

Circuits from the Lab®
Reference Designs

Circuits from the Lab® reference designs are engineered and tested for quick and easy system integration to help solve today's analog, mixed-signal, and RF design challenges. For more information and/or support, visit www.analog.com/CN0255.

连接/参考器件

AD7988-1	16位、100 kSPS PuISAR ADC
ADA4841-1	低功耗、低噪声放大器
AD8032	双通道、轨到轨缓冲放大器
AD8031	单通道、轨到轨I/O运算放大器
ADR4525	2.5 V低噪声基准电压源

16位、100 kSPS、单电源、低功耗数据采集系统

评估和设计支持

评估板

[CN-0255电路评估板\(EVAL-CN0255-SDPZ\)](#)

[系统演示平台\(EVAL-SDP-CB1Z\)](#)

设计和集成文件

[原理图、布局文件和材料清单](#)

电路功能与优势

大多数系统中，需要在性能与低功耗之间进行权衡。本电路设计的重点是考察部分权衡因素，同时在16位、100 kSPS数据采集系统中实现低功耗(8 mW，典型值)和高性能。

本电路使用[AD7988-1](#)低功耗(350 μ A) PuISAR®模数转换器(ADC)，该器件直接从[ADA4841-1](#)高性能、低电压、低功耗运算放大器驱动。选择该放大器是因为它具有极佳的动态性能，可采用单电源电压供电且提供轨到轨输出。此外，输入共模电压范围包括负供电轨。

[AD7988-1](#) ADC需要2.4 V至5.1 V间的外部基准电压。本应用中，选择的基准电压是[ADR4525](#)精密2.5 V基准电压源。

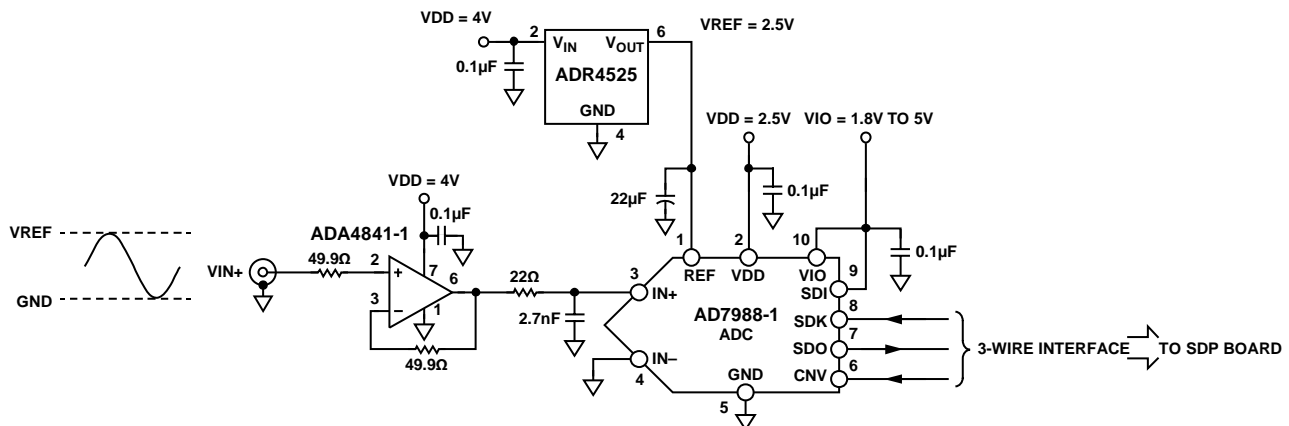


图1. 基本单端、低电压、低功耗、16位、100 KSPS ADC解决方案

Rev. A

Circuits from the Lab® reference designs 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)

电路描述

本电路的核心是AD7988-1 16位、100 kSPS逐次逼近型ADC，采用VDD单电源供电。它内置一个低功耗、高速、16位采样ADC和一个多功能串行端口接口(SPI)。在CNV上升沿，该器件对IN+与IN-之间的模拟输入电压差进行采样，范围从0 V至REF。基准电压(REF)由外部提供，并且可以独立于电源电压(VDD)。

