

# 学子专区—2019年6月ADALM2000： 多种仪器，合而为一

作者：**Antoniu Miclaus**和**Doug Mercer**

随着电子专业学生和爱好者们升级自己的硬件系统，他们逐渐开始接触信号发生器、示波器、逻辑分析仪等仪器设备。这些独立的仪器可能要花费很多钱（通常数百美元，甚至数千美元），并需要很大的空间来使用和摆放。

这时，ADALM2000就有了用武之地。它是一款通过USB供电的信号激励测量单元，经济实惠，扩展了ADALM1000主动学习模块的功能（有关ADALM1000的更多信息和应用，可查看我们之前的**学子专区**文章）。



图1. ADALM2000概览

ADALM2000主动学习模块的设计考虑到了各种水平、不同背景的学生和电子爱好者们，易于上手的设计保证了使用者既可以在教师的辅导下学习，也可以自学。小巧的模块可以助你探索数十兆赫兹范围的信号与系统的世界，也为攻读科学、技术或工程学位打下基础，而无需花费巨资购买庞大的传统实验装备。

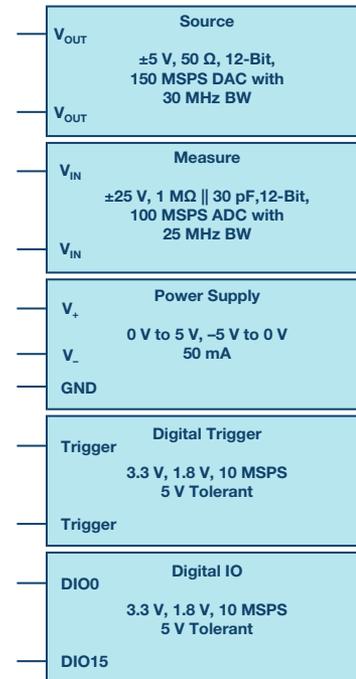


图2. ADALM2000模块

该模块包含了采样率为100 MSPS的12位ADC和150 MSPS的12位DAC，能让小巧的口袋仪器发挥出高性能。想要掌握它的功能，用户不仅需要了解内部的器件，还需要了解每个器件的基本功能。

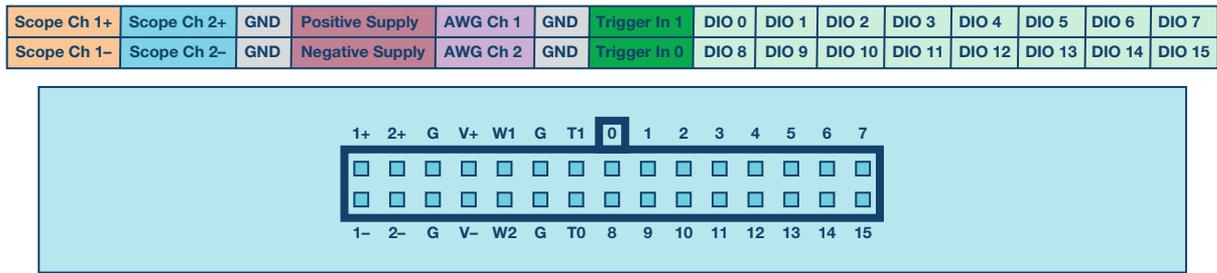


图3. ADALM2000引脚排列

该硬件模块包含以下特性：

- ▶ USB 2.0设备和OTG（支持LAN和Wi-Fi）
- ▶ 两个通用模拟输入：
  - 差分、 $\pm 25\text{ V}$ 、 $1\text{ M}\Omega/30\text{ pF}$ 、12位、100 MSPS ADC，25 MHz带宽
- ▶ 两个通用模拟输出：
  - 单端、 $\pm 5\text{ V}$ 、 $50\Omega$ 、12位、150 MSPS DAC，30 MHz带宽
- ▶ 两个可变电源
  - $0\text{ V}$ 至 $5\text{ V}$ ， $-5\text{ V}$ 至 $0\text{ V}$ ，50 mA
- ▶ 16个数字输入输出引脚
  - $3.3\text{ V}$ ， $1.8\text{ V}$ ，100 MSPS，兼容5V
- ▶ 两个数字触发器
  - $3.3\text{ V}$ 或 $1.8\text{ V}$ ，100 MSPS，兼容5V

通过图3所示器件的输出引脚可以连接内部的硬件单元。该模块配有2x15根彩色电缆作为连接线，通过颜色可以直观地分辨出连接线连接到了哪个功能模块。

### Scopy软件功能

与PC配合使用时，ADALM2000可以充当便携实验室，可增强课堂学习效果。ADI公司的Scopy软件包支持ADALM2000，它提供直观的用户图形界面(GUI)，让学生可以更快地掌握知识，更巧妙地开展工作并探索更多知识。Scopy基于开源技术，任何人都能测试其源代码并添加新特性。

