

AD7626	16 位、10 MSPS PulSAR 差分 ADC
ADA4932-1	低功耗差分 ADC 驱动器
AD8031	2.7 V、800 μ A、80 MHz 轨到轨输入/输出放大器

16 位 10 MSPS ADC AD7626 的单端转差分高速驱动电路

电路功能与优势

图 1 所示电路可将高频单端输入信号转换为平衡差分信号, 用于驱动 16 位 10 MSPS PulSAR® ADC AD7626。该电路采用低功耗差分放大器 ADA4932-1 来驱动 ADC, 最大限度提升 AD7626 的高频输入信号音性能。此器件组合的真正优势在于低功耗、高性能。

AD7626 具有突破业界标准的动态性能, 在 10 MSPS 下信噪比为 91.5 dB, 实现 16 位 INL 性能, 无延迟, LVDS 接口, 功耗仅有 136 mW。AD7626 使用 SAR 架构, 主要特性是能够以 10 MSPS 无延迟采样, 不会发生流水线式 ADC 常有的“流水线延迟”, 同时具备出色的线性度。

ADA4932-1 具有低失真 (10 MHz 时 100 dB SFDR)、快速建立时间 (9 ns 达到 0.1%)、高带宽 (560 MHz, -3 dB, $G = 1$) 和低电流 (9.6 mA) 等特性, 是驱动 AD7626 的理想选择。它还能轻松设定所需的输出共模电压。

该组合提供了业界先进的动态性能并减小了电路板面积: AD7626 采用 5 mm $\times$ 5mm、32 引脚 LFCSP 封装, ADA4932-1 采用 3mm $\times$ 3mm、16 引脚 LFCSP 封装, AD8031 采用 5 引脚 SOT23 封装。

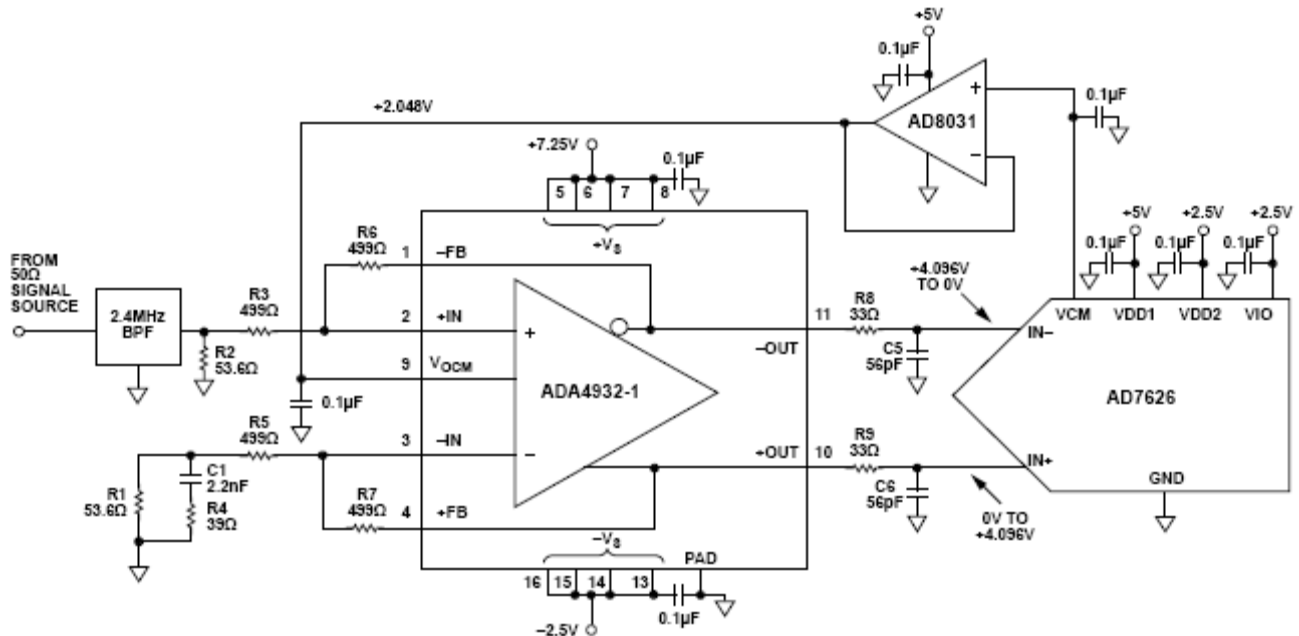


图1. ADA4932-1 驱动AD7626 (未显示去耦和所有连接)

