



回路ノート CN-0296



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/CN0296> をご覧ください。

使用したリファレンス・デバイス

ADAU1761	オーディオ・コーデック、SigmaDSP®、ステレオ、低消費、96kHz、24ビット、PLL内蔵
SSM2518	デジタル入力ステレオ、2W、クラスDオーディオ・パワーアンプ

低コスト、高性能サウンドバー・システム

評価および設計サポート

回路評価ボード

CN-0296 回路用ボード (EVAL-CN0296-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、入力としてアナログのステレオ・オーディオ信号を受け取り、チャンネルごとに個別に信号処理を実行し、最大8チャンネルのオーディオ出力が可能な、低コスト、高性能サウンドバー・システムです。この回路は小型のドッキング・ステーションや携帯型メディア・デバイスに最適で、オーディオ品質を損なうことなく、低消費電力と高効率動作を実現します。また、追加部品なしでヘッドフォンをドライブすることもできます。ADAU1761は低消費電力のステレオ・オーディオ・コーデックで、SigmaDSP®デジタル信号処理機能を内蔵しています。2本のオーディオ・チャンネルを受け取る2個のADCを備えており、内蔵されているSigmaDSP®コアを使ってデジタル信号処理を行うことができます。

SigmaDSPプロセッサはオーディオ・アプリケーション向けに最適化されており、開発もGUIで使いやすく、開発期間短縮にも貢献する開発用ソフトウェアSigmaStudioを使ってプログラムします。ADAU1761はシリアル・インターフェースから、最大8チャンネルのデジタル・オーディオ・データを出力することができます。ADAU1761は、ボリューム・コントロール、イコライゼーション、フィルタリング、スピーカ構成の特性に合わせて調整した空間音響効果など、チャンネルごとに異なるオーディオ信号を処理することができます。この回路でADAU1761でアナログ・オーディオに対して信号処理を行い、デジタルに変換し、後段のSSM2518パワー・アンプをドライブします。

SSM2518はデジタル入力のクラスDオーディオ・パワーアンプで、2チャンネルのオーディオを4Ωの負荷に対して、それぞれ2Wで連続出力することができます。SSM2518のチャンネル・マッピング機能により、インターフェースで利用可能なものの中から特定のチャンネルを選択して出力することができるのでサラウンド・アプリケーションに最適です。

回路の説明

回路には2つの部分から構成されています。1つ目はオーディオ入力およびデジタル信号処理部分で、ADAU1761によって構成されています。2つ目は出力アンプ段で、SSM2518によって構成されています。

オーディオ入力および処理

ADAU1761の入力経路は、2チャンネルのシングルエンドまたは差動オーディオ信号を同時に受け取ることができます。入力はADAU1761のsigmaDSPコアに送られて処理されます。オーディオ信号経路と処理アルゴリズムはアナログ・デバイス社のSigmaStudio開発用ソフトウェアを使って作成します。SigmaStudioに含まれる豊富なライブラリを使って、様々な異なる処理ブロックをオーディオ信号経路に追加することができます。デバイスに作成したソフトウェアをプログラミングすれば、音量制御、イコライザ、フィルタなどの異なるブロックをユーザーが完全に制御できるようになります。設計者はわかりやすいGUIを使って、短時間でアルゴリズムや構成をテスト・デバッグすることができます。

クラスD出力アンプ

SSM2518クラスDオーディオ・パワーアンプはシリアルのデジタル・データを受け取り、D/A変換を行い、スピーカをドライブします。各SSM2518は4Ωのスピーカを2チャンネルそれぞれ2Wの連続電力でドライブすることができます。この回路はSSM2518を4個使用し、8チャンネルのオーディオを出力可能です。チャンネル・マッピング機能により、各SSM2518はTDMで送られてくるマルチチャンネルの中から、2チャンネルを選択して出力することができます。この機能により、それぞれのSSM2518が異なるチャンネル選んで出力することができます。