在为本电路笔记执行的实验中，AD7988-1评估板与系统演示平台(SDP，EVAL-SDP-CB1Z)接口，ADC SPI兼容串行接口则连接到DSP SPORT接口。ADC SPI接口能够将几个ADC以菊花链形式连接到单三线式总线上。采用独立VIO电源引脚时，它与1.8 V、2.5 V、3 V或5 V逻辑兼容。

AD7988-1采用10引脚MSOP或10引脚QFN (LFCSP)封装。为方便起见，该电路板采用MSOP封装。

ADC输入从ADA4841-1单位增益稳定、低噪声和低失真、轨到轨输出放大器进行缓冲和驱动，该器件通常在1.1 mA的静态电流下工作。此放大器提供2.1 nV/√Hz的低宽带电压噪声和1.4 pA/√Hz的电流噪声，100 kHz时具有极佳的-105 dBc无杂散动态范围(SFDR)。为了在更低频率下保持低噪声环境，10 Hz时放大器具有7 nV/√Hz和13 pA/√Hz的低1/f噪声。

使ADA4841-1非常适合单电源应用的主要特性是，它在该应用中可以采用单供电轨供电，同时将可负供电轨接地。

表1. 计算和测得的电源电流贡献

加载	描述	计算			测量通道		
		电源电流	电源电压	功耗	电源电流	电源电压	功耗
ADC	AD7988-1	150 μA	2.5 V	375 μW	148 μA	2.5 V	370 μW
驱动器	ADA4841-1	1.1 mA	4 V	4.4 mW	1.95 mA	4 V	7.8 mW
基准电压源	ADR4525	700 μA	4 V	2.8 mW			
基准负载	ADC基准电流	60 μA	4 V	240 μW			
总计				7.81 mW			8.17 mW

放大器输出摆幅可以达到地电平的50 mV范围内，这是本应用可接受的值。请注意，输入共模电压范围从负供电轨扩展至正供电轨的1 V范围内。为容纳目标信号范围(0 V至2.5 V)，必须提供1 V裕量；因此本电路中使用4 V供电轨。ADA4841-1采用6引脚SOT-23或8引脚SOIC封装。

本应用中使用的2.5 V基准电压源是ADR4525，属于ADR45xx基准电压源系列，可以提供高精度、低功耗、低噪声，且具有±0.01%初始精度、极佳的温度稳定性和低输出噪声。ADR4525的低热致输出电压迟滞和低长期输出电压漂移提高了系统性能。700 μA的最大工作电流和500 mV的低压差(最大值)使该器件最适合便携式设备。

用于本电路中的三个产品的额定工作温度范围均为-40°C至+125°C全工业温度范围。

性能预期

由于功耗在本应用中是关键，有必要分析每个元件的贡献，以确保在众多可用产品中选择适当的器件。第一步是查看三个选定器件的不同电源电流。

表1中显示了为每个贡献元件计算和测得的典型电源电流。ADC数字接口的VIO电源可以忽略不计，因此不包括在内。测得电流与计算值的比较非常有利；无源元件可能引起小差异，使电源电流略不同于典型数据手册规格。

使用低值基准电压时，AD7988-1 ADC的交流性能会有所下降。图2中显示了这一性能下降，其中信噪比、信纳比(SINAD)和有效位数(ENOB)均显示为基准电压的函数。请注意，对于2.5 V基准电压，预计SNR性能约为86 dB至87 dB。

