

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

AD7195	4.8 kHz、超低噪声、24 位、 Σ - Δ 型 ADC，内置 PGA 和交流激励
ADP3303	5 V 低压差线性调节器
ADP3303	3.3 V 低压差线性调节器

利用内置 PGA 和交流激励的 24 位 Σ - Δ 型 ADC AD7195 实现精密电子秤设计

电路功能与优势

该电路为采用 AD7195 构建的交流激励电子秤系统。AD7195 是一款超低噪声、低漂移 24 位 Σ - Δ ADC，内置 PGA 和驱动器来实现称重传感器的交流激励。该器件将大多数系统构

建模块置于芯片内，因此能够简化电子秤设计。在 4.7 Hz 至 4.8 kHz 的完整输出数据速率范围内，AD7195 均能保持良好的性能，可用于以较低速度工作的电子秤系统，以及较高速电子秤系统。

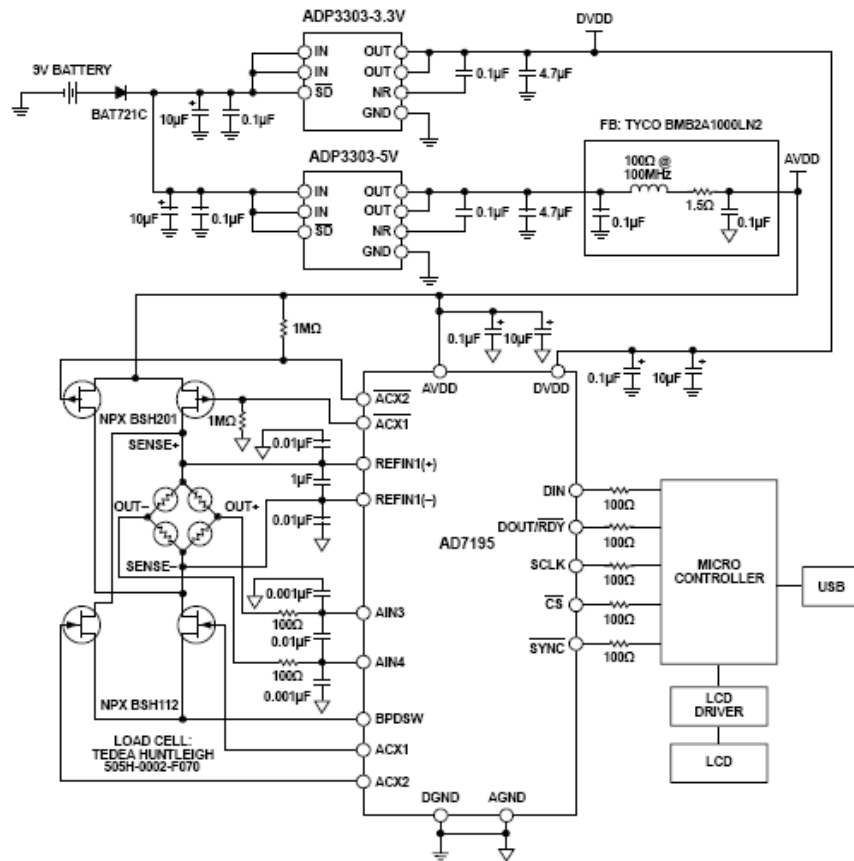


图1. 采用内置交流激励的 AD7195 的电子秤系统（简化原理图，未显示所有连接）

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)

电路描述

利用交流激励，即可使用外部MOSFET来切换称重传感器的激励电压极性。然后对相邻值求平均值，以消除直流感应偏差。AD7195 包含内部逻辑来控制外部MOSFET的开关。来自AD7195 的驱动信号经过精确定时，非重叠，可确保在切换桥式驱动电压的极性时不会发生短路。上拉和下拉电阻 1 M Ω 连接到 $\overline{\text{ACX2}}$ 和ACX2，防止上电时短路。

