

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/CN0235。

连接/参考器件

AD7280A	锂离子电池监控系统
AD8280	锂离子电池安全监控器
ADuM5404	集成DC/DC转换器的四通道隔离器
ADuM1400	四通道数字隔离器

全隔离式锂离子电池监控和保护系统(CN0235)

评估和设计支持

电路评估板

[CN-0235电路评估板\(EVAL-CN0235-SDPZ\)](#)

[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

锂离子(Li-Ion)电池组包含大量的电池单元，必须正确监控才能提高电池效率，延长电池寿命并确保安全性。图1所示电路中的6通道AD7280A器件充当主监控器，向系统演示平台(SDP-B)评估板提供精确的电压测量数据，而6通道AD8280器件充当副监控器和保护系统。两个器件均采用8 V

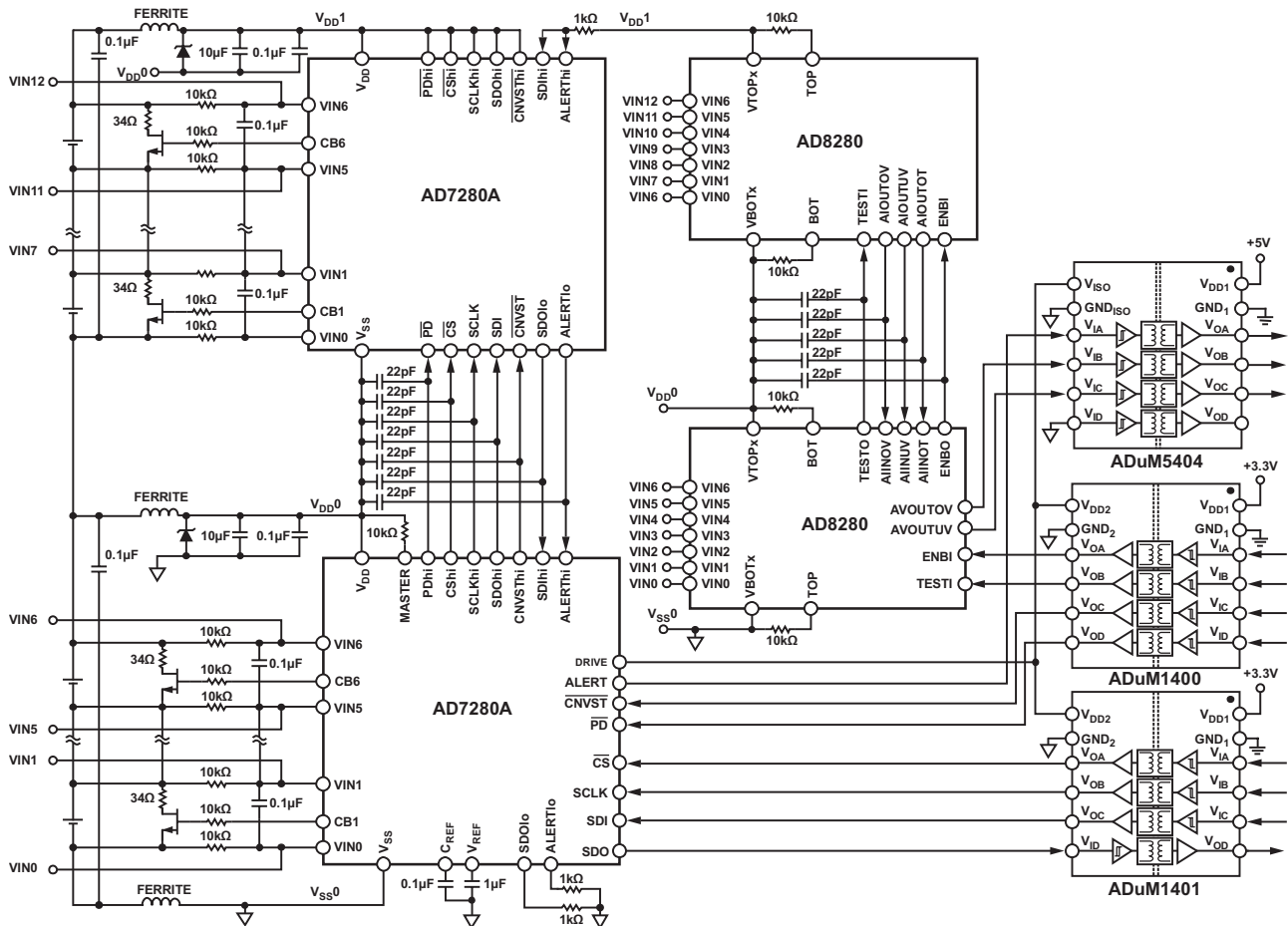


图1. 锂离子电池监控和保护系统原理示意图

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)