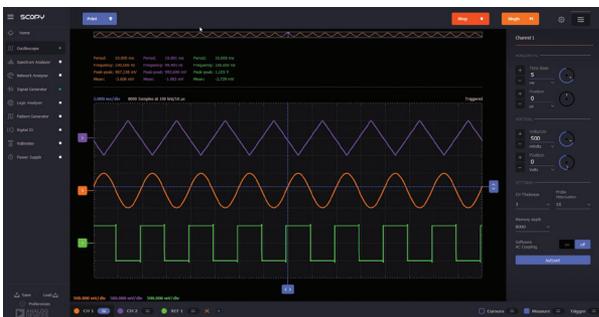


图4. Scopy GUI

Scopy利用ADALM2000的特性设计了如下功能：

- ▶ 电压表
- ▶ 数字示波器
- ▶ 频谱分析仪
- ▶ 电源
- ▶ 函数发生器
- ▶ 任意波形发生器
- ▶ 2端口网络分析仪
- ▶ 带总线分析仪的数字逻辑分析仪
- ▶ 数字模式发生器
- ▶ 数字静态输入/输出

有关如何使用每种仪器的详细信息，请参见[Scopy wiki页面](#)。

### 使用ADALM2000可以做什么？

ADI公司提供了一系列基于ADALM2000的实验室应用实例可供电子和相关知识领域的学生学习，包括通信电路、电源管理电路等等。所有资源和示例均可在ADI公司的ADALM2000[实验材料](#)页面上找到。您还可以前往EngineerZone®教育部分，查看有关ADALM2000/ADALM1000/ADALM-PLUTO的[最新博客文章](#)。

现在我们开始进行一个数字模拟转换器的基础实验，探索ADALM2000模块提供的数字和模拟功能。R-2R梯形电阻网络是最常见的数模转换器模块结构之一，它只使用的两种不同组值的电阻，阻值比为2:1。N位DAC需要 $2^N$ 个电阻。

在电压模式下，R-2R梯形电阻网络的支路（如图5所示）被数字编码D0-7驱动，其中数字0代表驱动电平为 $V_{REF-}$ ，数字1代表驱动电平为 $V_{REF+}$ 。根据输入的数字编码， $V_{LADDER}$ （如图5所示）将在两个基准电平之间变化。两个基准电压的负基准电压( $V_{REF-}$ )通常为地(0V)，正基准电压( $V_{REF+}$ )我们将其设置为电源电压(3.3V)。

