

Circuits from the Lab™
Reference Circuits

Circuit from the Lab™ 实验室电路是经过测试的电路设计，用于解决常见的设计挑战，方便设计人员轻松快捷地实现系统集成。有关更多信息和技术支持，请访问：www.analog.com/zh/CN0194。

连接/参考器件

AD7685	16位、250 kSPS PulSAR® ADC
ADuM1402	四通道数字隔离器
ADR391	2.5 V、低功耗、低噪声、精密基准电压源，内置关断功能
AD8615	精密、20 MHz、CMOS轨到轨输入/输出运算放大器

电流隔离、双通道、16位、同步采样、菊花链连接的数据采集系统

评估和设计支持

电路评估板

[CN-0194电路评估板 \(EVAL-CN0194-SDPZ\)](#)

[系统演示平台 \(EVAL-SDP-CB1Z\)](#)

设计和集成文件

[原理图、布局文件、物料清单](#)

电路功能与优势

本电路为高速、高精度、同步采样模数转换应用提供电流隔离，如图1所示。16位PulSAR ADC AD7685是一款多功能器件，支持通过菊花链监控多个通道。基于运算放大器AD8615的输入电路对±10 V工业信号进行电平转换、衰减和缓冲，以满足ADC的输入要求。这个灵活的电路包括一