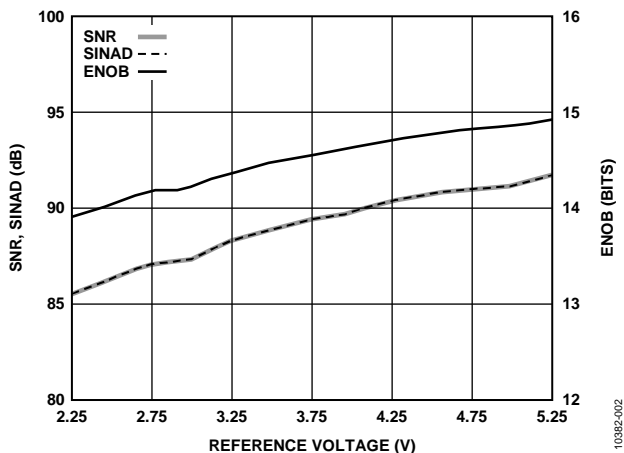


图2. AD7988-1 ADC SNR、SINAD和ENOB与基准电压的关系

电路测量结果如图3所示。86.17 dB的SNR性能与2.5 V基准电压的预计效果相当，如上文图2所示。

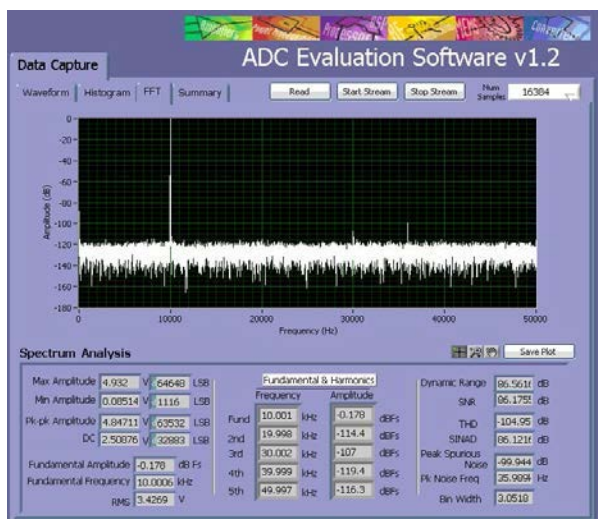


图3. 在10 KHZ输入音下测得的100 KSPS采样速率的交流性能，SNR = 86.17 DB

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：AD7988-5 (500 kSPS)、AD7980 (1 MSPS)和AD7983 (1.33 MSPS)。请注意，采样速率越高，功耗越高。或者，如果需要更高的分辨率，合适的引脚兼容器件有AD7691 (18位，250 kSPS)、AD7690(18位，400 kSPS), AD7982(18位，1 MSPS差分输入)、AD7984(18位，1.33 MSPS)。

对于更高的输入电压范围，请为基准电压源和ADC驱动器选择更高的基准电压和更高的电压供电轨。

图4中显示了AD7988-5(16位，500 kSPS)ADC在相似条件下的动态性能；不过采样速率为500 kSPS。SNR等于86.37dB。

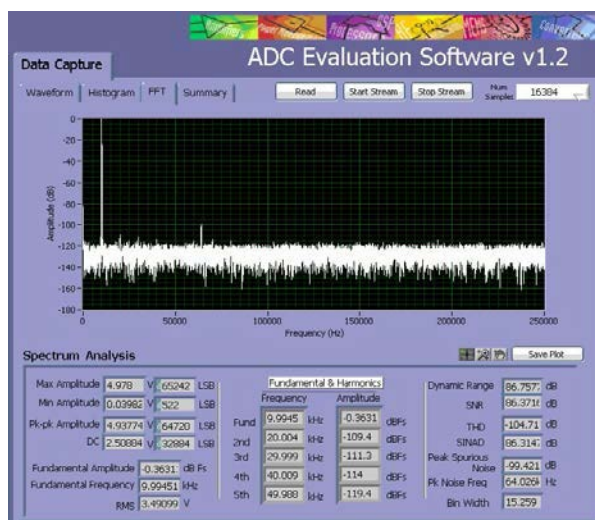


图4.使用500 KSPS AD7988-5 ADC在10 KHZ输入音下测得的500 KSPS采样速率的交流性能，SNR = 86.37 DB

添加输入共模电压偏置放大器

在交流耦合应用中，输入信号必须偏置，以便使其位于ADC输入范围(2.5 V基准电压为0 V至2.5 V)的中心。图5所示电路解决了此共模信号要求。

许多放大器在此应用中可用于缓冲目的。**AD8031**是一款单电源电压反馈型放大器，具有高速性能，小信号带宽为80 MHz，压摆率为30 V/μs，建立时间为125 ns。该放大器为带