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。

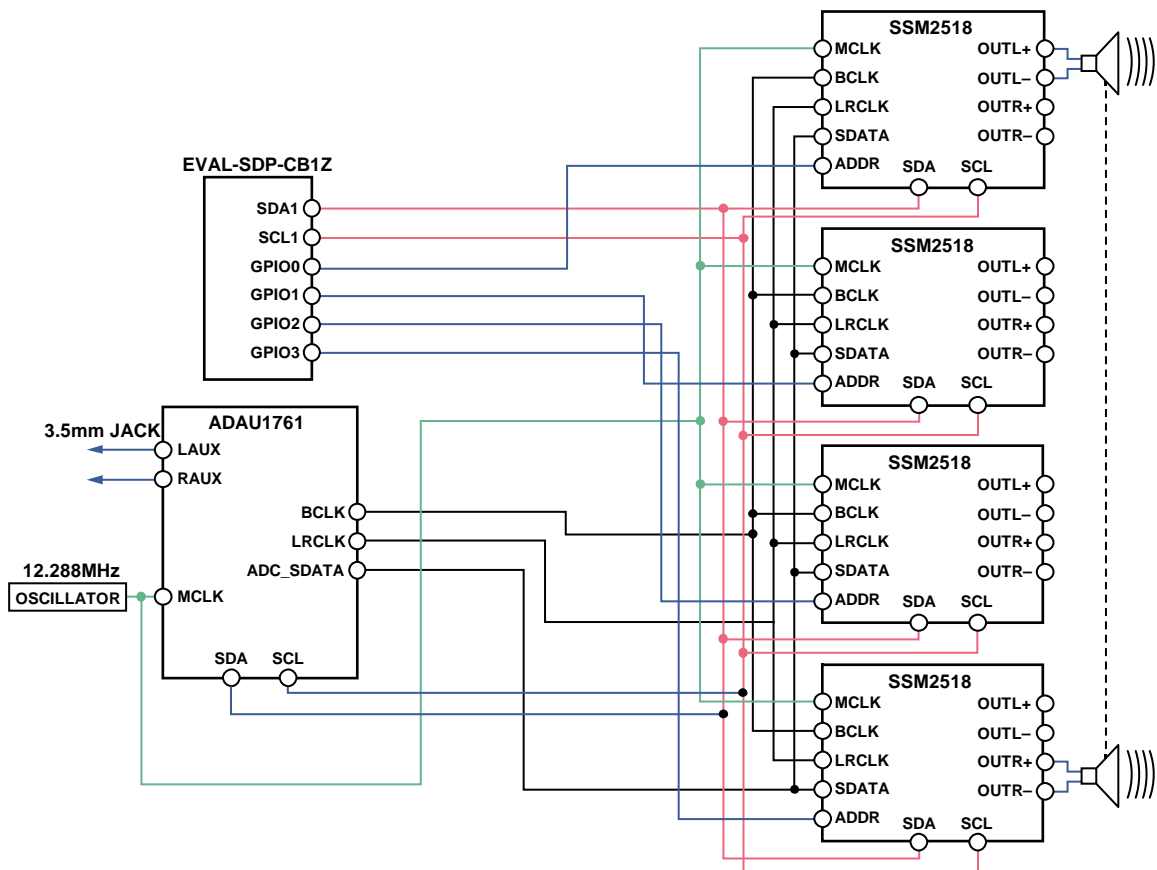


図 1. ADAU1761 と SSM2518 を使ったサウンドバー・システム (簡略回路図: 全ての接続とデカップリングは示されていません)

I²C アクセスおよびコンフィギュレーション・レジスタ

ADAU1761 と SSM2518 は両方とも内部レジスタを備えており、正しく動作するように設定する必要があります。マイクロコントローラまたはホストが I²C インターフェースを使ってデバイスのレジスタを設定します。SSM2518 はアドレス・ピンを備えており、I²C バス上で 2 個のデバイスだけに固有アドレスを持たせることができます。4 個の SSM2518 のうち、1 個の ADDR ピンをハイにし、他の 3 個をロー・レベルに保つことにより、または 1 個をローに保って他をハイにする方法で設定します。これで、固有アドレスを持つデバイスはバス上で通信可能な状態に設定されます。この手順を他の 3 個のデバイスに対して繰り返します。アドレス制御は、アドレス・ピンのロジック・レベルを制御するシステム・コントローラによって行うことができます。

