

非常见问题解答-第163期

采用PGA的SAR转换器可实现125 dB的动态范围

作者: Thomas Tzscheetzsch

问题:

16位SAR转换器应用能否在600 kSPS时达到125 dB的动态范围?

答案:

能, $89 \text{ dB} + 18 \text{ dB} + 20 \text{ dB} \geq 125 \text{ dB}$ 。

简介

对于需要高动态范围的应用, 通常使用 Σ - Δ 转换器。这些应用主要可以在化学分析、医疗保健和体重管理领域找到。但是, 其中许多模块无法快速转换。图1中的电路描述了一种将高动态范围与高转换率相结合的方法。

图1中的电路显示了带有2.5 MSPS和上游可编程仪表放大器的16位SAR转换器, 它将增益设置为1或100。通过在FPGA中进行过采样和数字信号处理, 该电路可实现大于125 dB的动态范围, 并且仍然非常安静。高动态范围是通过AD8253的自动切换和过采样实现的, 其中信号的采样速率远高于奈奎斯特频率。根据经验, 采样频率加倍可在原始信号带宽下将信噪比(SNR)提高约3 dB。在图1所示的电路中, 仍然在FPGA中应用数字滤波, 以消除高于目标信号带宽的噪声。原理如图2所示。

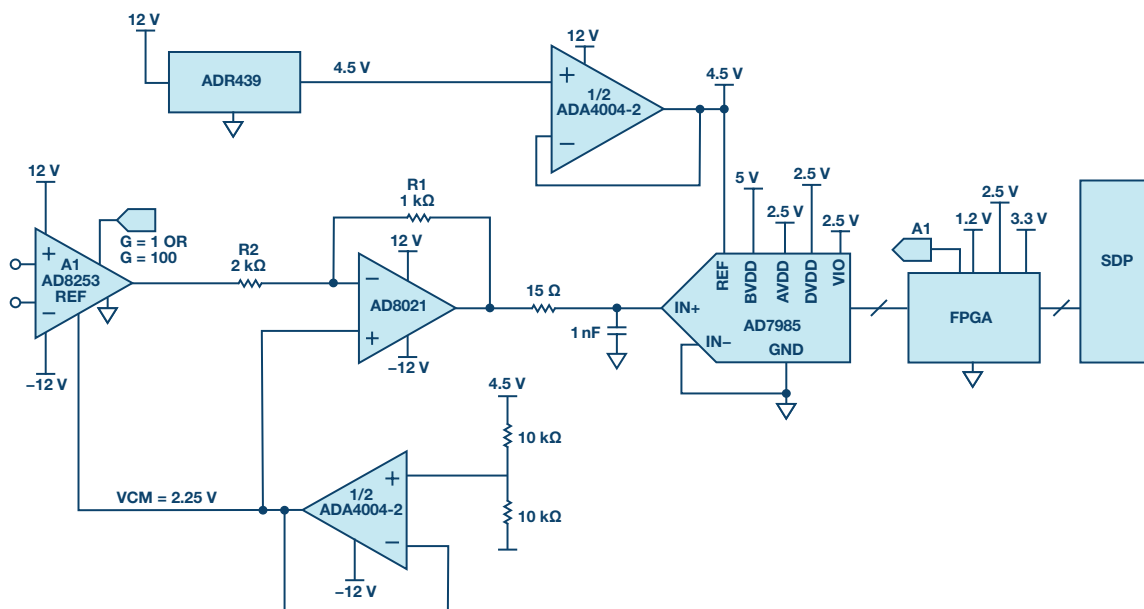
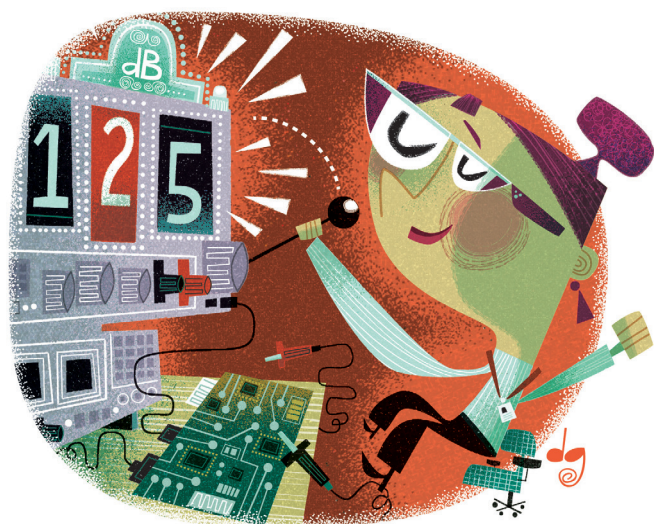


