

Circuits from the Lab™
Reference Circuits

利用 ADI 公司产品进行电路设计
放心运用这些配套产品迅速完成设计。
欲获得更多信息和技术支持，请拨打 4006-100-006 或
访问 www.analog.com/zh/circuits。

连接/参考器件

AD8475	完全差分衰减放大器和 ADC 驱动器
AD7982	完全差分、18 位、1 MSPS SAR ADC
ADR435	超低噪声 XFET® 基准电压源，具有吸电流和源电流能力

用于工业级信号的精密单电源差分 ADC 驱动器 (CN0180)

电路功能与优势

标准单端工业信号电平 ($\pm 5\text{ V}$ 、 $\pm 10\text{ V}$ 或 0 V 至 $+10\text{ V}$) 与现代高性能 16 位或 18 位单电源 SAR 型 ADC 的差分输入范围并不直接兼容，需要使用适当的接口驱动电路对工业信号进行衰减、电平转换和差分转换，使其具有与 ADC 输入要求相匹配的正确幅度和共模电压。虽然可以利用电阻网络和双通道运放来设计适当的接口电路，但电阻的比率匹配误差和放大器之间的误差会形成最终输出端的误差。特别是在低功耗水平上，实现所需的输出相位匹配和建立时间可能非常困难。

图 1 所示电路采用差分放大器 AD8475 执行衰减、电平转换和差分转换，无需任何外部元件。其交流和直流性能兼容 18 位、1 MSPS AD7982 PulSAR® ADC 以及该系列的其它 16/18 位产品，采样速率可高达 4 MSPS。

AD8475 是一款全差分衰减放大器，集成精密薄膜增益设置电阻，可提供精密衰减 ($0.4\times$ 或 $0.8\times$)、共模电平转换、单端差分转换及输入过压保护等功能。采用 5 V 单电源供电时，其功耗仅为 15 mW 。18 位、1 MSPS AD7982 的功耗仅为 7 mW ，比竞争产品低 30 倍。该组合的总功耗仅为 22 mW 。