至30 V的单电源宽工作电压范围，工作温度范围为-40°C至+105°C工业温度范围。

AD7280A内置一个±3 ppm基准电压源，提供±1.6 mV的电池电压测量精度。ADC分辨率为12位，转换48个单元只需7 μs时间。

AD7280A具有电池平衡接口输出，用来控制外部FET晶体管，允许各电池放电，并强行使堆叠中的所有电池单元具有相同电压。

AD8280独立于主监控器工作，并提供报警功能，可指示超容差条件。该器件内置自用基准电压源和LDO，二者均完全采用电池组供电。基准电压源与外部电阻分压器一起，用来设置过压/欠压的跳变点。每个电池通道都含有可编程去毛刺(D/G)电路，以免瞬时输入电平引发报警。

AD7280A和**AD8280**位于电池管理系统(BMS)的高压端，具有一个菊花链接口，最多能将8个**AD7280A**和8个**AD8280**堆叠在一起，以监控48个锂离子电池单元的电压。堆叠中的相邻**AD7280A**和**AD8280**可以直接通信，向上向下传递数据，而无需隔离。

堆叠底部的主器件使用SPI接口和GPIO与SDP-B评估板通信，只有在这个地方才需要高压电流隔离，以便保护SDP-B板的低压端。数字隔离器**ADuM1400**、**ADuM1401**和集成DC-DC转换器的隔离器**ADuM5404**共同提供所需的11通道隔离，构成一种紧凑、高性价比的解决方案。**ADuM5404**还可为较低**AD7280A**的VDRIVE输入提供5 V隔离输出，并为**ADuM1400**和**ADuM1401**隔离器提供VDD2电源电压。

