

# 电子系统设计

Electronic Design-China

设计挑战

## 应对驱动SAR ADC的挑战

**Brian Black**

信号调理产品部产品市场经理

凌力尔特公司

经常有人询问我们的应用工程师，就某个具体的模数转换器而言，哪款放大器才是最好的驱动器。不幸的是，这就像生活中的很多问题一样，答案是“视情况而定”。在选择最佳放大器时，ADC架构、分辨率、信号带宽

入采样至内部电容器上，并以逐次二进制加权序列对输入电压与基准电压进行比较。当连接至采样电容器的开关打开时，由于采样电容器与输入节点的电压不匹配，电荷被注入输入节点。在放大器和ADC之间放置了一个简单的单极RC滤波器。除了能够滤除高频噪声和混叠分量，它还能够帮助吸收这种注入电荷。在为这种滤波器选择截止频率的时候，必须谨慎小心。截止频率应该设定在足够低的频率上，这样才能有效吸收注入电荷并滤除噪声，但是频率又要设定得足够高，以使放大器能够在数据转换器的采样时间内达到稳定。因为单独使用这种滤波器不足以抑制噪声，所以在放大器输入端，一般还包括一个截止频率更低的滤波器(参见图1)。

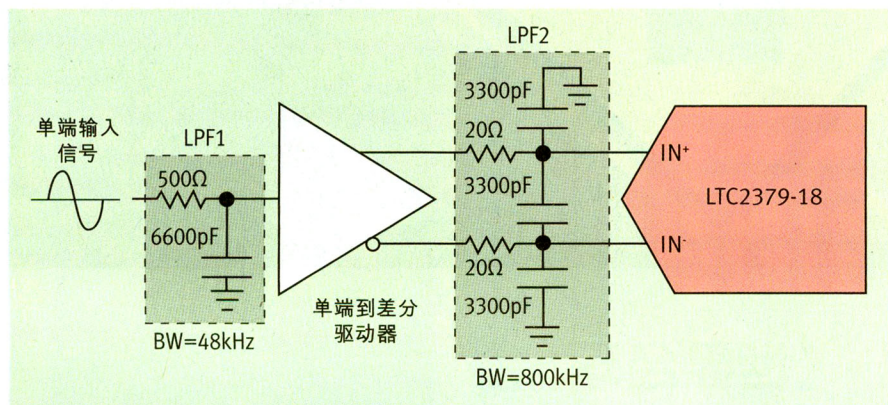


图1: LTC2379 18位1.8Msps差分输入SAR ADC。

和其他特定应用细节在决定最佳方法上都发挥着作用。在本文中，我们在驱动SAR(逐次逼近寄存器)ADC的情况下将考虑一下这些问题。

SAR ADC在模数转换器世界中被广为使用。一般而言，这类ADC介于高分辨率、低速 $\Delta$ - $\Sigma$ (增量累加)ADC和高速、较低分辨率的流水线型ADC之间。凭借其无延迟特性，在很多应用中，SAR ADC常常是比 $\Delta$ - $\Sigma$  ADC和流水线ADC更好的选择，这些应用包括：具有多路复用信号的应用，在任意空闲周期之后需要实现准确首次转换的应用，以及ADC位于需要快速反馈的环路内的应用。

在大多数情况下，传感器的输出都不能直接连接到SAR ADC的输入。需要一个放大器来获得最佳的SNR(信噪比)和失真性能。SAR ADC将输

### 驱动差分输入SAR ADC

很多性能最高的SAR ADC都采用差分输入，以最大限度地扩大低电源电压的动态范围。如图1所示的LTC2379-18，该器件以2.5V的电源和高达5V的参考电压工作，以达到10V的峰-峰值差分输入范围。如果输入信号已是差分信号，那么，仅采用一个低噪声、快速稳定的双通道运算放大器(例如LT6203)也许就能完全满足缓冲信号并驱动ADC的需求。将这类放大器配置为单位增益缓冲器，可以为输入信号提供高阻抗的输入端。

不过，在很多情况下，输入都采用单端类型，并且必须将其转换成差分信号。用诸如LT6350的放大器可以很容易地完成这一任务。这类放大器由两级组成：第一级产生一个非倒相缓冲输入信号，第二级产生倒相输出。如果输入信号已经与ADC的输入范围相匹配，那么，这个放大器就可以用来为信号提供一个高阻抗的缓冲器，如图2a所示。如果信号需要被缩