シリアル・データ・インターフェース

シリアル・データ・インターフェースは I²S または TDM 互換のデータ・ストリームを使ってオーディオ信号を送ります。送信される信号は、ビット・クロック (BCLK)、フレーム・クロック (LRCLK)、およびデータ (SDATA) です。ADAU1761 はマスタとして設定されるので、SSM2518 に送られる BCLK、LRCLK および SDATA の発信源となります。正しく動作するには、デバイスに同期用のマスタ・クロック MCLK が必要です。一般に、マスタには 12.288 MHz の水晶発振器が使用されます。ADAU1761 と SSM2518 に内蔵されている周波数マルチプライヤ/デバイダが各々に必要な内部クロックを生成します。クロックと信号ラインに対しては、基板レイアウトに対する注意事項を守る必要があります。クロックと信号の完全性を維持するには、ADAU1761 と SSM2518 の入力容量を考慮に入

れる必要があります。負荷の影響を避けるためバッファが必要になる場合があります。

シリアル・データ信号は、各オーディオ・フレームに 2 本、4 本、または 8 本のオーディオ・チャンネルを載せることが可能です。それぞれ I²S、TDM-4、または TDM-8 として設定されます。

出力ノイズ電圧と信号対ノイズ比性能

出力のノイズ電圧を測定するには、入力をグラウンドに接続するか、または適切なインピーダンスで終端して、アンプの出力のところで出力電圧を測定します。電圧の測定は A-weighting フィルタを使用して 22 Hz ~ 22 kHz の帯域幅で行います。8 チャンネル全てで測定した平均ノイズは 66 μ V rms です。2 W 出力および 4 Ω 負荷を規準にした S/N 比は全てのチャンネルで 90 dB を超えます。

出力電力と歪み性能

出力電力と THN+N は、純粋な正弦波トーンを入力し、オーディオ・アナライザを使ってアンプの出力のところで測定します。

入力として 1 kHz の正弦波を使うとき、回路は十分な性能を示し、図 2 に示すように 2W の定格出力電力での THD+N は 1% 未満です。

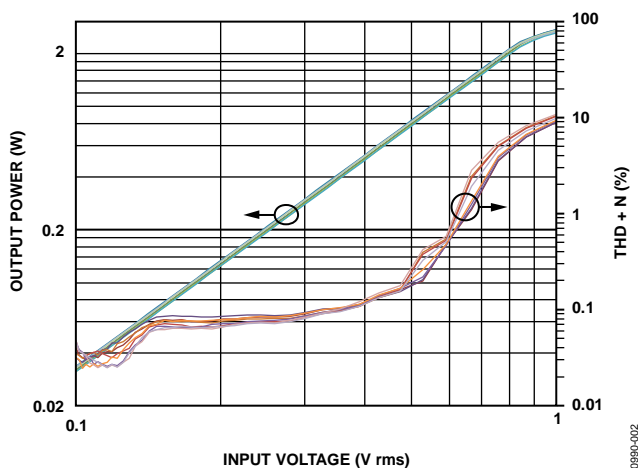


図 2. 出力電力および THD+N 対入力電圧

周波数応答性能

周波数応答は、固定電圧レベルで純粋な正弦波を入力に加え、周波数を 20 Hz～20 kHz のオーディオ周波数帯にわたって掃引して測定します。電圧を出力で測定し、1 kHz のリファレンス・レベルと比較します。出力電力は 1 kHz で 2 W に設定します。異なる周波数での出力の変化は±0.5 dB 未満であることをデータが示しています。図 3 に示すように、THD+N も全周波数帯で 1% 未満です。

