

StudentZone — 2019年6月 ADALM2000:1台の装置で複数の計測に対応

著者: Doug Mercer、Antoniu Miclaus

電子工学を学ぶ学生や愛好家は、どこかの段階で、より 高度な計測器を使い始めるようになるはずです。信号発 生器、オシロスコープ、ロジック・アナライザなどが必 要になるタイミングが訪れるということです。そうした スタンドアロンの計測器は、非常に高価(通常は数百米 ドル)です。それだけでなく、使用場所や保管場所とし てそれなりに広いスペースを必要とします。

そうした問題を解決するのが、アナログ・デバイセズの「ADALM2000」です(図1)。これは、アクティブ・ ラーニング・モジュール「ADALM1000」の高機能版で す。低価格であることを1つの特徴とし、USBによって 給電が可能なSMU(ソース・メジャー・ユニット)とし て機能します。なお、ADALM1000の詳細については、 以前のStudentZoneの記事で確認できます。



図1. ADALM2000の外観

ADALM2000は使いやすい製品であり、あらゆるレベル、あらゆる経歴の学生や愛好家向けに設計されています。つまり、学校での授業にも自学自習にも利用できます。従来、実験室で使用されていた装置とは異なり、多くの費用やスペースは必要ありません。それにもかかわらず、数+MHzレベルの信号を扱ってシステムについて検討したり、科学、技術、工学の学位取得に向けて基礎学力を強化したりといった目的に向けて活用できます。



図2. ADALM2000のブロック図

ADALM2000は、サンプリング・レートが100MSPSで分 解能が12ビットのA/Dコンバータ(ADC)と、サンプリ ング・レートが150MSPSで分解能が12ビットのD/Aコン バータ(DAC)を内蔵しています(図2)。シャツのポ ケットに収まる小型のデバイスでありながら、高い機能 と性能を提供します。ADALM2000は、わずか数個のパ ーツを組み合わせたというレベルのものではありません。 そのため、同ユニットの機能を理解するためには、内蔵す る各パーツの基本的な動作を理解する必要があります。



図3. ADALM2000のピン配置図

- ADALM2000は、以下のような特徴を備えています。
- ▶ USB 2.0/OTGに対応(LANとWi-Fiをサポート)
- ▶ 2つの汎用アナログ入力
 - 差動、±25V、1MΩ|| 30pF、12ビット、 100MSPSのADC。帯域幅は25MHz
- ▶ 2つの汎用アナログ出力
 - シングルエンド、±5V、50Ω、12ビット、 150MSPSのDAC。帯域幅は30MHz
- ▶ 2つの可変電源
- $0V \sim 5V$, $-5V \sim 0V$, 50 mA
- ▶ 16本のデジタル入力/出力ピン
- 3.3V、1.8V、100MSPS、5Vトレラント
- ▶ 2つのデジタル・トリガ
 - 3.3V/1.8V、100MSPS、5Vトレラント

ADALM2000には、図3に示した各種のピンを介してア クセスします。2×15本のカラー・ケーブルが付属してお り、それぞれを容易に区別できます。

ソフトウェアの概要

ADALM2000は、ホストとなるPCと併用することによ り、教室での学習をより充実したものとするポータブル・ ラボとして機能します。アナログ・デバイセズのソフトウ ェア・パッケージ「Scopy」に対応しており、直感的な操 作が可能なGUIを利用できます(図4)。このことから、 短期間で効率的に多くの事柄を学ぶことができます。ま た、Scopyは、オープンソースの技術をベースとして構 築されています。そのため、ソース・コードを分析した り、自由に新たな機能を追加したりすることが可能です。



図4. ScopyのGUI

Scopyを使用すれば、ADALM2000を使って以下のような 計測機能を実現できます。

- ▶ 電圧計
- ▶ デジタル・オシロスコープ
- ▶ スペクトラム・アナライザ
- ▶ 電源
- ▶ ファンクション・ジェネレータ
- ▶ 任意波形ジェネレータ
- ▶ 2ポートのネットワーク・アナライザ
- バス・アナライザを備えるデジタル・ロジック・アナ ライザ
- ▶ デジタル・パターン・ジェネレータ
- ▶ デジタル・スタティック入力/出力

各計測機能の使用方法については、Scopy のWikiページ をご覧ください。

ADALM2000で何ができるのか?

ADALM2000では、電子工学に関連する各種分野の学 生が利用できるように、通信回路やパワー・マネー ジメント回路などを含む一連の実験用アプリケーショ ンを提供しています。あらゆるリソースやサンプル は、ADALM2000に対応する実習教材のページで提供 されています。また、EngineerZone[®]の教育用セクショ ンでは、ADALM2000、ADALM1000、ソフトウェア 無線に対応するアクティブ・ラーニング・モジュール 「ADALM-PLUTO」を対象としたブログで情報を入手 することが可能です。

この連載では、ADALM2000が備えるデジタル部/アナロ グ部について理解していただくために、様々な機能を紹 介していきます。今回は、その素材としてDACを取り上 げます。一般的なDACの実現手段の1つに、R-2Rラダー 抵抗回路があります。これは、値の比率が2:1の2種類の 抵抗のみを使用して構成した回路です。分解能がNビット のDACを実現するためには、2N個の抵抗を使用します。