容性负载的单位增益稳定型放大器，采用3.3 V单电源时功耗低于2.5 mW。**AD8031**采用5引脚SOT-23、8引脚SOIC、8引脚PDIP和18引脚MSOP封装。在此电路中，**AD8031**用于缓冲到达分压器的2.5 V基准电压，该分压器为**ADA4841-1**的输入提供所需的1.25 V共模电压。表2中显示了缓冲器使用的额外功率。

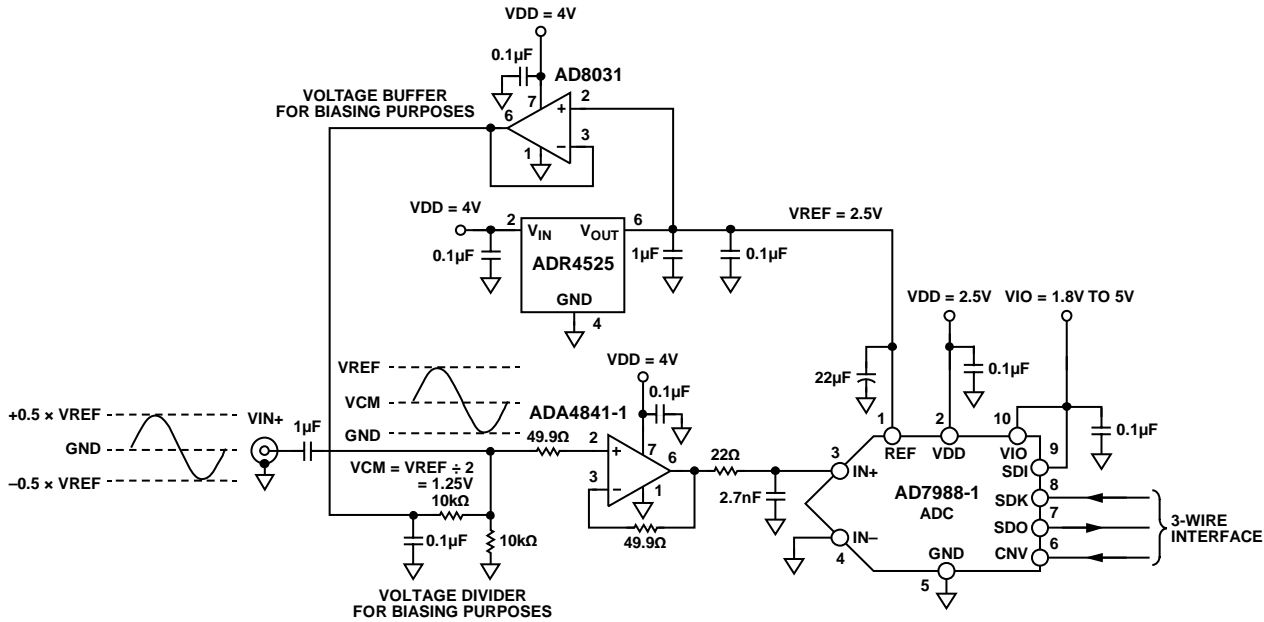


图5. 增强型电路，包括共模缓冲器，用于在交流耦合应用中确定输入电压范围的中心

表2. 计算的电源电流贡献，包括VCM缓冲器(AD8031)

加载	描述	电源电流	电源电压	功耗
ADC	AD7988-1	150 μA	2.5 V	375 μW
驱动器	ADA4841-1	1.1 mA	4 V	4.4 mW
基准电压源	ADR4525	600 μA	4 V	2.4 mW
VCM缓冲器	AD8031	750 μA	4 V	3 mW
总计				10.17 mW