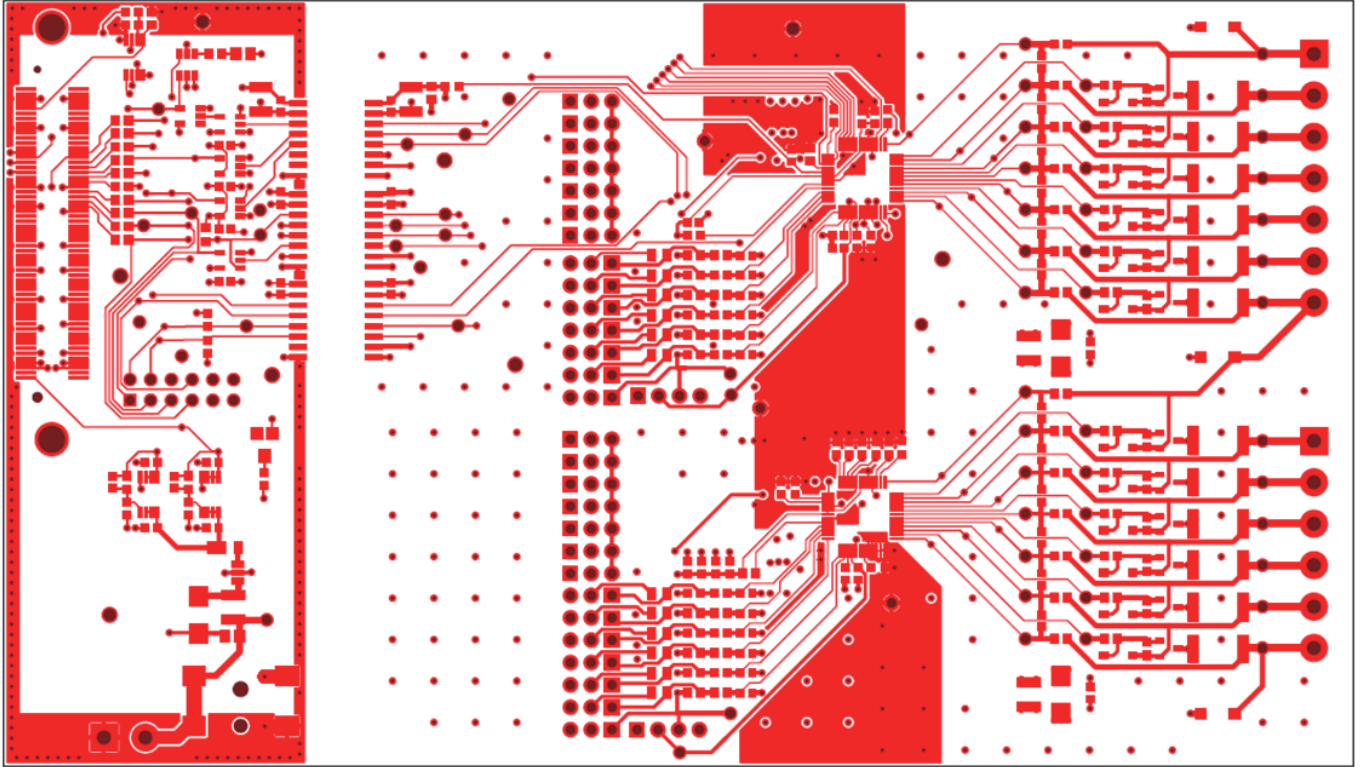
电路描述

AD7280A是一款完整的数据采集系统，内置一个高压输入多路复用器、一个低压输入多路复用器、一个12位、1 μs SAR ADC和用于通道时序控制的片内寄存器。HV MUX用于测量串联锂离子电池单元，如图1所示。LV MUX提供单端ADC输入，可结合外部热敏电阻测量个别电池单元的温度；如果不需要温度测量，则可利用辅助ADC输入转换任何其它0 V至5 V输入信号。另外还提供2.5 V精密基准电压源和片内电压调节器。

AD8280是一款用于锂离子电池组的纯硬连线安全监控器，配合**AD7280A**使用时，可提供具有可调阈值检测和共用或单独报警输出的低成本、冗余、备用电池监控器。它具有自测功能，因此适合混合动力电动汽车等高可靠性应用或者不间断电源等高压工业应用。**AD7280A**和**AD8280**均从监控的电池单元获得电源。