AD7195 提供一种集成式交流激励称重传感器解决方案。AD7195 可接受反向基准电压，当称重传感器的激励电压反向时，就需要这种特性。AD7195 将交流激励与转换保持同步，然后求平均值。只需用到很少的外部元件。除了 MOSFET 晶体管外，只需在模拟输入端用一些滤波器，在基准电压引脚上配置一些电容等外部元件，便可满足电磁屏蔽(EMC)要求。

来自称重传感器的低电平信号由 AD7195 的内置 PGA 放大。该 PGA 经过编程，以 128 的增益工作。AD7195 的转换结果通过 USB 接口送至 PC。使用 Labview 软件可将转换结果转换为重量并显示。

图 2所示为实际的测试设置。为实现最佳系统性能，该测试设置使用一个 6 线式称重传感器。除激励、接地和 2 个输出连接外，6 线式称重传感器还有 2 个检测引脚。这些检测引脚分别与惠斯登电桥的高端和低端相连。因此，尽管线路电阻会引起压降，但仍能精确测量该电桥上产生的电压。此外，AD7195 具有差分模拟输入，接受差分基准电压。称重传感器差分SENSE线路与AD7195 基准电压输入端相连，可构成一个比率式配置，不受电源激励电压的低频变化影响，也无需精密基准电压源。如果采用 4 线式称重传感器，则不存在检测引脚，ADC基准电压引脚将与激励引脚EXC +和EXC -相连。这种配置中，由于存在线路电阻，EXC +/EXC -引脚与SENSE+/SENSE-之间将有压降，因此系统不是完全比率式。

AD7195 具有单独的模拟电源引脚和数字电源引脚。模拟部分必须采用 5 V 电源供电。数字电源独立于模拟电源，可以为 2.7 V 至 5.25 V 范围内的任意电压供电。

微控制器采用 3.3 V 电源。因此，DVDD 也采用 3.3 V 电源供电。这样就无需外部电平转换，从而可以简化 ADC 与微控制器之间的接口。



图2.采用AD7195 的电子秤系统设置

有多种方法可以为该电子秤系统供电，例如：利用主电源或利用电池（如图 1所示）供电。一个 5 V 低噪声稳压器用来确保AD7195 和称重传感器获得低噪声电源。ADP3303 (5 V) 是一款低噪声调节器，用来产生 5 V 电源。虚线框内显示的滤波器网络用来确保系统获得低噪声AVDD。此外，按照ADP3303 (5 V)数据手册的建议，在调节器输出端配有降噪电容。为优化电磁屏蔽性能，调节器输出先经过滤波，然后再给AD7195 和称重传感器供电。3.3 V 数字电源可利用ADP3303 (3.3 V)调节器产生。由于电源或接地层上的任何噪声都会给系统带来噪声，导致电路性能降低，因此必须用低噪声调节器产生供给AD7195 和称重传感器的全部电源。

如果使用灵敏度为 2 mV/V 的 2 kg 称重传感器，则激励电压为 5 V 时，来自称重传感器的满量程信号为 10 mV。称重传感器具有相关失调电压或 TARE。此 TARE 的幅度最高可达称重传感器满量程输出信号的 50%。称重传感器还有最高可达满量程 $\pm 20\%$ 的增益误差。一些客户利用 DAC 来消除或抵消 TARE。如果 AD7195 采用 5 V 基准电压，则增益设置为 128 且器件配置为双极性工作模式时，其模拟输入范围等于 $\pm 40\text{mV}$ 。相对于称重传感器的满量程信号(10 mV)而言，AD7195 的模拟输入范围较宽，这有利于确保称重传感器的失调电压和增益误差不会使 ADC 前端过载。

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.