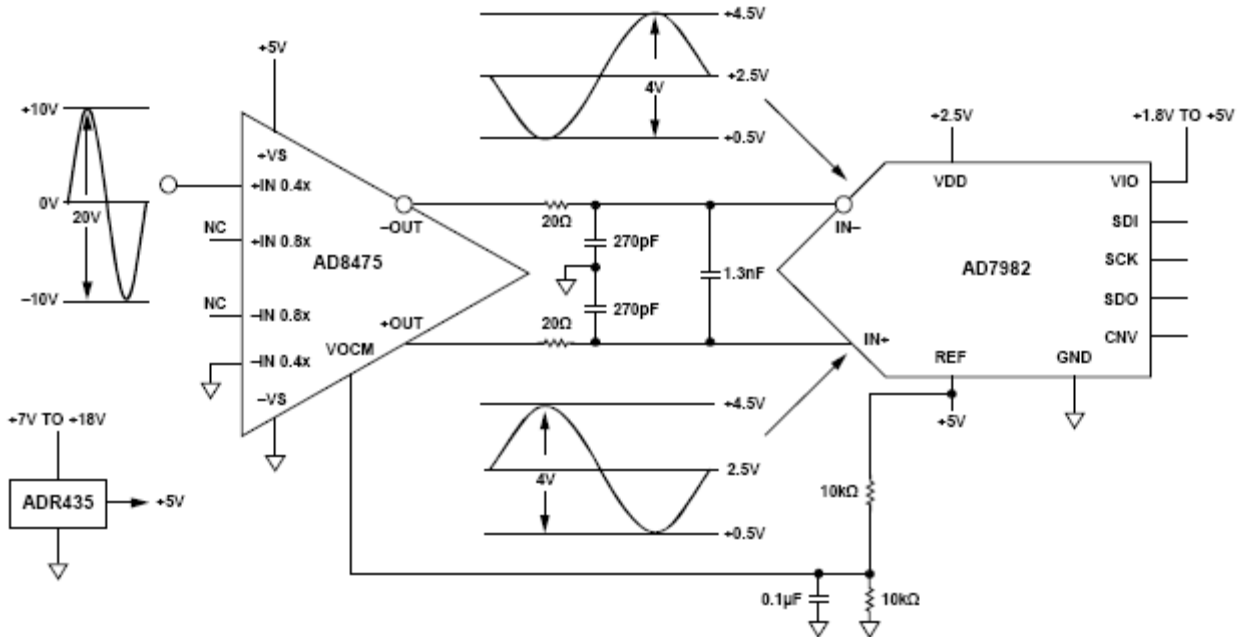


图1. 单端转差分 ADC 驱动器 (原理示意图: 未显示去耦和所有连接)

Rev.0

“Circuits from the Lab” 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 “Circuit from the Lab”. (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
Fax: 781.461.3113 ©2010 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

电路描述

采用 5 V 单电源供电时，衰减放大器 AD8475 和 18 位差分 ADC AD7982 可以在高精度模拟前端系统中用于处理大电压信号。

AD8475 通过其集成的精密调整电阻，将输入信号衰减 0.4 倍。采用 5 V 单电源时，它支持高达 25 V 峰峰值的电压。在低频时，差分轨到轨输出仅需 50 mV 的裕量。AD8475 可以由真差分输入驱动，或者由单端输入驱动并提供单端差分转换，如图 1 所示。

AD8475 与 ADC 之间的 RC 网络构成一个单极点滤波器，可降低不良混叠效应和高频噪声。该滤波器的共模带宽为 29.5 MHz (20 Ω 、270 pF)，差分带宽为 3.1 MHz (40 Ω 、1.3 nF)。

AD7982 是一款 18 位、逐次逼近(SAR)型 ADC，采用单电源 (VDD) 供电。I/O 接口电压 VIO 可以在 1.8 V 至 5 V 范围内设置，取决于接口逻辑电源。AD7982 具有真差分输入端，支持高达 $\pm V_{REF}$ 的电压。ADR435 是一款 5 V、低噪声 (8 μ V 峰峰值，0.1 Hz 至 10 Hz)、高精度 (B 级为 ± 2 mV) 基准电压源，用于提供 AD7982 的 REF 电压和差分驱动器 AD8475 的电源电压。

两个连接到 ADR435 输出端的 10 k Ω 电阻构成一个分压器，用于设置 AD8475 输出端的 2.5 V 共模电压 (VOCM)。这使得输入差分信号以最佳共模输入电压为中心，从而最大化 ADC 的动态范围。

对于 20 V 峰峰值单端输入信号，各差分输出端产生一个摆幅为 +0.5 V 至 +4.5 V、180° 反相的信号。

将一个 20 kHz、20 V 峰峰值信号输入 AD8475 时，最终 SNR 为 96.3 dBFS，THD 为 -112.3 dBFS；这两个参数均参考 AD7982 的满量程范围，如图 2 的 FFT 图所示。

FFT 图下方表格所示的信号电平是在 AD7982 的输入端测得。此点的满量程范围为 10 V 峰峰值差分，反映到 AD8475 的输入端为 25 V 峰峰值。输入测试信号为 20 V 峰峰值，所产生的信号比 ADC 的满量程输入低 2 dB。