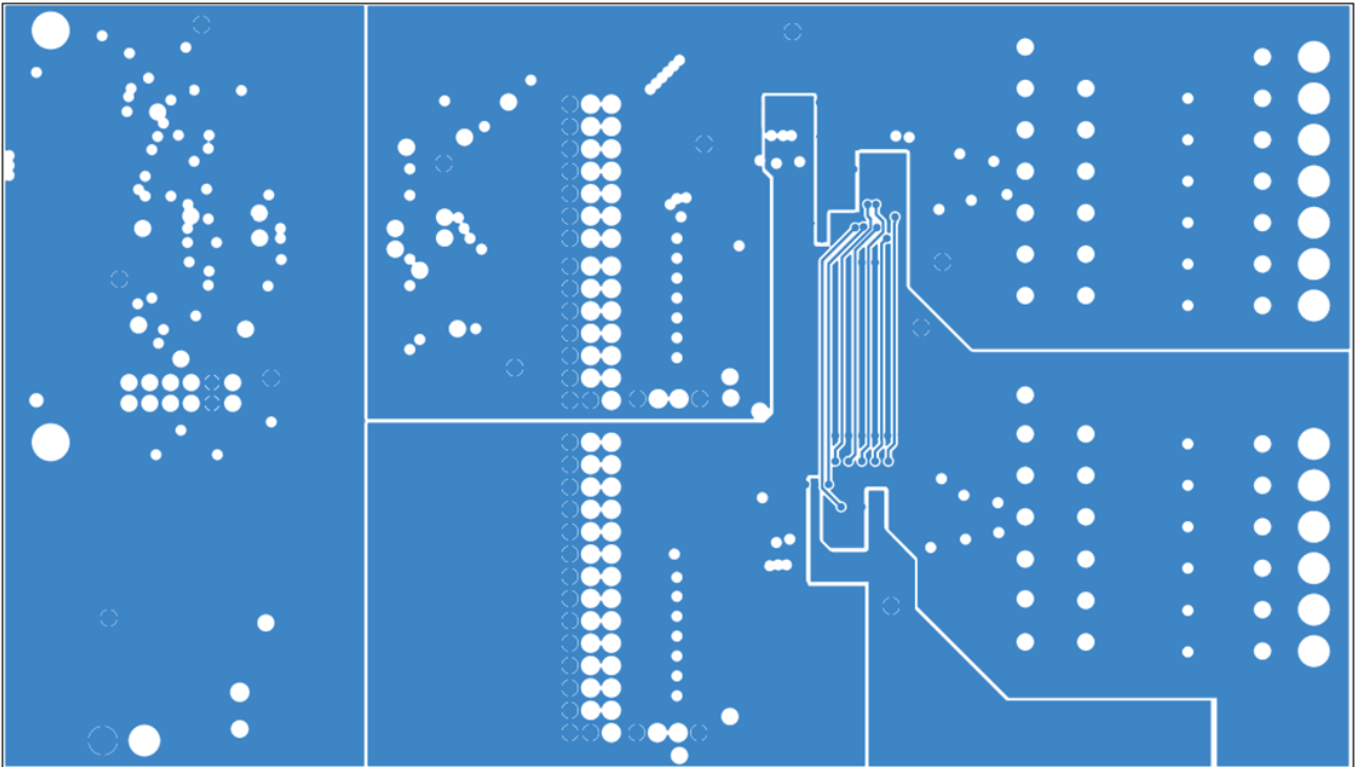
ADuM5404集成一个DC-DC转换器，用于向**ADuM1400**和**ADuM1401**隔离器的高压端供电，以及向**AD7280A** SPI接口提供VDRIVE电源。这些4通道、磁性隔离电路是安全、可靠、易用的光耦合器替代解决方案。

为了优化菊花链在高噪声条件下的通信性能（例如遇到电池干扰时），菊花链信号被屏蔽在印刷电路板(PCB)的一个内层上，上下都由VSS电源层提供屏蔽，该电源层连接到菊花链中上一个器件的VSS引脚。图2所示为**EVAL-CN0235-SDPZ** PCB的顶层，包含**AD7280A**的上部屏蔽，图5所示为底层，包含**AD8280**的上部屏蔽。图3所示为内层（第2层），它包含屏蔽的菊花链信号，下方的屏蔽在图4所示的第3层上实现。每个菊花链连接上都配有22 pF电容，根据菊花链的数据流方向，这些电容端接于上一个器件的VSS引脚或下一个器件的VDD引脚。PD、CS、SCLK、SDI和CNVST菊花链连接沿菊花链向上传递数据，因此这些引脚上的22 pF电容端接于上一个器件的VSS引脚。