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

采用差分放大器成功驱动 ADC 需要正确平衡差分放大器的各端。

图 1 显示了 ADA4932-1、AD7626 和相关电路的原理图。在使用的测试电路中，信号源之后配置有 2.4 MHz 带通滤波器。该带通滤波器能抑制 2.4 MHz 信号的谐波，并确保只有目标频率的信号能够通过并由 ADA4932-1 和 AD7626 进行处理。本例中信号源的特性阻抗为 50 Ω，通过带通滤波器交流耦合到 ADA4932-1。将信号源施加于 ADA4932-1 的正输入时，要求信号源也以 50 Ω 正确端接（通常情况下任何源阻抗均可）。选中端接电阻 R2，以使 R2 与 ADA4932-1 输入阻抗的并联组合等于 50 Ω。ADA4932-1 输入阻抗（观察电阻 R3）的计算公式如下：

$$R_{IN} = \frac{R_G}{1 - \frac{R_F}{2 \times (R_G + R_F)}}$$

其中 $R_G = R_3 = R_5 = 499 \Omega$ ， $R_F = R_6 = R_7 = 499 \Omega$ 。根据这些值，本电路的输入阻抗约为 665 Ω。ADA4932-1 的输入阻抗 665 Ω 与 R2 的电阻 53.6 Ω 并联后为 50 Ω（即输入源阻抗）。

为使 ADA4932-1 的两个输入端保持适当平衡和对称，与输入源阻抗等效的戴维南阻抗和端阻抗必须添加到反相输入端。在这种情况下，就涉及到滤波器的交流特性。

如图 1 所示，戴维南等效网络显示在 ADA4932-1 的反相输入端。频率为 2.4 MHz 时，此电路性能得到优化。C1 和 R4 串联组合后，与电阻 R1 并联。频率为 2.4 MHz 时，C1 和 R4 的复合串联组合等于 55.6 Ω。与 R1 并联的 55.6 Ω 阻抗与戴维南等效电路在同相输入端的输入阻抗只有几欧姆之差。两个输入的匹配可确保输出对称、均衡且经过优化，可实现最低失真。

有关单端输入端接方法的详细说明，请参阅 [应用笔记 AN-1026 “高速差分 ADC 驱动器设计考虑”](#)。此外，[ADI 公司 DiffAmpCalcuator™ 设计工具](#) 大大简化了这一操作，并针对与差分放大器设计有关的其他问题提供了独到见解。

ADA4932-1 差分驱动器的增益配置约为 1（单端输入至差分输出）。由于 50 Ω 信号源以及在 ADA4932-1 输入端匹配的端阻抗的作用，相对于戴维南等效信号源电压，通道的净总增益大约为 0.5。

使用配置为单位增益缓冲器的 [AD8031](#) 来缓冲 AD7626 的 VCM 输出电压（标称 +2.048 V），即可设定 ADA4932-1 输出的共模电压。AD8031 为 ADA4932-1 V_{OCM} 引脚提供低源阻抗，并能驱动大型旁路电容，如图 1 所示。

当驱动 AD7626（带开关电容输入的 10 MSPS ADC）的高频输入时，ADA4932-1 的作用尤其显著。ADA4932-1 和 AD7626 的 IN+ 和 IN- 引脚之间的电阻（R8、R9）和电容（C5、C6）电路可充当低通噪声滤波器。该滤波器限制了 AD7626 的输入带宽，但其主要功能是优化驱动放大器和 AD7626 之间的接口。串联电阻将驱动放大器与 ADC 开关电容器前端的高频开关尖峰隔离。AD7626 数据手册显示了 20 Ω 和 56 pF 的值。在图 1 所示电路中，这些值根据实际应用优化为 33 Ω 和 56 pF。若要针对转换中的电路和输入频率对电阻-电容组合进行略微优化，只需改变 R-C 组合即可。但是切记，若组合不当，将限制 AD7626 的总谐波失真（THD）和线性度性能。此外，ADC 带宽的增加会引起更多噪声。

ADA4932-1 电源电压的选择也得到了优化。在电路中，对应于 4.096 V 的内部基准电压，AD7626 的输出共模电压（VCM 引脚）为 2.048 V，每个输入（IN+、IN-）在 0 V 和 +4.096 V 之间摆幅，发生 180° 错相，这提供了 ADC 的 8.2 V 满量程差分输入。对于线性运算的每个电源电压，ADA4932-1 输出级需要大约 1.4 V 的裕量。当电源电压关于共模电压大致对称时，能获得最佳失真性能。如果选定 -2.5 V 负电源，则至少需要大约 +6.5 V 正电源才能关于 2.048 V 共模电压对称。

实验表明, +7.25 V 正电源可为 2.4 MHz 信号音提供最佳的总失真性能。

使用低抖动时钟源和AD7626 的单音-1 dBFS幅度 2.402 MHz 输入, 可产生图 2所示的FFT结果: 信噪比为 88.49 dB, 总谐波失真为-86.17 dBc。从图中可以看到, 基波的谐波重新混叠到通带。例如, 采样率为 10 MSPS时, 三次谐波(7.206 MHz)会在 10.000 MHz-7.206 MHz = 2.794 MHz混叠到通带。图 3所示为-6 dBfs幅度信号音的第二个FFT坐标图。