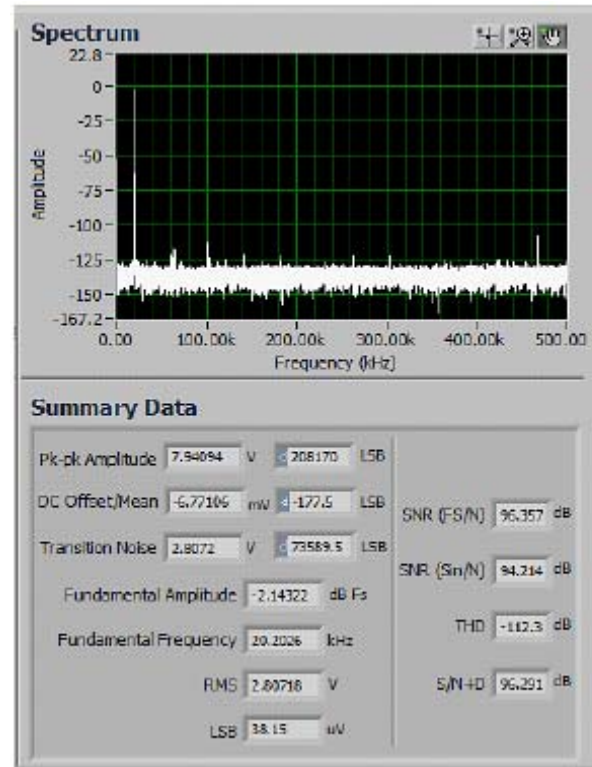


图2. 20 kHz 信号的 FFT 图，比满量程低 2 dB，采样频率 1 MSPS

注意在这些条件下，AD8475 各输出端的摆幅为供电轨的 ± 500 mV 范围，由于它为轨到轨输出结构，因此仍能实现出色的失真性能。

此电路已利用 AD8475 评估板 (EVAL-AD8475Z) 和 ADI 公司的 PulSAR 评估板及软件进行过测试。EVAL-AD8475Z 是一款客户评估板，旨在简化对 AD8475 性能和功能的独立测试。该评估板还能结合 ADI 公司的任何 SAR 转换器进行快速测试，其输出连接器能够直接与 PulSAR 评估板 (EVAL-AD76xx-CBZ) 的模拟输入连接器 (SMB) 相连。ADC 转换器评估和开发板 (EVAL-CED1Z) 将该设置通过 USB 连接到一台 PC，如图 3 所示。

AD8475 的输入信号由 Audio Precision® AP2700 源提供。基于 LabVIEW® 的 PulSAR 评估软件可以用来控制 Audio Precision 输入信号，还能用来监控 ADC 的输入端和输出端。

