

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

AD7190	内置 PGA 的 4.8 kHz、超低噪声、24 位 Σ - Δ 型 ADC
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 的 24 位 Σ - Δ 型 ADC AD7190 实现精密电子秤设计

电路功能与优势

本电路为电子秤系统，采用超低噪声、低漂移、内置 PGA 的 24 位 Σ - Δ 型 ADC AD7190。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，AD7190 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，以及料斗秤等较高速电子秤系统。

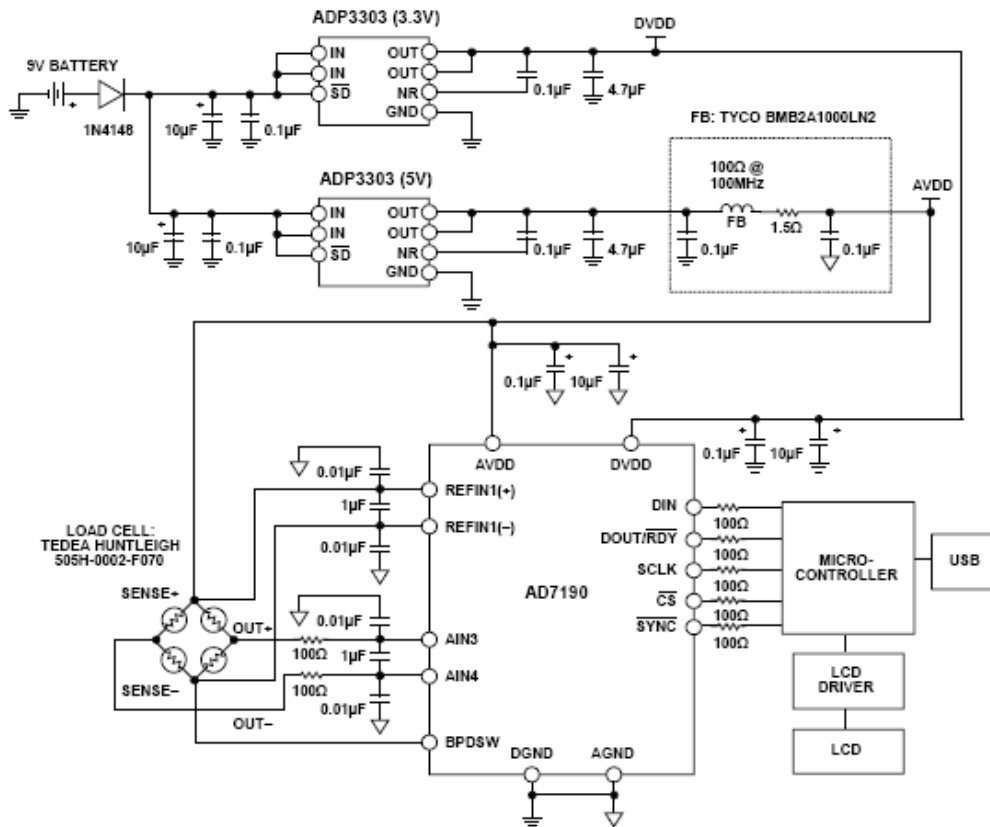


图 1. 软件校准的 RF 测量系统（原理示意图：未显示去耦和所有连接）

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)

电路描述

AD7190 提供集成式电子秤解决方案，可以直接与称重传感器接口。只需在模拟输入端采用一些滤波器，在基准电压引脚上配置一些电容等外部元件，以满足电磁屏蔽(EMC)要求。来自称重传感器的低电平信号由 AD7190 的内置 PGA 放大。该 PGA 经过编程，以 128 的增益工作。AD7190 的转换结果送至微控制器，将数字信息转换为重量并显示在 LCD 上。

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，AD7190 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 AD7190 基准电压输入端相连，可构成一个比率式配置，既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电压和地相连。这种配置中，由于存在线路电阻，激励电压与 SENSE+ 之间将有压降，因此系统不是完全比率式。另外，低端上也会有线路电阻引起的压降。



图 2. 采用 AD7190 的电子秤系统设置

AD7190 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。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。

有多种方法可以为该电子秤系统供电，例如：利用主电源总线或利用电池（如图 1 所示）供电。一个 5 V 低噪声调节器用来确保 AD7190 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 AD7190 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 AD7190 和称重传感器的全部电源。

图 3 显示增益等于 128 时，AD7190 在不同输出数据速率下的均方根噪声。此图显示，均方根噪声随着输出数据速率增加而增加。不过，在整个输出数据速率范围内，该器件均能保持良好的噪声性能。