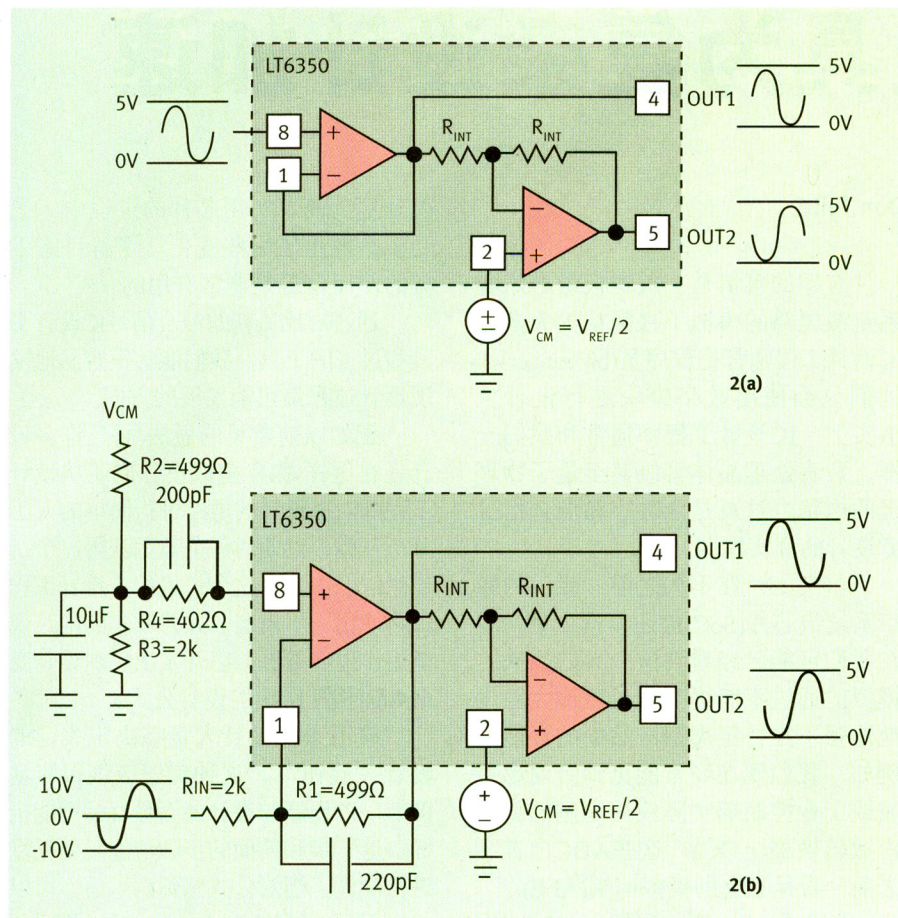


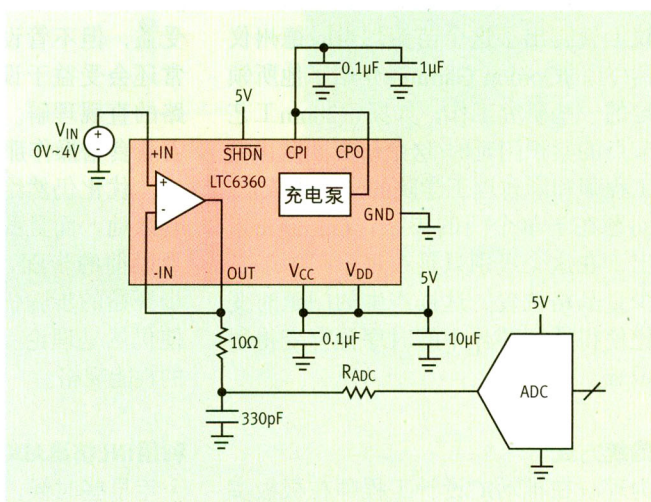
图2: 利用LT6350进行单端到差分转换。

放和移位,以达到与ADC的输入范围相匹配,那么,就可以采用图2b所示的方法去做。

在这个例子中,单端的 $\pm 10\text{V}$ 信号被转换成 $0\sim 5\text{V}$ 的差分信号( $R_2$ 和 $R_3$ 用来为信号移位, $R_{IN}$ 和 $R_1$ 用于缩放信号)。在精确的模拟电路中常被忽视的事情是;增益设定和电平移位电阻器之间需要高度匹配。若采用精度为 $0.1\%$ 的分立式电阻器,则会出现随着时间、温度和共模电压范围而变化的失配,失配程度之高很可能使其成为电路误差的主要来源。使用如LT5400的精确匹配电阻器

将有助于减轻这个问题。

放大器在电源电压和输出电压之间需要留有余地。为了保持最佳的精确度和线性度,输出电压一般必须比电源轨电压低 $0.5\text{V}$ 或者更多,具体情况视放大器而定。这意味着,必须

图3: 使用单电源时, LTC6360摆动到真正的 $0\text{V}$ 。

给放大器提供比ADC输入范围更宽的电源电压,或者ADC必须从放大器接受一个受限的输入范围。某些ADC(如LTC2379-18)具有“数字增益压缩”功能,该功能在内部设定ADC的满刻度与地及参考电压均相差 $0.5\text{V}$ 。这允许使用单一 $5\text{V}$ 供电的放大器与ADC的满刻度匹配。

### 驱动伪差分ADC

将单端模拟信号转换为数字信号时,另一种方法是完全跳过差分转换,而使用新型LTC2369-18等伪差分ADC代之。但这将因为输入范围变小,而付出失去多达 $6\text{dB}$ 信噪比的代价。此外,差分架构在本质上更易于消除偶次谐波。然而,坚持使用单端架构也有一些重要优点:驱动电路更加简单,可以简单到仅使用一个诸如LT6202的低噪声快速稳定的运算放大器。无需采用第二个运算放大器和多个电阻器来创建倒相输入。除了用到较少的元器件,该电路在本质上还具有更低的功耗以及噪声。因为噪声较低,抗混叠滤波器跟随在放大器之后,可以有更高的截止频率。这使得放大器能够更容易地在ADC转换时间内实现稳定,从而令其在逐次转换有可能在整个满刻度范围内发生变化的应用中成为了很好的选择。

需要再次强调的是,必须考虑放大器的余量,即电源电压必须距离放大器的输出摆幅足够远,以对信号进行无失真驱动。在大多数情况下,这意味着必须为放大器提供负电压轨。解决这个问题的一种方法是使用LTC6360之类的产品。这种新型放大器(图3)为驱动SAR ADC而进行了优化,它具有一个超低噪声集成充电泵,用于产生自己内部的负电压轨。在仅使用单一正电源供电时,可允许输出一一直摆动到地,甚至比地更低。LTC6360提供了极好的精确度( $250\mu\text{V}$ 偏移电压,  $2.3\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ 噪声),同时还可快速稳定( $150\text{ns}$ 稳定到16位)。

ID号 于[www.ed-china.com](http://www.ed-china.com)输入本文ID号可阅读全文及相关文章: 20111269