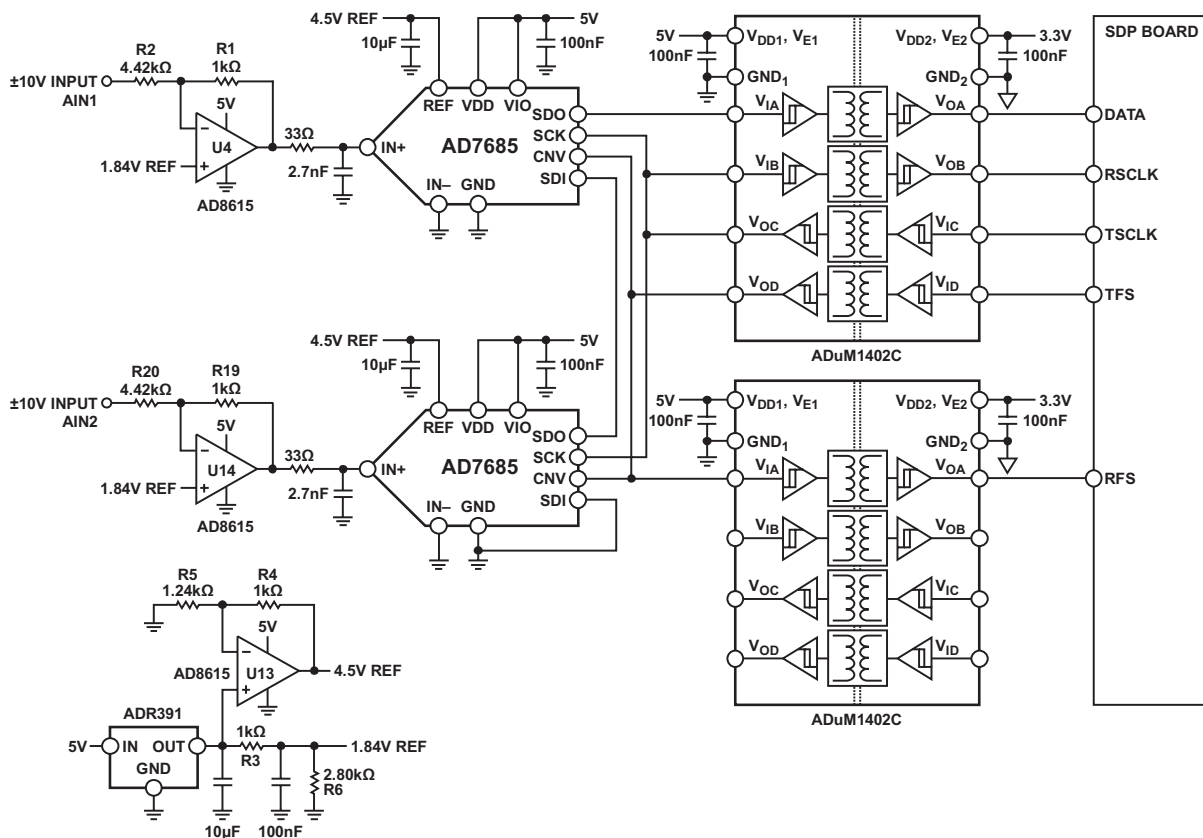


图1. 电流隔离的双通道、同步采样、16位、含菊花链连接的模数转换系统（原理示意图：未显示去耦和所有连接）

Rev.0

Circuits from the Lab™ circuits from Analog Devices have been designed and built by Analog Devices engineers. Standard engineering practices have been employed in the design and construction of each circuit, and their function and performance have been tested and verified in a lab environment at room temperature. However, you are solely responsible for testing the circuit and determining its suitability and applicability for your use and application. Accordingly, in no event shall Analog Devices be liable for direct, indirect, special, incidental, consequential or punitive damages due to any cause whatsoever connected to the use of any Circuits from the Lab circuits. (Continued on last page)

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.
Tel: 781.329.4700

www.analog.com/zh

Fax: 781.461.3113

©2011 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

个精密基准电压源 **ADR391** 和两个四通道数字隔离器 **ADuM1402**，以便为常见的工业数据采集应用提供紧凑且具成本效益的解决方案。

电路描述

AD7685 是一款16位、电荷再分配、逐次逼近型(SAR)模数转换器(ADC)，采用2.3 V至5.5 V单电源(VDD)供电。它内置一个低功耗、高速、16位无失码、无流水线延迟的采样ADC、一个内部转换时钟和一个多功能串行接口端口，还集成了一个低噪声、宽带宽、短孔径延迟的采样保持电路。在CNV上升沿，它对IN+与IN-之间的模拟输入电压差进行采样，范围从0 V至VREF。基准电压VREF由外部提供，范围从0.5 V至VDD。图1所示电路采用4.5 V基准电压。

AD7685的功耗与采样速率成线性比例关系。VDD = 5 V且采样速率为250 kSPS时，最大功耗为15 mW。**AD7685**采用10引脚MSOP封装或10引脚QFN(LFCSP)封装，工作温度范围为-40°C至+85°C。SPI兼容串行接口还能够利用SDI输入，将几个ADC以菊花链形式连接到单条三线式总线上，或提供一个可选的繁忙(BUSY)指示功能。它采用独立的VIO电源引脚，与1.8V、2.5V、3V或5V逻辑兼容。

完整的模拟信号链采用5 V单电源供电。低压差2.5 V基准电压源**ADR391**和U13轨到轨CMOS运算放大器**AD8615**，产生ADC所用的4.5 V基准电压。4.5 V基准电压在U13的输出端提供0.5 V裕量，因此，在5 V电源的标称变化范围内，运算放大器始终保持在线性区域内工作。**ADR391** 2.5 V输出由U13的噪声增益(1 + R4/R5)放大。对于所选的R4和R5值，噪声增益为1.8，因此基准电压为 $1.8 \times 2.5 \text{ V} = 4.5 \text{ V}$ 。

U4和U14运算放大器**AD8615**提供0.225的信号增益（由R1与R2和R19与R20的比值设置），将20 V p-p的输入信号幅度降至ADC输入端的4.5 V p-p。对于0 V输入，U4和U14的输出端需要2.25 V偏移，这就要求U4和U14同相输入端的共模电压为1.84 V，该电压由电阻分压器R3-R6产生。

U4和U14输出端的R-C网络（33 Ω、2.7 nF）形成一个带宽为1.8 MHz的单极点噪声滤波器。

AD8615是一款CMOS轨到轨输入和输出、单电源放大器，具有极低失调电压、宽信号带宽以及低输入电压和电流噪声等特性。该器件采用DigiTrim®专利调整技术，无需激光调整便可达到出色的精度。**AD8615**采用2.7 V至5 V单电源供电。

20 MHz以上的带宽、低失调、低噪声和低输入偏置电流特性的结合，使该放大器适合各种应用。滤波器、积分器、光电二极管放大器和高阻抗传感器等器件均可受益于这些特性组合。宽带宽和低失真特性则有益于交流应用。在DigiTrim系列中，**AD8615**提供最高的输出驱动能力，是音频线路驱动器和其它低阻抗应用的理想选择。