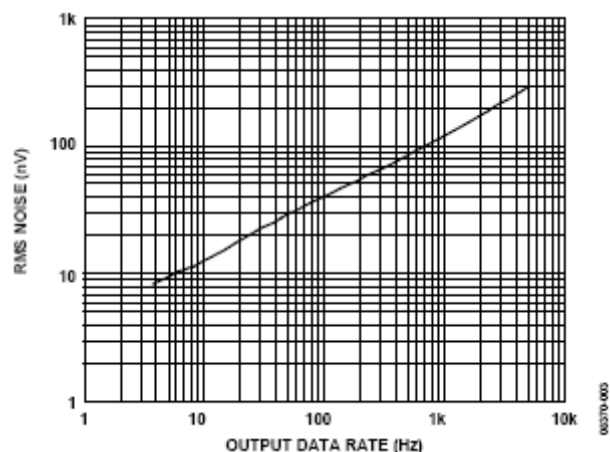


图 3. 输入 = 900 MHz, ADC 使用 2.5 V 内部基准电压源

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±20%的增益误差。一些客户利用 DAC 来消除或抵消 TARE。如果 AD7190 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 ±40 mV。相对于称重传感器的满量程信号(10 mV)而言，AD7190 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。

当输出数据速率为 4.7 Hz 时，AD7190 的均方根噪声为 8.5 nV。无噪声采样数等于

$$\frac{10 \text{ mV}}{6.6 \times 8.5 \text{ nV}} = 178,250 \quad (1)$$

其中系数 6.6 用来将均方根电压转换为峰峰值电压。因此，以克(g)为单位表示的分辨率等于

$$\frac{2 \text{ kg}}{178,250} = 0.01 \text{ g} \quad (2)$$

无噪声分辨率等于

$$\log_2(178,250) = \frac{\log_{10}(178,250)}{\log_{10}(2)} = 17.4 \text{ bits} \quad (3)$$

在实际操作中，称重传感器本身会引入一定的噪声。AD7190 的漂移也会导致称重传感器发生一定的时间和温度漂移。为确定完整系统的精度，可以将该电子秤通过USB连接器与PC相连，然后利用LabView软件评估电子秤系统的性能。图 4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。软件计算出的系统噪声为 12 nV（均方根值）和 88 nV（峰峰值），相当于 113,600 无噪声采样数或 16.8 位无噪声码分辨率。

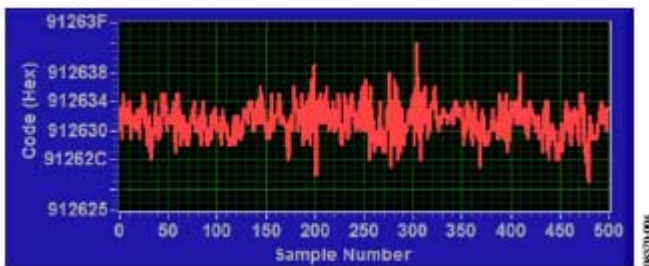


图 4. 500 次采样所测得的输出码，显示出噪声的影响

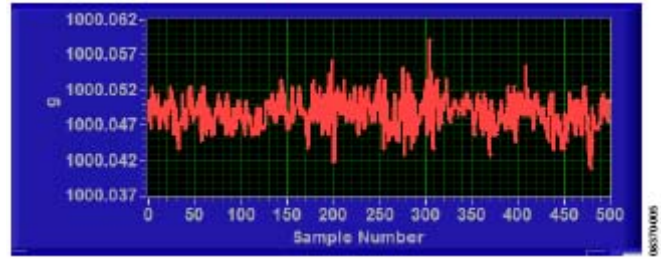


图 5. 500 次采样所测得的输出（单位为克），显示出噪声的影响

图 5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 0.02 克。因此，该电子秤系统的精度达到 0.02 克。

上图所示为连接负荷传感器之后，从 AD7190 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。

常见变化

注意：本文的所有噪声规格均相对于 PGA 增益为 128 而言。

AD7190 是一款高精度ADC，适用于高端电子秤。其它合适的ADC有AD7192和AD7191。AD7192 与AD7190 引脚兼容，但前者的均方根噪声略高。当输出数据速率均为 4.7 Hz时，AD7192 的均方根噪声为 11 nV，AD7190 的均方根噪声为 8.5 nV。AD7191 是一款引脚可编程器件，具有四种输出数据速率和四种增益设置。由于它具有引脚可编程能力，并且功能较少，因此易于使用。AD7191 的均方根噪声与AD7192 相同。

AD7799适用于中端电子秤。当输出数据速率为 4.17 Hz 时，其均方根噪声为 27 nV。

AD7798、AD7781 和 AD7780均适用于低端电子秤。AD7798 与AD7799 的功能组合相同。在 4.17 Hz时，其均方根噪声为 40 nV。AD7780 和AD7781 均有一路差分模拟输入，并且引脚可编程，输出数据速率可以为 10 Hz 和 17.6 Hz，增益可设置为 1 或 128。当输出数据速率为 10 Hz时，均方根噪声为 44 nV。

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的迷团”，以及教程MT-101—“去耦技术”。

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

[AD7190 Data Sheet](#)

[AD7190 Evaluation Board](#)

[AD7191 Data Sheet](#)

[AD7192 Data Sheet](#)

[AD7780 Data Sheet](#)

[AD7781 Data Sheet](#)

[AD7798 Data Sheet](#)

[AD7799 Data Sheet](#)

[ADP3303 Data Sheet](#)

修订历史

8/09—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.