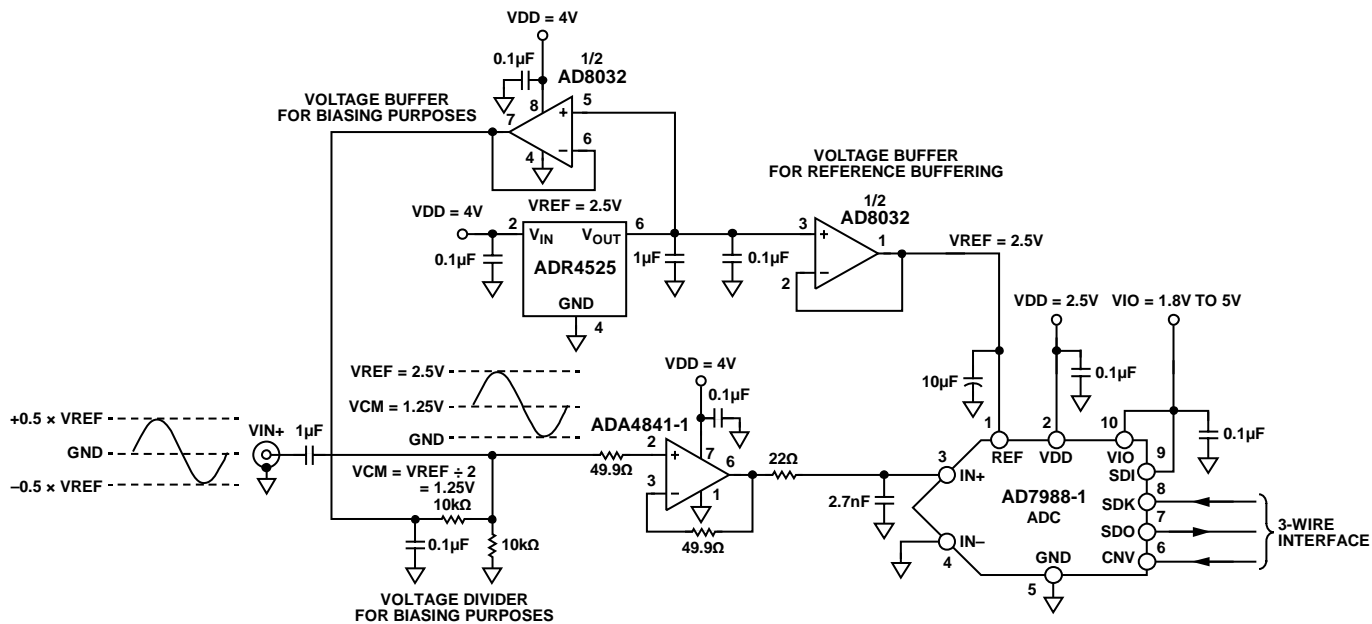


图6. 增强型电路，包括共模和基准电压缓冲器

添加基准电压缓冲器

在不同电路共享基准电压源的应用中，可能需要缓冲基准电压以确保最佳性能。本实例中，使用AD8032(AD8031的双通道版本)非常有效，如图6所示。如果缓冲ADC基准输入，去耦值可降低至尽可能靠近该器件的10 μF陶瓷芯片电容。

图7和图8分别显示了AD7988-1和AD7988-5的性能，同时使用AD8032放大器建立VCM电平并缓冲基准电压，如图6所示。此电路实施于EVAL-CN0255-SDPZ评估板上。