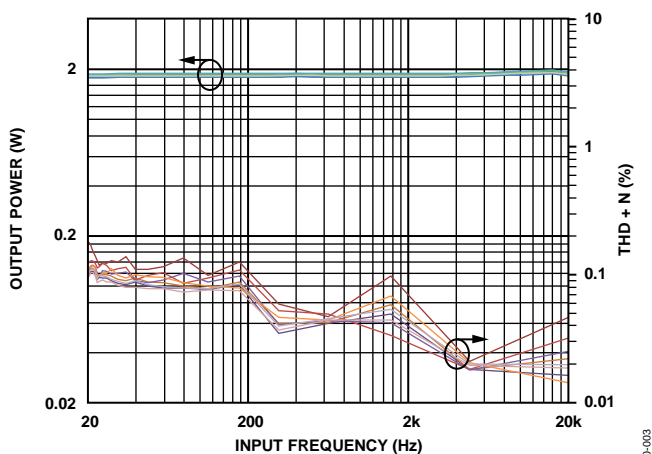


図 3. 出力電力および THD+N 対入力周波数

バリエーション回路

この回路は、TDM をサポートする PS/シリアル・データ・ポートを備えた別の SigmaDSP プロセッサを使って設定することもできます。アプリケーションやユーザーの要件によっては、ADAU1761 の代わりに、AD1940、AD1941、ADAU1401A、ADAU144x、および ADAU170x ファミリーなどのデバイスを使うことができます。これらのデバイスは全てシリアル・データ出力と 8 チャンネル TDM のサポートを備えていて、メモリ・サイズ、処理能力、および入力/出力インターフェースが異なります。ADAU1461 は ADAU1761 と機能は同じですが、車載アプリケーション用認定品です。

ADAU1761 はアナログ差動オーディオ信号も受け取ることができ、デジタル信号処理をしてアンプへ出力します。ユーザーが 2 チャンネルないし 4 チャンネルしか必要としない場合、

一方の SSM2518 を外し、レジスタ設定を変更して、回路を改造することができます。SSM2518 に代えて SSM2519 と SSM2529 を使用することができます。両方とも TDM サポート付きのデジタル入力のクラス D アンプですが、出力チャンネルは各 1 本のみです。

回路の評価とテスト

必要な装置

CN-0296 回路評価ボード (EVAL-CN0296-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)

5 V @ 4 A DC 電源

PC (Windows 32 ビットまたは 64 ビット)

Audio Precision の SYS-2722 オーディオ・アナライザまたは同等品

Audio Precision の AUX-0025 フィルタまたは同等品

Audio Precision の AP2700 コントロール・ソフトウェア

4 Ω/8 Ω スピーカまたはダミー負荷

ソフトウェアのインストール

評価キットには自己インストール型ソフトウェアの CD が付属しています。このソフトウェアは Windows XP (SP2)、Vista (32 ビットと 64 ビット) および Windows 7 (32 ビットと 64 ビット) で使用できます。セットアップ・ファイルが自動的に実行されない場合は、CD に収められている setup.exe ファイルを実行します。

評価ボードと SDP ボードを PC の USB ポートへ接続する前に評価用ソフトウェアをインストールして、評価ボードを PC へ接続したとき評価ボードが確実に認識されるようにします。このソフトウェアにより、シリアル・インターフェースを完全に設定することができます。正しく動作するには、マスタとスレーブの設定が整合していることが重要です。

電源要件

評価ボードには 5 V DC 電源から給電する必要があります。8 チャンネル全てがそれぞれ定格電力を出力できるように、電源は少なくとも 4 A 供給できるようにすることを推奨します。評価ボードの LDO は部品に必要な電源を提供するのに使われます。