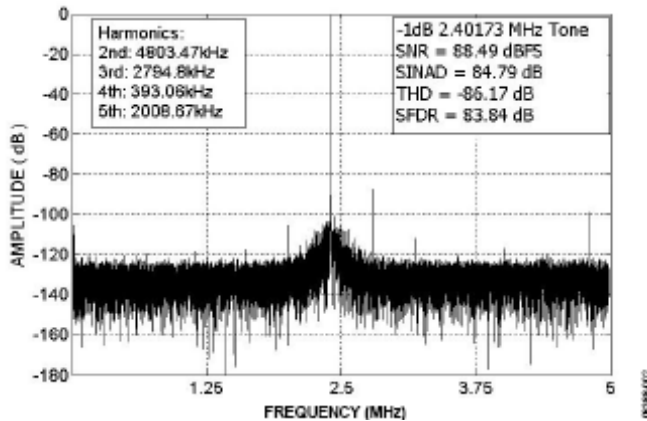


图2. AD7626 输出, 64,000 点, FFT 坐标图, -1 dBFS 幅度, 2.40173 MHz 的输入信号音, 10.000 MSPS 采样率

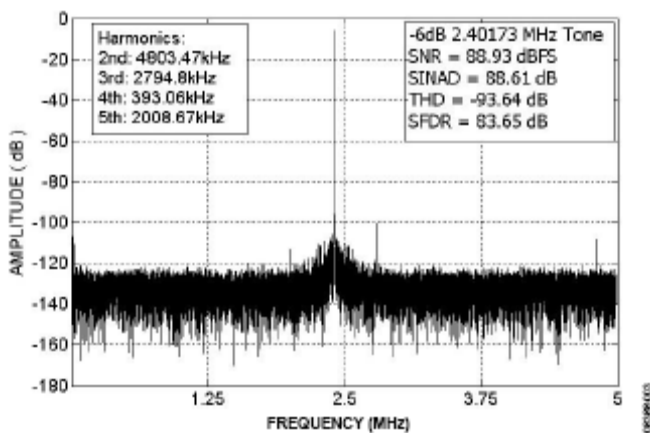


图3. AD7626 输出, 64,000 点, FFT 坐标图, -6 dBFS 幅度, 2.40173 MHz 输入信号音, 10.000 MSPS 采样率

计算信噪比和总谐波失真时, 用整个奈奎斯特带宽的平均噪声取代了电路所用带通滤波器的通带准许通过的非谐波噪声。

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)、元件放置、信号路由以及电源层和接地层。(有关PCB布局的详细信息, 请参见[MT-031 教程](#)、[MT-101 教程](#)和[高速印刷电路板布局实用指南](#)一文。)

AD7626—典型连接和基准电压配置

AD7626 的典型连接图见图 4。AD7626 集成一个内部基准电压源, 还可根据系统要求提供两个外部基准电压源。将 [ADR280](#)基准输出(1.2 V)施加到REFIN引脚可产生基准电压, 然后由片内基准电压缓冲内部放大到正确的ADC基准电压 4.096 V。ADR280 可由用于AD7626 的同一 5 V模拟供电轨供电, 同时使用片内基准电压缓冲。或者, 也可以将 4.096 V外部基准电压([ADR434](#)或[ADR444](#))施加到ADC的非缓冲REF输入。此做法在多通道应用中很常见, 在此类应用中, 系统基准电压通常是分立缓冲的(使用AD8031), 并且由所有ADC通道共享。ADR434 和ADR444 的配置也极其适用于单通道应用, 此类应用需要较低的基准电压源温度系数([ADR434B](#)和[ADR444B](#)最大为 3 ppm/°C)。用于为放大器ADA4932-1 供电的正供电轨也能为ADR434 或ADR444 的VIN电源引脚供电。

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。虽然此电路为直流耦合, 但应用于交流耦合也很常见。该电路的常见变化包括单电源电压、以差分方式驱动的输入以及需要信号衰减的输入。其它 ADC 驱动/差分放大器也可用于根据具体应用调整性能(如功率、噪声、带宽、架构等)。

如AD7626 数据手册所示, 当输入频率为 1MHz或更低时, 推荐使用驱动放大器[ADA4899-1](#)。如数据手册中AD7626 典型工作特性一节的高频坐标图所示, 使用ADA4938-1 可通过最高达 10 MHz的高速信号有效驱动AD7626。