图1. 具有自动增益调节功能的SAR转换器。

为了获得最大动态范围，在输入端使用仪表放大器将极低信号放大100倍。有关噪声的一些注意事项如下：

对于>126 dB的动态范围要求，在3 V (6 V p-p)输入信号时产生的最大噪声级为1 $\mu\text{V rms}$ 。AD7985是具有2.5 MSPS的16位SAR转换器。如果它以600 kSPS（低功率损耗为11 mW）和72过采样系数运行，则产生大约8 kSPS的采样率，因此带宽为4 kHz。在这些条件下，将产生最大15.8 $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ 的噪声密度(ND)。该值对于选择正确的仪表放大器很重要。ADC通常具有89 dB的SNR，而系数为72的过采样会额外增加18 dB，因此仍需要大约20 dB才能达到126 dB的目标，这是仪表放大器的任务。AD8253的增益为100时，其值为11 $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ 。下方用作ADC驱动器和用于电平调节的AD8021又增加了2.1 $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ 的噪声。

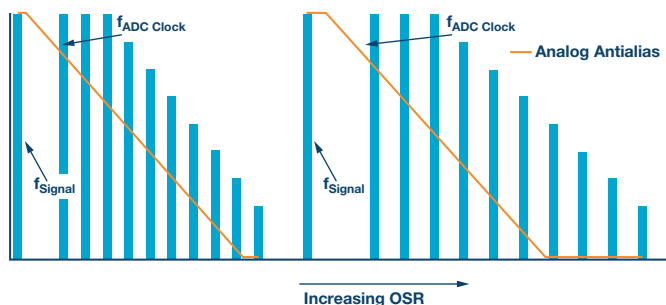


图2. 过采样的增加消除了部分噪声。

模拟信号链由基准电压ADR439（或REF194）以及ADA4004-2完成，作为基准缓冲区和驱动器，用于产生偏移电压。

Thomas Tzscheetzsch [thomas.tzscheetzsch@analog.com]于2010年加入ADI公司，担任高级现场应用工程师。2010年至2012年，他负责支持德国中部地区的客户群，自2012年以来，他任职于关键客户团队，为关键客户提供支持服务。2017年重组后，他负责中欧国家IHC市场的FAE团队，担任FAE经理。

在职业生涯的最初阶段，他于1992年至1998年在一家机械制造公司任电子工程师兼部门负责人。在哥廷根应用科学大学完成电气工程学习后，他任职于Max Planck研究院从事太阳能系统研究工作，担任硬件设计工程师。2004年至2010年，他任职于ADI公司产品经销商的现场应用工程师。



Thomas
Tzscheetzsch

除模拟路径中的组件外，FPGA（或处理器）对电路性能也很重要。关键任务是将仪表放大器的增益从1切换为100。为此，对许多阈值进行了编程以确保ADC不饱和。因此，AD8253在输入电压高达20 mV左右时以100为增益运行，这使得ADC输入端的最大电压达2.0 V。然后，FPGA将AD8253的增益降至1且没有延迟，以防止过载（见图3）。

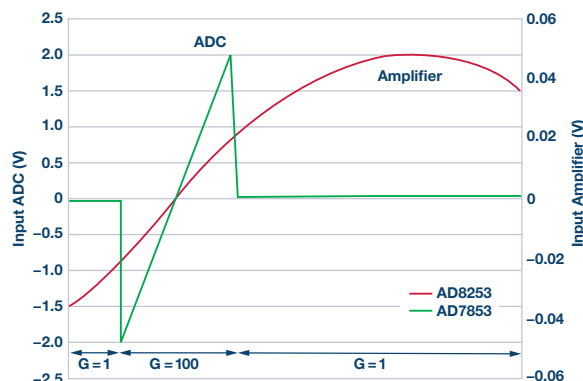


图3. 增益开关示例。

电路的变化可通过AD7980（16位、1 MSPS）、AD7982（18位、1 MSPS）或AD7986（18位、2 MSPS）等其他ADC操作。同样，不使用增益为1、10、100和1000的AD8253，而改用具有较低范围的AD8251等仪表放大器（增益为1、2、4和8）。基准电压的选择也可能会改变。

完整开发系统可在analog.com/CN0260上找到。