機能ダイアグラム

テスト・セットアップの機能ダイアグラムを図 4 に示します。テスト・セットアップは次のように接続します。

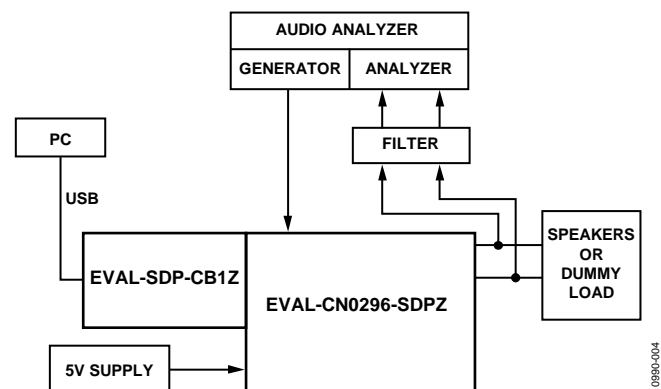


図 4. サウンドバー・テスト・セットアップのデバイスの設定

正しく動作するには表1に示す設定が必要です。評価用ソフトウェアを実行し、ソフトウェアGUIの**Connect**ボタンをクリックして、SDPとの接続を確立します。**Play Soundbar**ボタンをクリックして設定データをデバイスにダウンロードします。この設定はステレオ・データを以下のように8チャンネルにロードします。

表 1. 8チャンネルの設定

Pin	TDM Channel	Stereo Data
OUTR1	Channel 0	Right Surround
OUTR1	Channel 1	Right Front
OUTR2	Channel 2	Subwoofer
OUTR2	Channel 3	Subwoofer
OUTR3	Channel 4	Center
OUTR3	Channel 5	Center
OUTR4	Channel 6	Left Front
OUTR4	Channel 7	Left Surround

ソフトウェアにより、ユーザーは ADAU1761 の SigmaStudio ライブラリで利用可能な音響効果のいくつかをイネーブルまたはディスエーブルすることができます。これらの効果に対応する設定パラメータはソフトウェアのパネルに表示されません。低音と高音のコントロールのほかにマスタ音量コントロールがあります。これらのコントロールは、イネーブルされた音響効果があっても、出力に影響を与えません。テスト・トーンをイネーブルすると、1 kHz のトーンを出力し、アナログ入力をミュートします。チャンネルごとの個別ミュート・コントロールも用意されています。

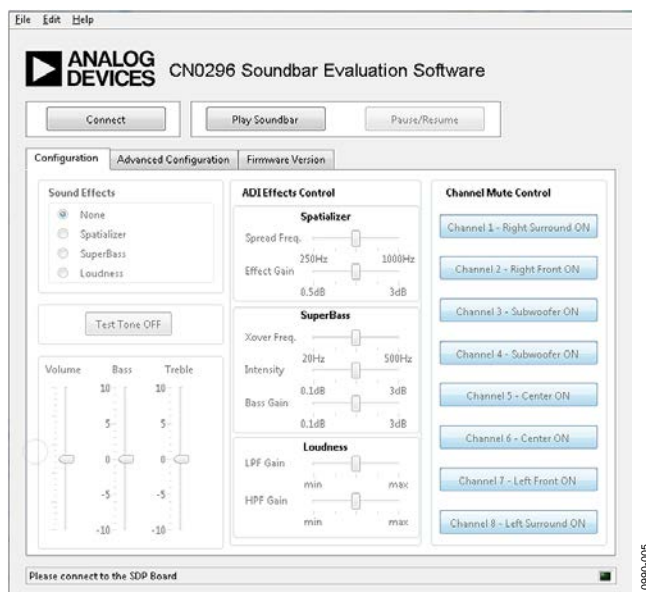


図 5. ソフトウェアのウィンドウ

「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。

さらに詳しい資料

CN-0296 Design Support Package :

<http://www.analog.com/CN0296-DesignSupport>

Analog Dialogue, 40-06 : “Class D Audio Amplifiers: What, Why, and How”

[SigmaDSP® processors](#)

[Sigmastudio™ Graphical Development Tool](#)

[SigmaStudio and SigmaDSP Documentation](#)

データシートと評価ボード

[ADAU1761 データシート](#)

[ADAU1761 評価ボード](#)

[SSM2518 データシート](#)

改訂履歴

05/2013—Revision 0: 初版