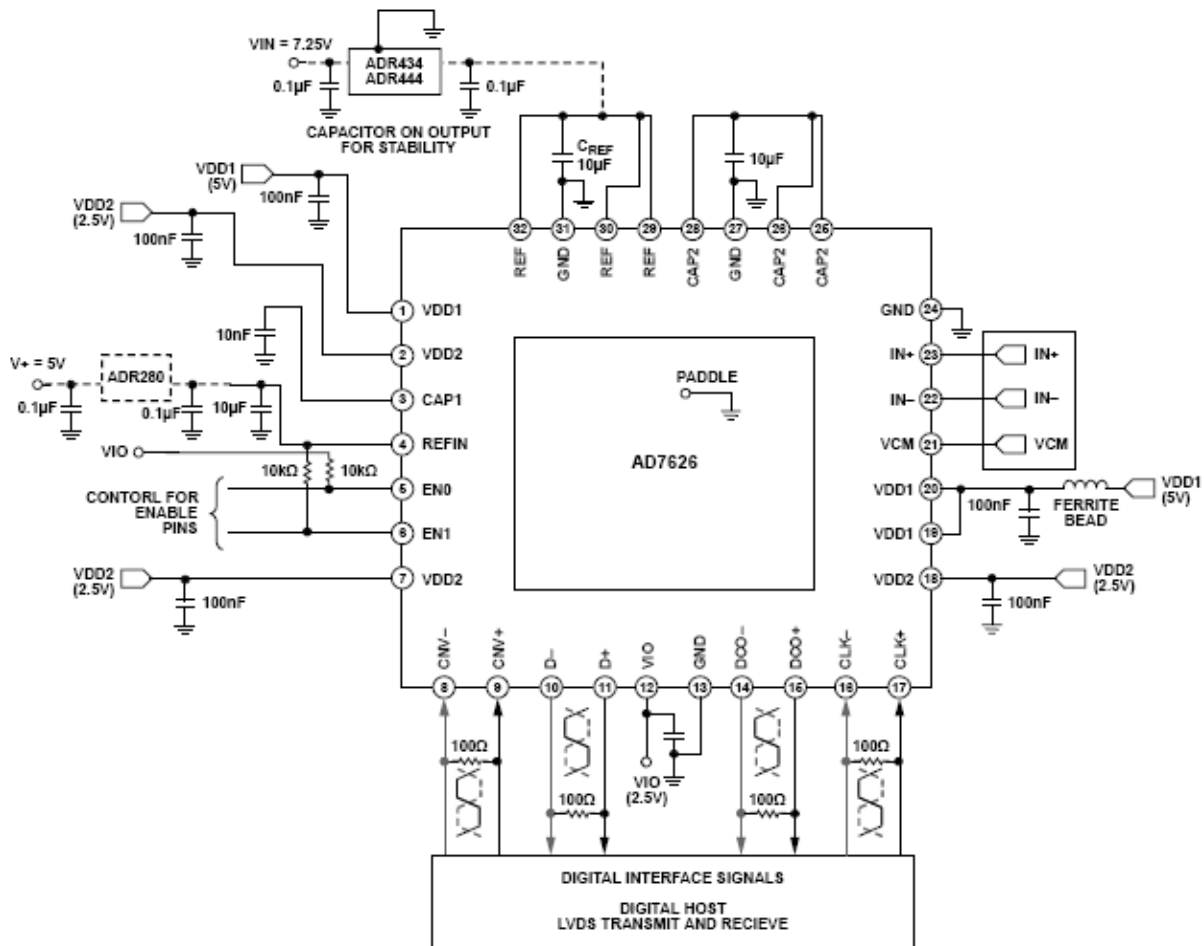


图 4. AD7626 的典型连接图 (显示去耦和 LVDS 接口连接)。

进一步阅读

Ardizzoni, John, and Jonathan Pearson, *High Speed Differential ADC Driver Design Considerations*, Application Note AN-1026, Analog Devices.

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

AN-742 Application Note, *Frequency Domain Response of Switched Capacitor ADCs*. Analog Devices.

AN-827 Application Note, *A Resonant Approach to Interfacing Amplifiers to Switched-Capacitor ADCs*. Analog Devices.

Kester, Walt. 2006. *High Speed System Applications*. Analog Devices. Chapter 2, "Optimizing Data Converter Interfaces."

MT-073 Tutorial, *High Speed Variable Gain Amplifiers*. 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-031 Tutorial, *Grounding Data Converters and Solving the Mystery of "AGND" and "DGND."* Analog Devices.

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

ADI DiffAmpCalculator™ Design Tool

数据手册和评估板

AD7626 Data Sheet

AD7626 Evaluation Board

ADA4932-1 Data Sheet

AD8031 Data Sheet

修订历史

7/10—Revision 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.
CN08388sc-0-7/10(0)

www.analog.com