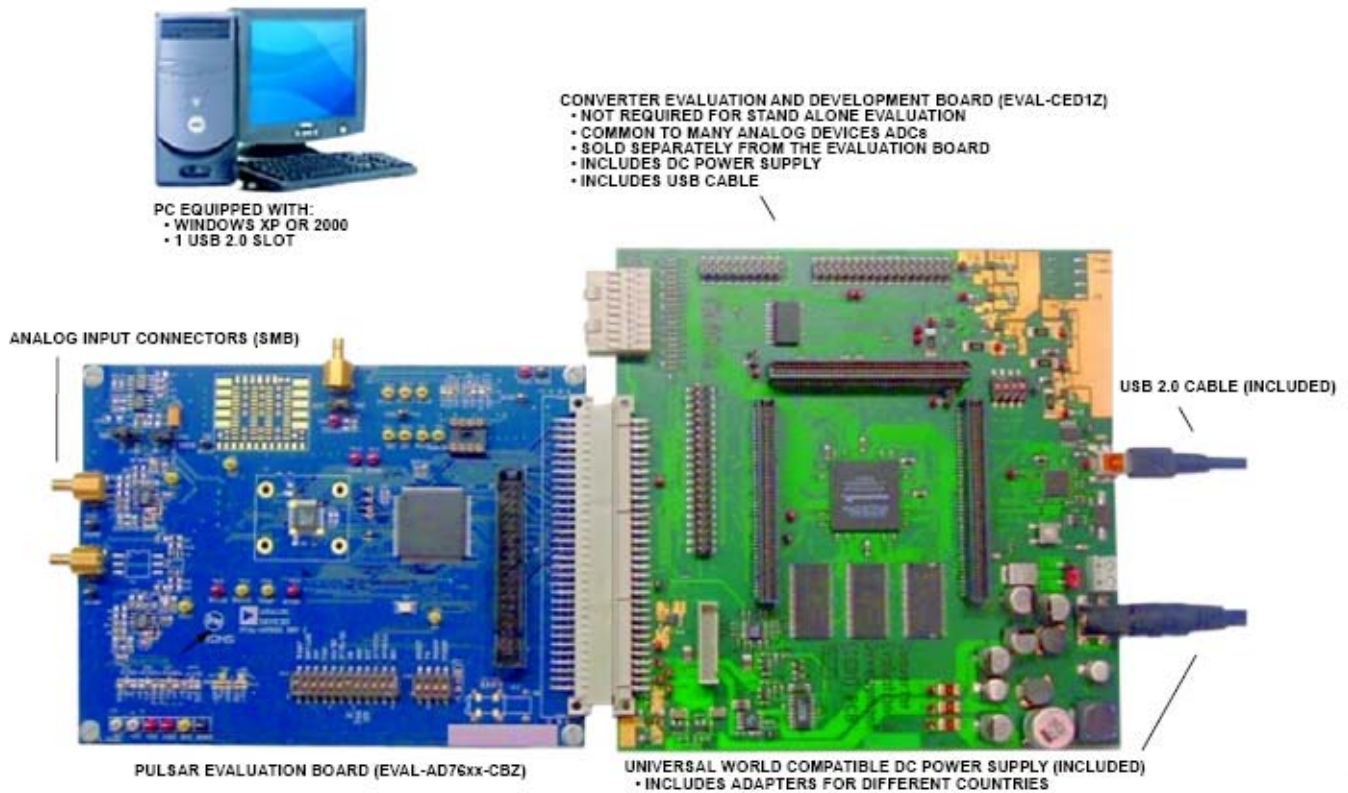


图3. SAR ADC 转换器评估平台。注意：AD8475 差分放大器评估板连接到 PulSAR ADC 评估板的 SMB 模拟输入连接器

常见变化

经验证，采用图中所示的元件值，该电路能够稳定地工作，并具有良好的精度。可以使用ADI公司的其它模数转换器代替AD7982，以实现所需的最高性能。AD8475最高能够驱动18位、4 MSPS的ADC，性能下降幅度极小。采样速率较快的18位ADC包括AD7984 (1.33 MSPS)和AD7986 (2 MSPS)。差分16位ADC包括AD7688 (500 kSPS)和AD7693 (500 kSPS)。

AD8475也可以直接用来驱动单端或伪差分输入ADC。可以将AD8475的轨到轨输出端驱动到各供电轨的0.5 V范围内，而不会引起交流性能的明显下降。

通过驱动IN 0.8×输入端，AD8475也能提供0.8倍的差分衰减。其电源电压非常灵活，既可以采用3 V至10 V单电源供电，也可以采用最高±5 V的双电源供电。

进一步阅读

[ADI DiffAmpCalcuator™ Design Tool](#)

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

[Kester, Walt. 2004. *Analog-Digital Conversion*. Analog Devices. ISBN 0916550273. Chapter 9. Also available as *The Data Conversion Handbook*. Elsevier/Newnes. 2005. ISBN 0750678410, Chapter 9.](#)

[Kester, Walt. 2006. *High Speed System Applications*. Analog Devices. Chapter 2, "Optimizing Data Converter Interfaces." MT-031 Tutorial, *Grounding Data Converters and Solving the Mystery of "AGND" and "DGND."* Analog Devices. MT-101 Tutorial, *Decoupling Techniques*. Analog Devices.](#)

[MT-035 Tutorial, *Op Amp Inputs, Outputs, Single-Supply, and Rail-to-Rail Issues*, Analog Devices.](#)

[MT-074 Tutorial, *Differential Drivers for Precision ADCs*,](#)

Analog Devices.

MT-075 Tutorial, *Differential Drivers for High Speed ADCs*

Overview, Analog Devices.

MT-076 Tutorial, *Differential Driver Analysis*, Analog Devices.

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

数据手册和评估板

Converter Evaluation and Development (CED) Board

(EVAL-CED1Z)

Pulsar ADC Evaluation Platform

AD7982 Data Sheet

AD7982 Evaluation Board (EVAL-AD76XXCBZ)

AD8475 Data Sheet

AD8475 Evaluation Board (EVAL-AD8475Z).

ADR435 Data Sheet

修订历史

10/10—Rev. 0: Initial Version

(Continued from first page) "Circuits from the Lab" 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" 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". 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" at any time without notice, but is under no obligation to do so. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.

©2010 Analog Devices, Inc. All rights reserved. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.
CN09411sc-0-10/10(0)



www.analog.com