该器件的具体应用包括：便携式和低功耗仪器仪表、便携式设备的音频放大、便携式电话耳机、条形码扫描器以及多极点滤波器。它还具有轨到轨输入与输出摆幅能力，因而设计人员可以在单电源系统中缓冲CMOS ADC、DAC、ASIC及其它宽输出摆幅器件。

ADR391是一款低功耗、低压差基准电压源，可利用仅比输出电压高出300 mV的电源提供稳定的输出电压。先进的设计无需外部电容，可进一步节省电路板空间、降低成本。**ADR391**精密基准电压源具有低功耗、小尺寸和易于使用的特点，非常适合电池供电应用。该器件利用ADI公司的温度漂移曲率校正专利技术，可在TSOT封装中实现9 ppm/°C的低温漂特性。

ADuM1402是一款采用ADI公司*iCoupler*®技术的四通道数字隔离器。该隔离器件将高速CMOS与单芯片空芯变压器技术融为一体，具有优于光耦合器等替代器件的出色性能特征。

*iCoupler*器件不用LED和光电二极管，因而不存在一般与光耦合器相关的设计困难。简单的*iCoupler*数字接口和稳定的性能特征，可消除光耦合器通常具有的电传输比不确定、非线性传递函数以及温度和使用寿命影响等问题。

这些*iCoupler*产品不需要外部驱动器和其它分立器件。此外，在信号数据速率相当的情况下，*iCoupler*器件的功耗只有光耦合器的1/10至1/6。

ADuM1402隔离器提供四个独立的隔离通道，支持2/2方向和最高达90 Mbps (C级)的多种数据速率(请参考数据手册“订购指南”部分)。所有型号均可采用2.7 V至5.5 V电源电压工作，与低压系统兼容，并且能够跨越隔离栅实现电压转换功能。此外，ADuM1402具有低脉冲宽度失真(小于2 ns)和严格的通道间匹配(小于2 ns)特性。与其它光耦合器不同，ADuM1402隔离器具有已取得专利的刷新特性，可确保不存在输入逻辑转换时及缺少一个电源条件下的直流正确性。

图1显示AD7685如何通过菊花链连接起来，以减少需要隔离的信号数量。注意，RSCLK和RFS分别是AD7685串行时钟(SCK)和串行帧同步(CNV)的回读结果，这些回读信号相对于DATA信号的偏斜必须非常短。该偏斜为数字隔离器的通道间匹配传播延迟(t_{PSKCD})，对于ADuM1402C小于2 ns。因此，串行接口能够以数字隔离器的最大速度工作(ADuM1402C为90 Mbps)，对应于90 MHz的最大串行时钟频率。如果延迟过长，它可能要受到数字隔离器传播延迟级联的限制。本电路中，对于250 kSPS的采样频率，TSCLK频率为30 MHz。

将两个相位相差90°的±10 V信号施加于EVAL-CN0194-SDPZ板的两个通道(AIN1和AIN2)，利用随附的评估软件获得转换结果，如图2所示。使用随附的评估软件还可以查看FFT数据(图3)，以及固定直流电平时的代码直方图(图4)。

该电路或任何高速电路的性能都高度依赖于适当的PCB布局，包括但不限于电源旁路、受控阻抗线路(如需要)、元件布局、信号布线以及电源层和接地层。(有关PCB布局的详情，请参见指南MT-031、MT-101和高速印刷电路板布局实用指南一文。)

有关本电路笔记的完整设计支持包，请参阅 www.analog.com/CN0194-DesignSupport。

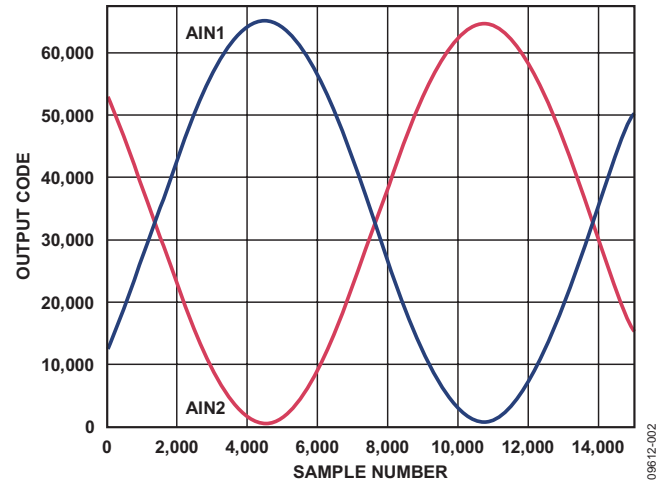


图2. 两个相位相差90°的独立±10V输入信号(AIN1、AIN2)的15,000个样本，施加于EVAL-CN0194-SDPZ板(菊花链模式)的AIN1和AIN2，采样速率250 kSPS

