.9	25.5
Median Power (10V Amplifier Supply, Precharge Buffers Enabled)	260	106.5	29.1	395.6	49.4

アンプ構成

図 8 に、代表的なアンプ構成を示します。ただし、完全差動アンプの ADA4940-1 および ADA4945-1 は例外です。ADA4899-1 では、ゲイン 1 で動作する場合に安定性を高めるため、非反転入力で 25Ω の抵抗が必要になります（図 8 には記載なし）。

AD7768/AD7768-4 または AD7768-1 の構成

AD7768/AD7768-4 および AD7768-1 のセットアップは次のとおりです：IOVDD = 3.3V、AVDD1x および AVDD2x = 5V、AD7768/AD7768-4 の MCLK = 32.768MHz、AD7768-1 の MCLK = 16.384MHz、VREF = 4.096V、広帯域フィルタ、プリチャージ・リファレンス・バッファは無効、アナログ入力プリチャージ・バッファは有効/無効、すべてのチャンネルは有効、チョッピング周波数 (f_{CHOP}) = f_{MOD} は 32 でデシメーション。

使用した評価用ボードは、EVAL-AD7768FMCZ、EVAL-AD7768-4FMCZ、EVAL-AD7768-1FMCZ です。

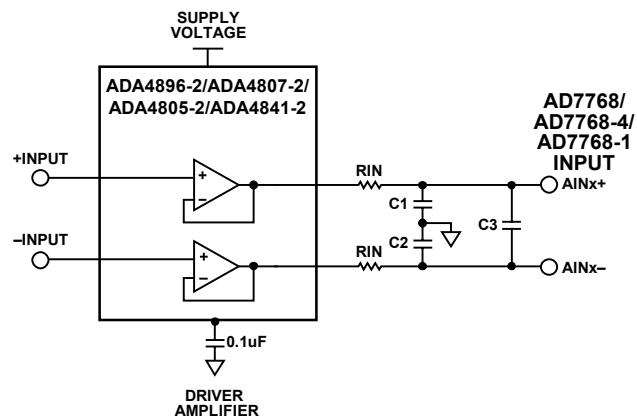


図 8. 代表的な駆動アンプの構成

表 9. 各消費電力モードでのアンプの構成

Amplifier	Power Mode	RIN (Ω)	C1, C2 (pF)	C3 (pF)	f_c (MHz)	Supply Voltage (V)
ADA4899-1	Fast	5.1	270	680	19.1	-4 and +8
ADA4896-2	Fast	10	100	270	24.9	0 and 8
ADA4807-2	Fast	62	120	Do not insert	21.4	0 and 6
	Median	62	220	Do not insert	11.7	0 and 6
ADA4940-1	Fast	82	68	Do not insert	28.5	0 and 5
	Median	33	56	180	11.6	0 and 5
	Low	33	120	330	6.2	0 and 5
ADA4805-2	Fast	82	100	Do not insert	19.4	0 and 6
	Median	82	220	Do not insert	8.8	0 and 6
	Low	82	470	Do not insert	4.1	0 and 6
ADA4841-2	Low	33	120	330	6.2	0 and 6
ADA4084-2	Low	82	470	Do not insert	4.1	0 and 6
ADA4945-1	Fast ¹	82	82	Do not insert	23.7	0 and 5
	Median ²	82	120	Do not insert	16.2	0 and 5
	Low ²	82	470	Do not insert	4.1	0 and 5

¹ ADA4945-1 のフルパワー動作モード。

² ADA4945-1 の低電力モード。

まとめ

このアプリケーション・ノートにより、システムの帯域幅、性能条件、電力制約を考慮した上で、AD7768/AD7768-4 あるいは AD7768-1 の $\Sigma\Delta$ ADC をベースとする DAQ システム設計でのアンプの選択を簡単なものにできます。AD7768/AD7768-4 あるいは AD7768-1 は、AC 信号と DC 信号の両方のアキュイジションに適しており、DC から 110kHz までの帯域幅に適用できるよう詳細にカスタマイズできます。その結果、これらの ADC は幅広いアプリケーションに適したものとなります。システム設計者は、選択された電力モードとデシメーション・レシオを変更することで、消費電力とノイズ性能の両方に必要な動作ポイントに対応できます。適応型であることが必要なシステムでは、電力モードとデシメーション・レシオをソフトウェアで設定できます。このアプリケーション・ノートに記載された情報は、DAQ 設計を最適化して、重要な設計課題に対応するための開始点として役立てることができます。

更に複雑なフロント・エンド・フィルタでは、必ずしも与えられたすべてのノイズ指数が帯域幅制限を受けるわけではないため、特定の帯域幅の結果を向上できる可能性があります。切り替え入力構造では、特に高速電力モードで帯域幅の広いアンプが必要になります。これらのドライバ・アンプは、次の変調器のサンプリングの前に、高速の切り替えトランジェントの影響をセトリングするために必要です。プリチャージ入力バッファ

を使用すると、アンプの消費電力を削減できる場合があります。一般的に、プリチャージ・バッファを有効にすると、THD が向上します。プリチャージ・バッファによりアナログ入力電流を削減でき、また、入力電圧に対するアナログ入力電流の依存性を低減するのに役立ちます。そのため、プリチャージ・バッファは、入力 RC フィルタの RIN 抵抗両端における電圧降下によって生じる誤差を低減します。

ここで説明したソリューションは、システム電力の条件、性能の条件、単電源動作ごとに選択できます。

これらの電力、性能、電源の各条件に最適なドライバ・アンプは、次のとおりです。

- ADA4805-2 は、特に低電力モードで、低消費電力用に適しています。
- ADA4945-1 は単電源動作に適しています。また、これは、AD7768/AD7768-4 あるいは AD7768-1 を駆動する場合に推奨される完全差動アンプです。
- 高速電力モードでは、ADA4896-2 が最高の性能を発揮しますが、ADA4899-1 ほど電力を消費しません。
- ADA4896-2 あるいは ADA4945-1 も汎用の DAQ モジュールにも適しており、3 つの電力モードすべてに対応できます。