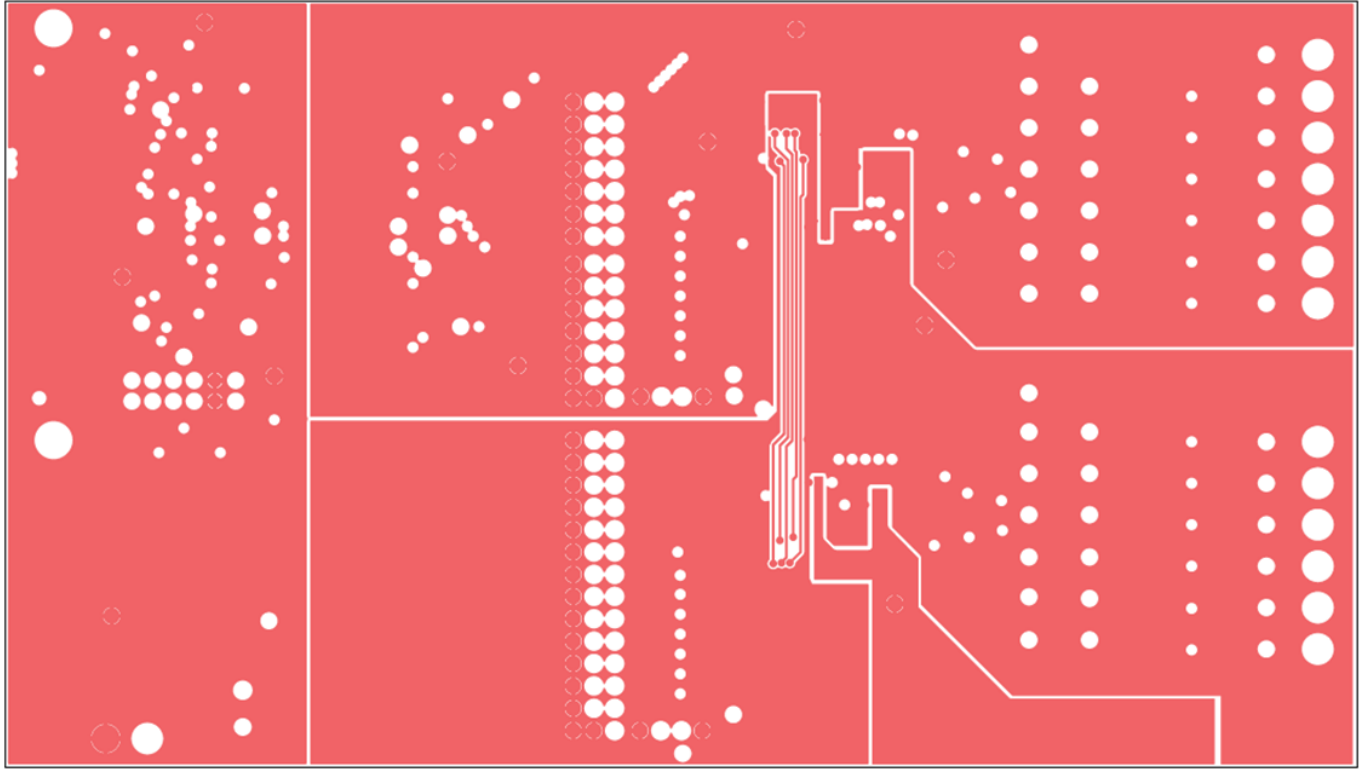
10135-002

图2. EVAL-CN0235-SDPZ PCB的顶层包含AD7280A菊花链信号的上部屏蔽



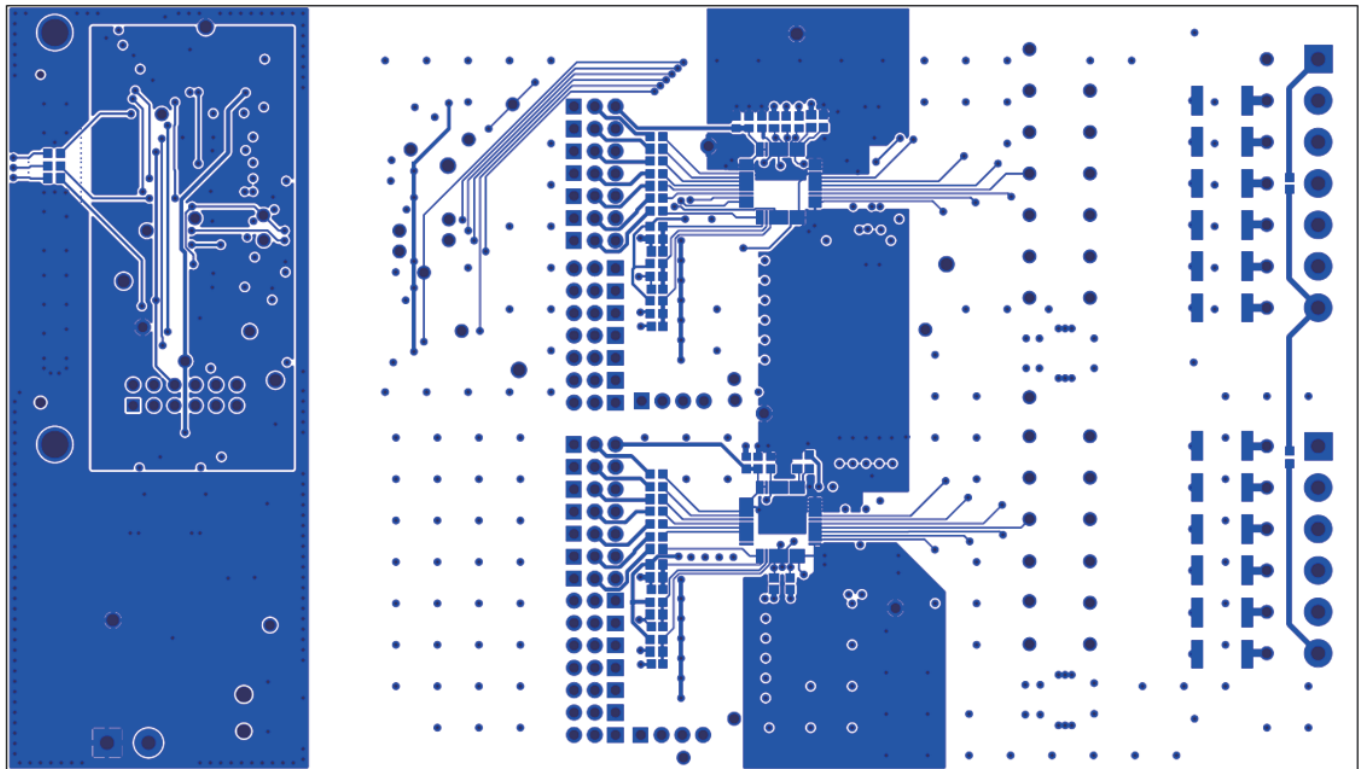
10135-003

图3. EVAL-CN0235-SDPZ PCB的第2层包含屏蔽的AD7280A菊花链信号



10135-004

图4. EVAL-CN0235-SDPZ PCB的第3层包含屏蔽的AD8280菊花链信号



10135-005

图5. EVAL-CN0235-SDPZ PCB的底层包含AD8280菊花链信号的上部屏蔽

SDO_{lo}和ALERT_{lo}菊花链连接沿菊花链向下传递数据，因此这些引脚上的22 pF电容端接于下一个器件的VDD引脚。使用一条低阻抗走线将下一个器件的VDD与上一个器件的VSS直接相连，使这两个电位在高噪声环境下尽可能接近。