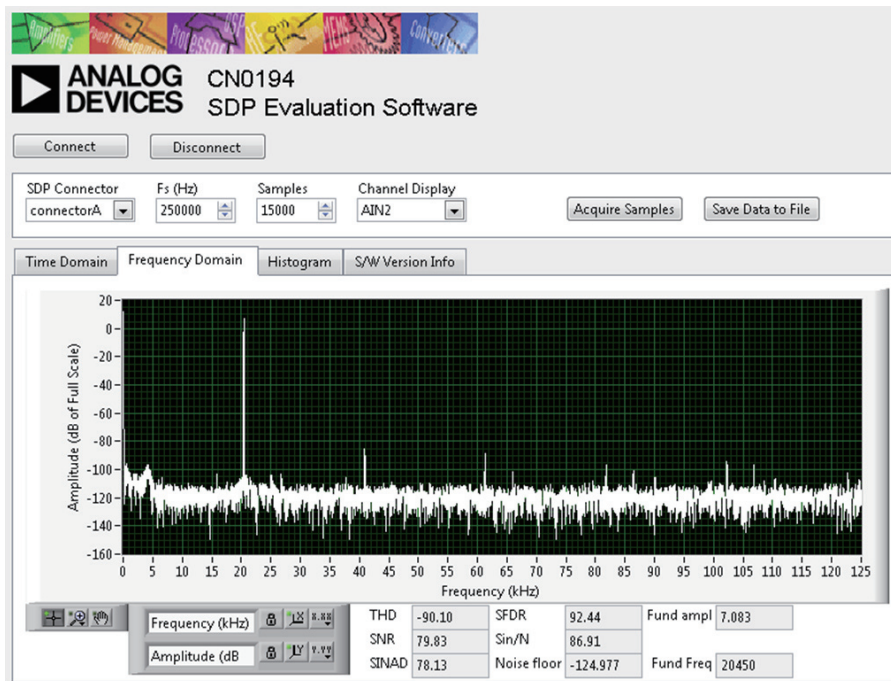


图3. Kaiser窗口(参数=20)、20 kHz输入、250 kSPS采样速率下的FFT

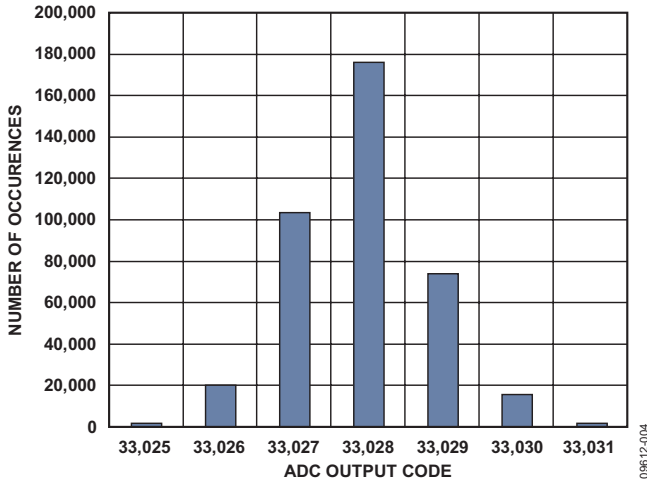


图4. 一个直流输入的直方图（码中心，390,000个样本）

常见变化

PulSAR系列的其它引脚兼容16位ADC提供更高的采样速率：[AD7686](#) (500 kSPS)、[AD7980](#) (1 MSPS)和[AD7983](#) (1.33 MSPS)。

如果需要18位分辨率，下列器件也是PulSAR系列的引脚兼容产品：[AD7691](#) (250 kSPS)、[AD7690](#) (500 kSPS)、[AD7982](#) (1 MSPS)和[AD7984](#) (1.33 MSPS)。