R-2Rラダー抵抗回路を使用したDACの例を図5に示し ました。電圧モードで使用する場合、デジタル値の0は V_{REF-} に対応し、デジタル値の1は V_{REF+} に対応します。D0 ~D7から成るデジタル・コードに基づいて、各抵抗レグ は、2つのリファレンス電圧レベル V_{REF+} 、 V_{REF-} のうちい ずれかに駆動されます。その結果、出力電圧V_LADDER は、入力されたデジタル・コードに応じた値に変化しま す。2つのリファレンス・レベルの差がその最大値とな り、デジタル・コードに応じて、その間の任意の値が出 力されるということです。負のリファレンス電圧 V_{REF-} と しては、グラウンド(0V)が使われることがよくありま す。また、この例では、正のリファレンス電圧 V_{REF+} とし て正の電源電圧(3.3V)を使用しています。



図5. R-2Rラダー抵抗回路で構成したDAC



図6. ブレッドボード上に構成したDAC。 図5のR-2Rラダー抵抗回路を実装しています。

準備するもの

- ► ADALM2000
- ▶ ソルダーレス・ブレッドボード
- ▶ ジャンパ線
- ▶ 抵抗:20kΩ(9個)
- ▶ 抵抗:10kΩ(9個)
- ▶ オペアンプ:「OP27」(1個)

図6に示すように、ソルダーレス・ブレッドボード上に8 ビットのDACを実現するラダー抵抗回路を構成します。 同回路には、8本のデジタル出力、オシロスコープのチャ ンネル、任意波形ジェネレータ(AWG)の出力を接続し ます。オペアンプ「OP27」に電源を接続するのを忘れな いようにしてください。

まず、R1とR2の両方を挿入した状態で、AWG1の設定 を行います。具体的にはDACのV_{REF+}に等しいDC電圧を 出力するようにします。ここでは、CMOSデジタル出力 の電源電圧に等しい3.3Vを使用します。これによって、 振幅が-3.3V~3.3Vのバイポーラ出力電圧が生成されま す。次に、AWG1を切り離し、抵抗R1を取り外します。 そうすると、振幅が0V~3.3Vのユニポーラ出力電圧が得られます。ここでScopyを起動します。使用する計測機能として「Pattern Generator」を開き、DIO 0~DIO 7を選択してグループ化します。続いてパラメータを編集します。まずパターンとして「Binary Counter」を選択します。出力はPP(プッシュプル)になるはずです。周波数を256kHzに設定すると、図7のような画面が表示されます。ここで、緑色の「Run」ボタンをクリックします。



図7. Pattern Generatorの画面

続いて、オシロスコープを開きます。チャンネル2をオ ンにし、時間軸を200マイクロ秒/divに設定します。続 いて、「Run」ボタンをクリックします。このチャンネ ルの垂直方向のレンジを調整する必要もあるかもしれま せん。おそらく、最初は1V/divに設定するのが適切でし ょう。図8のように、電圧が0Vから3.3Vに上昇するのが わかります。立上がり時間は1ミリ秒です。



図8. オシロスコープの画面

続いて、デジタル・パターンを変更してみてください。 例えば、ランダム・パターンを試してみてもよいでしょ う。(8ビット幅のバス用に)0~255の範囲の数字の列 を含むプレーン・テキスト・ファイル(一般的なCSVフ ァイル)を作成し、それをカスタム・パターンとしてロー ドすることができます。正弦波、三角波、ガウス関数など の波形ファイルも用意されているので、それらをロードし て、カスタム・パターンと同様に使うことも可能です。

問題

- 各リファレンス電圧レベル(0Vと3.3V)をそれぞれ 入力D7とD6に印加した場合、R-2Rラダー抵抗回路を 使用したDACの出力電圧はどのようになりますか。計 算には、オームの法則と並列抵抗の値を求める式を使 用します。結果を表で示してください。
- ▶ 入力D6が3.3V、D7がグラウンドに接続されているときに、この抵抗回路に流れる電流値を求めてください。

答えはStudentZoneで確認できます。

著者:

Doug Mercer (doug.mercer@analog.com)は、1977年にレンセラー工科 大学で電気電子工学の学士号を取得しました。同年にアナログ・デバイセ ズに入社して以来、直接または間接的に30種以上のデータ・コンバータ 製品の開発に携わりました。また、13件の特許を保有しています。1995 年にはアナログ・デバイセズのフェローに任命されました。2009年にフ ルタイム勤務からは退きましたが、名誉フェローとして仕事を続けてお り、Active Learning Programにもかかわっています。2016年に、レン セラー工科大学 電気/コンピュータ/システム・エンジニアリング学部 のEngineer in Residenceに指名されました。



Doug Mercer

この著者が執筆した 他の技術文書

StudentZone — 2019年5月 「ADALM1000」で、 SMUの基本を学ぶ—— トピック17:基本的な オペアンプ回路

Analog Dialogue 53-05

Antoniu Miclaus (antoniu.miclaus@analog.com)は、アナログ・デバイ セズのシステム・アプリケーション・エンジニアです。アカデミック・プ ログラムや、Circuits from the Lab®向けの組み込みソフトウェア、QA プロセス・マネジメントなどに携わっています。2017年2月から、ルー マニアのクルジュナポカで勤務しています。現在、バベシュボヨイ大学 においてソフトウェア・エンジニアリングに関する修士課程にも取り組 んでいます。また、クルジュナポカ技術大学で電子工学と通信工学の学 士号を取得しています。



Antoniu Miclaus

この著者が執筆した 他の技術文書

StudentZone — 2019年5月 「ADALM1000」で、 SMUの基本を学ぶ—— トピック17:基本的な オペアンプ回路

Analog Dialogue 53-05