隔离栅处的接地护栏用于围住PCB左侧构成的低压端。该护栏由通过过孔系在一起的保护环组成，连接到板上所有层的数字地。到达电路板边缘的电源层与接地层上的噪声可能会辐射，但采用这种屏蔽结构时，噪声会被反射回来。

当驱动电流源跨过接地层之间的间隙时，也可能产生输入至输出的偶极子辐射。为将这种效应降至最小，隔离间隙处使用一个连续的屏蔽体，从而将接地层扩展至PCB的所有层上，以利用屏蔽重叠部分构成跨隔离栅耦合。各层上的隔离间隙保持最小，测试板使用0.008英寸的间隙。有关isoPower®器件（如本电路所用的ADuM5404）辐射控制的更多建议，请参阅应用笔记AN-0971。

测试结果

衡量该电路性能的一个重要指标是最终输出电压测量结果中的噪声量。

图6所示为VIN3-VIN2通道的10,000个测量样本的直方图。该数据是利用连接到EVAL-SDP-CB1Z系统演示平台(SDP-B)评估板的CN0235评估板获得的。设置详情参见本电路笔记的“电路评估与测试”部分。

已将12个锂离子电池连接到输入螺纹接线端子。注意，只有一小部分码字受噪声影响而落在主仓之外。图6和图7所示为对应于大约0.5 LSB rms的3 LSB峰峰噪声。