运算放大器[AD8615](#)还提供双通道([AD8616](#))和四通道([AD8618](#))版本。其它可用的驱动运算放大器包括[ADA4841-1](#) (单通道)、[ADA4841-2](#) (双通道) 和[ADA4941-1](#) (双通道差分)。

电路评估与测试

本电路使用EVAL-CN0194-SDPZ电路板和EVAL-SDP-CB1Z系统演示平台(SDP)评估板。这两片板具有120引脚的对连接器，可以快速完成设置并评估电路性能。EVAL-CN0194-SDPZ板包含要评估的电路，如本笔记所述。SDP评估板与CN0194评估软件一起使用，可从EVAL-CN0194-SDPZ电路板获取数据。

设备要求

- 带USB端口和Windows® XP、Windows Vista (32位) 或 Windows 7 (32位) PC
- EVAL-CN0194-SDPZ电路评估板
- EVAL-SDP-CB1Z SDP评估板
- CN-0194评估软件

- 电源：+6 V或+6 V壁式电源适配器
- 低失真信号源，如Audio Precision System Two 2322等

开始使用

将CN0194评估软件光盘放进PC的光盘驱动器，加载评估软件。打开“我的电脑”，找到包含评估软件光盘的驱动器，打开Readme文件。按照Readme文件中的说明安装和使用评估软件。

功能框图

电路框图参见本电路笔记的图1，电路原理图参见PDF文件“EVAL-CN0194-SDPZ-SCH”。此文件位于[CN0194设计支持包](#)中。

设置

EVAL-CN0194-SDPZ电路板上的120引脚连接器连接到EVAL-SDP-CB1Z (SDP)评估板上标有“CON A”的连接器。应使用尼龙五金配件，通过120引脚连接器两端的孔牢牢固定这两片板。在断电情况下，将一个+6 V电源连接到板上标有“+6V CFTL”和“+6 V SDP”的引脚。如果有+6 V壁式电源适配器，可以将它连接到板上的管式插孔连接器，代替+6 V电源。SDP板附带的USB电缆连接到PC上的USB端口。注：此时请勿将该USB电缆连接到SDP板上的微型USB连接器。

测试

为连接到EVAL-CN0194-SDPZ电路板的+6 V电源（或壁式电源适配器）通电。启动评估软件，并通过USB电缆将PC连接到SDP板上的微型USB连接器。如果设备管理器中列出了Analog Devices System Development Platform驱动器，软件将能与SDP板通信。

一旦USB通信建立，就可以使用SDP板来发送、接收、捕捉来自EVAL-CN0194-SDPZ板的串行数据。

本电路笔记中的数据是利用Audio Precision System Two 2322信号源和GlobTek电源产生，信号源的频率设置如图中所示。

有关SDP板的信息，请访问：www.analog.com/zh/SDP。

进一步阅读

CN-0194 Design Support Package:

www.analog.com/CN0194-DesignSupport

SDP User Guide

Ardizzoni, John. "A Practical Guide to High-Speed Printed-Circuit-Board Layout," *Analog Dialogue*. 39-09, September 2005.

MT-031 Tutorial, *Grounding Data Converters and Solving the Mystery of "AGND" and "DGND"*, Analog Devices.

MT-073 Tutorial, *High Speed Variable Gain Amplifiers (VGAs)*, Analog Devices.

MT-101 Tutorial, *Decoupling Techniques*, Analog Devices.

数据手册和评估板

CN-0194 Circuit Evaluation Board (EVAL-CN0194-SDPZ)

System Demonstration Platform (EVAL-SDP-CB1Z)

AD7685 Data Sheet

AD7685 Evaluation Board

ADuM1402 Data Sheet

AD8615 Data Sheet

ADR391 Data Sheet

修订历史

9/11—Revision 0: Initial Version

(Continued from first page) Circuits from the Lab circuits are intended only for use with Analog Devices products and are the intellectual property of Analog Devices or its licensors. While you may use the Circuits from the Lab circuits in the design of your product, no other license is granted by implication or otherwise under any patents or other intellectual property by application or use of the Circuits from the Lab circuits. Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, "Circuits from the Lab" are supplied "as is" and without warranties of any kind, express, implied, or statutory including, but not limited to, any implied warranty of merchantability, noninfringement or fitness for a particular purpose and no responsibility is assumed by Analog Devices for their use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from their use. Analog Devices reserves the right to change any Circuits from the Lab circuits at any time without notice but is under no obligation to do so.