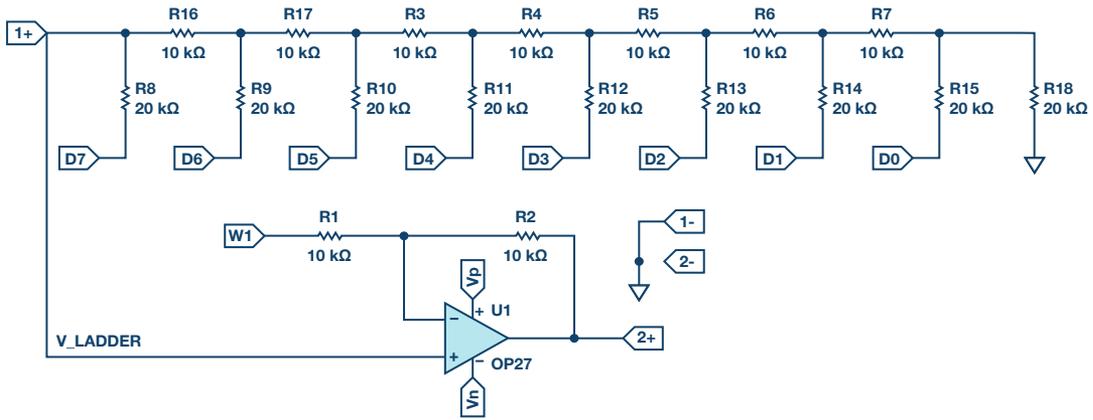


图5. R-2R梯形电阻网络电路

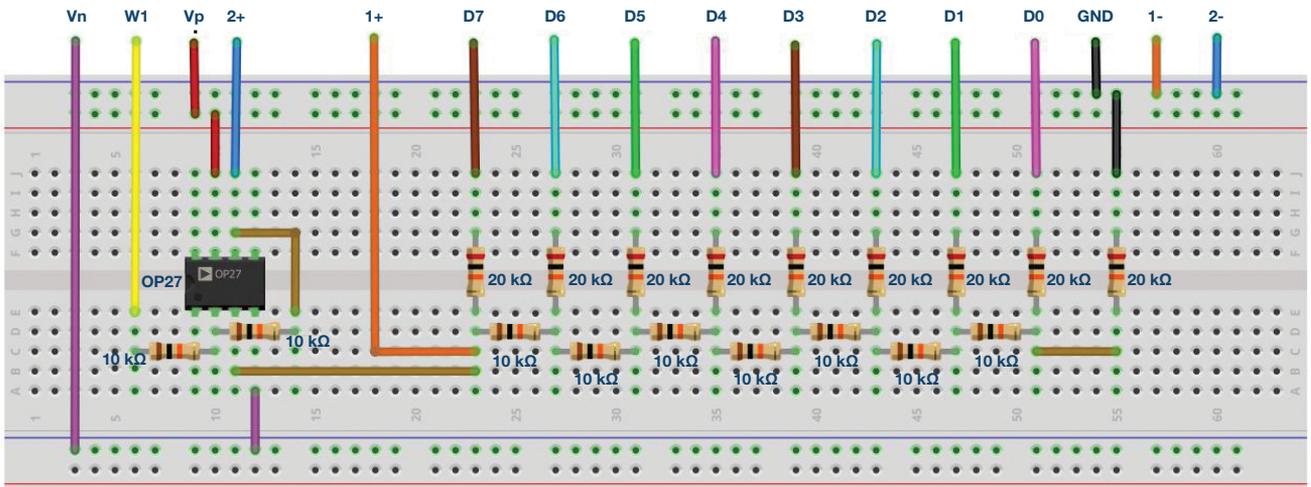


图6. R-2R梯形电阻网络电路面包板连接

**材料:**

- ▶ ADALM2000主动学习模块
- ▶ 面包板
- ▶ 跳线
- ▶ 9个20 kΩ电阻
- ▶ 9个10 kΩ电阻
- ▶ 一个OP27放大器

在面包板上构建图6所示的8级梯形电阻电路。将八个数字输出、示波器通道和AWG输出连接到梯形电阻电路中，如图所示。注意将电源连接到运算放大器电源引脚。

当安装R1和R2时，设置AWG1的直流电压与DAC的VREF+相等，即等于CMOS数字输出的+3.3 V电源电压。此时输出电压为双极性，其摆幅为-3.3 V至+3.3 V。断开AWG1并移除电阻R1，输出电压为单极性，摆幅为0 V至+3.3 V。启动Scopy软件。打开模式发生器界面。选择DIO 0至DIO 7，并将其组成一个分组。设置参数，将数字模式设置为二进制计数器，输出设置为推挽输出

(PP)，频率设置为256 kHz。此时能看到类似图7所示的内容。最后，点击运行按钮。

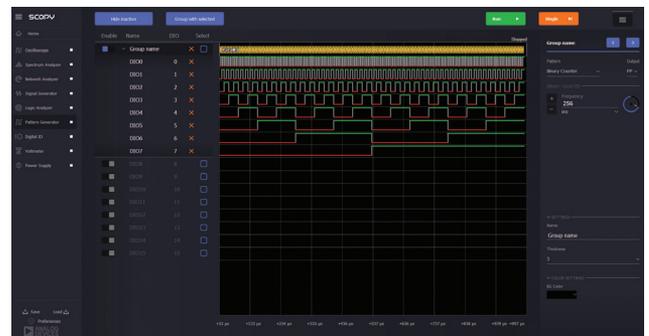


图7. 模式发生器界面

打开示波器界面，开启通道2，并将时基设置为200μs/div，点击绿色“运行”按钮开始运行。有时可能还需要调整通道的垂直范围，初始条件下，1 V/div是比较合适，通过示波器界面能看到（图4）电压从0V上升到3.3V，斜坡信号的周期应为1 ms。



图8. 示波器界面

改变数字模式。例如，您可以尝试随机模式，或者加载自定义模式。其中加载自定义模式的方法是生成一个有一列介于0到255（对于8位宽总线）之间的数字的纯文本\*.csv文件。以下是一些预先制作好的波形文件，您可以加载并作为自定义模式文件使用：[正弦波](#)、[三角波](#)、[高斯信号等](#)

### 问题：

- ▶ 使用欧姆定理和并联电阻公式计算，当D7和D6输入端施加不同的基准电压时（0 V和3.3 V），R-2R DAC的输出电压是多少？请将结果呈现为表格。
- ▶ 当输入D6连接到3.3 V且D7接地时，流过该电阻网络的电流将是多少？

Doug Mercer [doug.mercer@analog.com]于1977年毕业于伦斯勒理工学院 (RPI)，获电气工程学士学位。自1977年加入ADI公司以来，他直接或间接贡献了30多款数据转换器产品，并拥有13项专利。他于1995年被任命为ADI研究员。2009年，他从全职工作转型，并继续以名誉研究员身份担任ADI顾问，为“主动学习计划”撰稿。2016年，他被任命为RPI ECSE系的驻校工程师。



### Doug Mercer

该作者的其他文章：

[ADALM1000 SMU 培训，主题17：基本运算放大器配置](#)  
[学子专区—2019年5月](#)

Antoniu Miclaus [antoniu.miclaus@analog.com]是ADI公司的系统应用工程师，从事ADI学术项目、Circuits from the Lab®嵌入式软件和QA过程管理工作。他于2017年2月在罗马尼亚Cluj-Napoca加盟ADI公司。他目前是贝碧思鲍耶大学软件工程硕士项目的理学硕士生，拥有克卢日-纳波卡科技大学电子与电信工程学士学位。



### Antoniu Miclaus

该作者的其他文章：

[ADALM1000 SMU 培训，主题17：基本运算放大器配置](#)  
[学子专区—2019年5月](#)