有关本电路笔记的完整设计支持包，请参阅www.analog.com/CN0235-DesignSupport

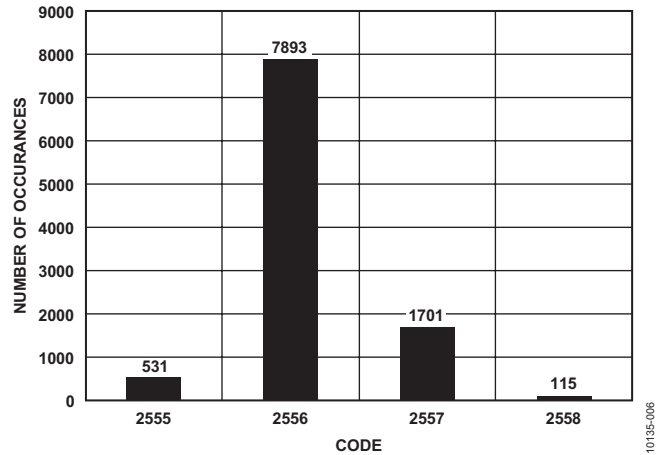


图6. 10,000样本的码字直方图（器件0的VIN4-VIN3）

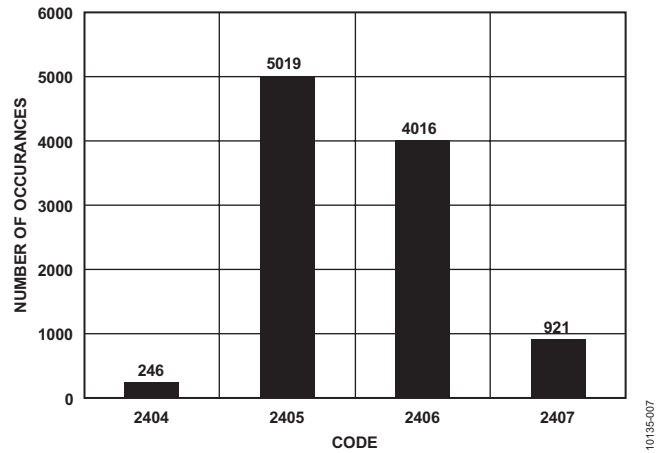


图7. 10,000样本的直方图（器件1的VIN4-VIN3）

常见变化

经验证，该电路能够稳定地工作，并具有良好的精度。利用iCoupler隔离产品，可以实现其它的隔离通道组合。

电路评估与测试

本电路使用EVAL-CN0235-SDPZ电路板和EVAL-SDP-CB1Z系统演示平台(SDP-B)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-CN0235-SDPZ板包含要评估的电路，如本笔记所述。SDP-B评估板与CN0235评估软件一起使用，可从EVAL-CN0235-SDPZ电路板获取数据。

设备要求

- 带USB端口的Windows® XP、Windows Vista® (32位) 或 Windows® 7 (32位) PC
- EVAL-CN0235-SDPZ电路评估板
- EVAL-SDP-CB1Z SDP-B评估板
- CN0235 SDP评估软件
- 电源: +6 V或+6 V “壁式电源适配器”
- 锂离子电池或精密直流电源

开始使用

将CN0235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”, 找到包含评估软件的驱动器。

功能框图

电路功能框图参见本电路笔记的图1, 电路原理图参见“EVAL-CN0235-SDPZ-SCH-RevA.pdf”文件。此文件位于CN0235设计支持包中。

设置

EVAL-CN0235-SDPZ电路板上的120引脚连接器连接到EVAL-SDP-CB1Z (SDP-B)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固固定这两片板。在断电情况下, 将一个+6 V电源连接到板上标有“+6 V”和“GND”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连接器, 代替+6 V电源。此外只需连接锂离子电池组。电池组可以用一个由精密直流电源电压驱动的电阻分压器来模拟。SDP-B板附带的USB电缆连接到PC上的USB端口。注意: 此时请勿将该USB电缆连接到SDP-B板上的微型USB连接器。

测试

为连接到EVAL-CN0235-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-B板上的微型USB连接器。

一旦USB通信建立, 就可以使用SDP-B板来发送、接收、捕捉来自EVAL-CN0235-SDPZ板的串行数据。

有关SDP-B板的信息, 请参阅SDP-B用户指南。

进一步阅读

CN0235 Design Support Package:

www.analog.com/CN0235-DesignSupport

SDP-B User Guide: www.analog.com/SDP

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

数据手册和评估板

CN-0235 Circuit Evaluation Board (EVAL-CN0235-SDPZ)

System Demonstration Platform (EVAL-SDP-CB1Z)

AD7280A Data Sheet and Evaluation Board

AD8280 Data Sheet and Evaluation Board

ADuM5404 Data Sheet

ADuM1400 Data Sheet

修订历史

1/12—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.