当一阶滤波器陷波设置值为 4.7Hz 时, AD7195 的均方根噪声为 6 nV, 峰峰值噪声为 40 nV。当使用交流激励时(选中 Sinc4 滤波器), 这相当于 1.17 Hz 的输出数据速率。无噪声采样数等于

$$\frac{10 \text{ mV}}{40 \text{ nV}} = 250,000 \quad (1)$$

The resolution in grams is, therefore, equal to

$$\frac{2 \text{ kg}}{250,000} = 0.008 \text{ g} \quad (2)$$

The noise free resolution is equal to

$$\log_2(250,000) = \frac{\log_{10}(250,000)}{\log_{10}(2)} = 17.9 \text{ bits} \quad (3)$$

在实际操作中, 称重传感器本身会引入一定的噪声。图 3 显示将 1 kg 重物置于称重传感器上, 并收集 500 次转换结果所测得的输出性能。软件计算的系统噪声为 10nV (均方根值) 和 51nV (峰峰值), 相当于 196,000 无噪声数或 17.5 位无噪声分辨率(根据测得的峰峰值噪声计算得出)。

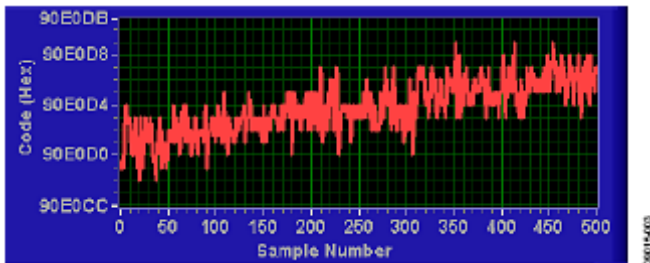


图 3. 500 次采样所测得的输出码, 体现出噪声的影响

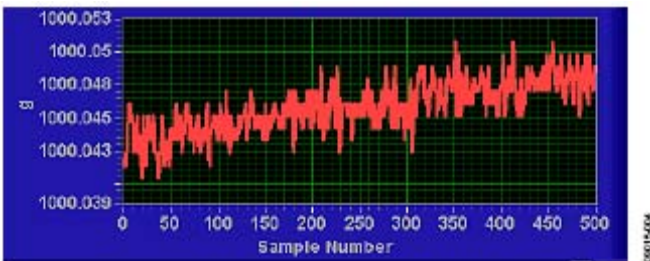


图 4. 500 次采样所测得的输出 (单位为克), 体现出噪声的影响

图 4 显示重量方面的性能。相对于 500 个码, 输出的峰峰值变化量为 0.01 克。因此, 该电子秤系统的精度达到 0.01 克。

上图所示为连接称重传感器之后, 从 AD7195 回读得到的实际(原始)转换结果。在实际操作中, 电子秤系统会采用数字后置滤波器。在后置滤波器中另外执行均值计算会进一步提高无噪声采样数, 但数据速率会降低。

与其它高精度电路一样, 必须采用适当的布局、接地和去耦技术。欲了解更多信息, 请参考教程 MT-031—“实现数据转换器的接地并解开 AGND 和 DGND 的谜团”, 以及教程 MT-101—“去耦技术”。

常见变化

有关其他无需交流激励的电子秤电路, 请参加电路笔记 CN-0102、CN-0107、CN-0108、CN-0118 和 CN-0119。

进一步阅读

Kester, Walt. 1999. *Sensor Signal Conditioning*. Sections 2, 3, 4. Analog Devices.

MT-004 Tutorial, *The Good, the Bad, and the Ugly Aspects of ADC Input Noise—Is No Noise Good Noise?* Analog Devices.

MT-022 Tutorial, *ADC Architectures III: Sigma-Delta ADC Basics*, Analog Devices.

MT-023 Tutorial, *ADC Architectures IV: Sigma-Delta ADC Advanced Concepts and Applications*, 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

[AD7195 Data Sheet](#)

[AD7195 Evaluation Board](#)

[ADP3303 Data Sheet](#)

修订历史

7/10—Revision 0: Initial Release

(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.