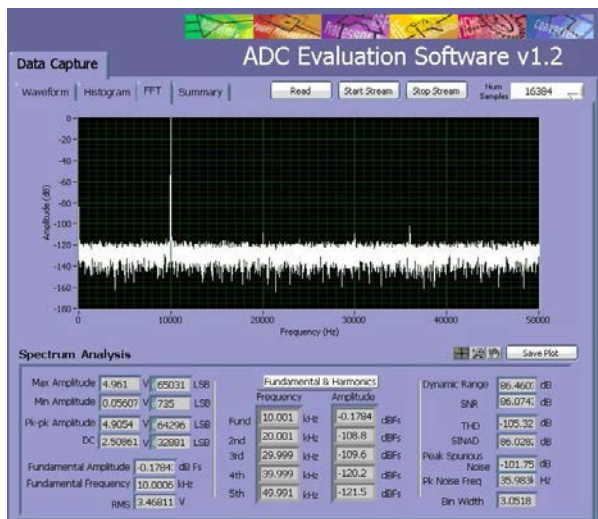


图7. AD7988-1在10 KHZ输入音下测得的交流性能，采样速率100 KSPS

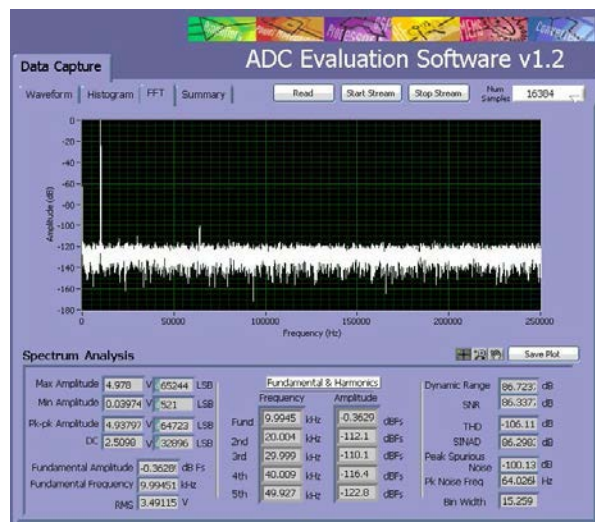


图8. 针对类似配置，使用500 KSPS AD7988-5在10 KHZ输入音下测得的交流性能

CN-0255

电路评估与测试

设备要求(可以用同等设备代替)

- EVAL-CN0255-SDPZ
- 系统演示板(EVAL-SDP-CB1Z)
- 函数发生器/信号源，例如这些测试中使用的 Audio Precision SYS-2522。
- 电源，2.5 V及4 V
- 带USB端口的PC、USB电缆，安装10引脚PulSAR软件

设置与测试

交流性能测量设置的功能框图如图9所示。将2.5 V和4 V电源连接至评估板电源引脚。

为了测量频率响应，按照图9所示连接设备。将Audio Precision SYS-2522信号发生器设置为10 kHz频率和2.5 V p-p正弦波，并具有1.25 V直流漂移。使用评估板软件记录数据。

软件分析是评估板软件的一部分，使用户可以采集并分析直流和交流性能。

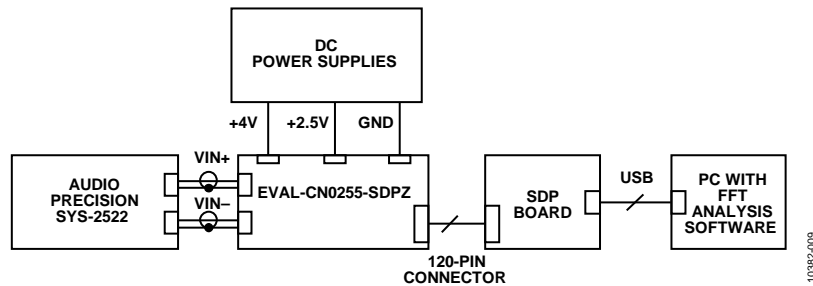


图9. 用于测量交流性能的电测试设置

了解详情

CN0255 Design Support Package:

<http://www.analog.com/CN0255-DesignSupport>

System Demonstration Platform (SDP) website

MT-021 Tutorial, *Successive Approximation ADCs*, Analog Devices

Voltage Reference Selection and Evaluation Wizard, Analog Devices

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-0255 Circuit Evaluation Board (EVAL-CN0235-SDPZ)

System Demonstration Platform (EVAL-SDP-CB1Z)

AD7988-1 Data Sheet

AD7988-5 Data Sheet

ADR4525 Data Sheet

AD8031 Data Sheet

AD8032 Data Sheet

ADA4841-1 Data Sheet

修订历史

2013年12月—修订版0至修订版A

更改标题..... 1

2012年4月-版本0：初始版

(Continued from first page) Circuits from the Lab reference designs 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 reference designs 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 reference designs. Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, Circuits from the Lab reference designs 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 reference designs at any time without notice but is under no obligation to do so.

©2012–2013 Analog Devices, Inc. All rights reserved. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.
CN10382sc-0-12/13(A)

