

设计要点

用于 LTC2377-20 的 DC 准确驱动器可实现 2ppm 线性度 – 设计要点 1032

Guy Hoover

引言

随著模数转换器 (ADC) 分辨率和采样速率的持续上升，用于 ADC 模拟输入的驱动器电路 (不是 ADC 本身) 日益成为决定总体电路准确度的限制因素。首先，驱动器电路必须缓冲输入信号并提供增益。此外，它还必须对单端信号进行电平移位或将其转换为全差分信号以满足 ADC 的输入电压范围和共模要求。所有必须在 不给原始信号增加失真的情况下完成。

本设计要点介绍了一款简单的 ADC 驱动器电路，该电路将一个 $\pm 10V$ 单端输入信号转换为一个全差分信号，能以仅为 2ppm 的结合线性度误差来驱动 LTC[®]2377-20 20 位 SAR ADC。另外，还检查了用于提供较高输入阻抗和一个较低总电源电流的选项。

电路描述

图 1 中的电路可将一个 $\pm 10V$ 单端输入信号转换为 LTC2377-20 (U1) 所需要的 $\pm 5V$ 全差分信号。LTC2377-20 是一款 20 位、500ksps、低功率 SAR ADC，具有 $\pm 0.5ppm$ 的典型积分非线性 (INL)。A_{IN} 上的电压被 U4 所缓冲，其接著驱动 U5 电阻串 (充当一个高精度分压器)。U3 以一个 $-1/2$ 的增益运作，并驱动 U5 电阻串的中心以将 ADC 共模电压保持在 $V_{REF}/2$ 。

U3 和 U4 是 LT[®]1468A 低失调高线性度运放。U5 是 LT5400A 四个匹配电阻器的网络，其具有 0.01% 的保证最大失配。U5 中的匹配电阻值是很

LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology 和 Linear 标识是凌力尔特公司的注册商标。所有其他商标均为其各自拥有者的产权。

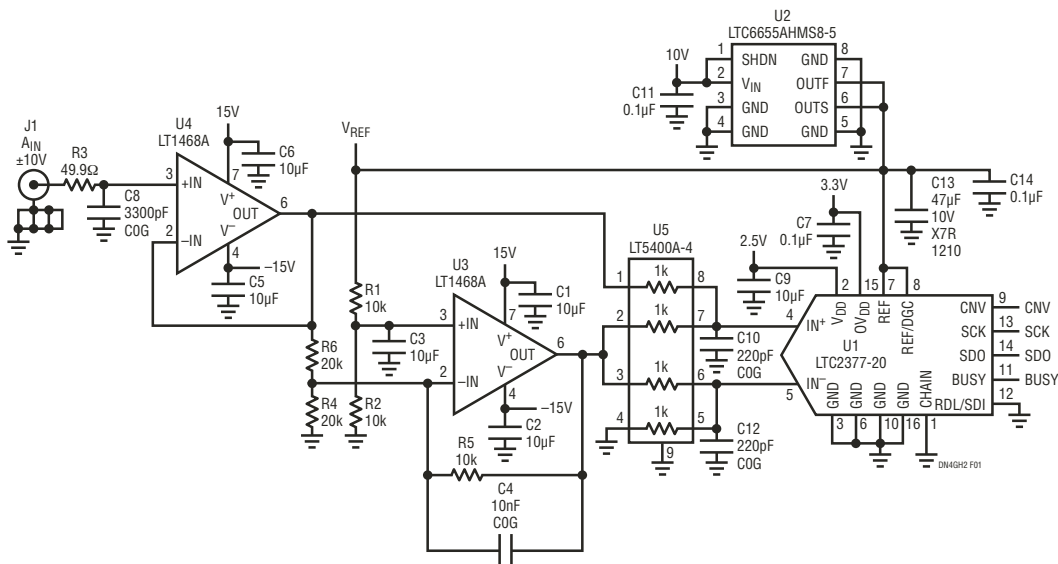


图 1：±10V 输入范围、20 位、500ksps 数据采集系统具 2ppm INL

重要，因为任何失配都会导致在该电路的失调和全标度误差。由于这个原因，加上其极低的电压系数，所以不要用分立电阻来替代 LT5400A。R4 为 U3 的输出提供一个 1/4 标度移位。R1 和 R2 形成了一个分压器，这给 U3 的同相输入端施加了 $V_{REF}/2$ 的偏置电压。

R5 和 R6 把反相放大器 U3 的增益设定为 -0.5 。C10 和 C12 与 U5 的电阻器相组合，形成了 ADC 输入端上的 1.4MHz 滤波器。此外，位于 U5 的引脚 1 和引脚 8 之间的电阻器还有助于将 U4 的输出与充电尖峰（出现在 ADC 从保持模式变至采样模式之时）隔离开来。LTC6655A-5 (U2) 由于能够于转换期间将出现在 REF 引脚上的瞬变快速稳定并具有低噪声特性，因而被选择用作该电路的基准。

电路性能

该电路的典型 AC 性能包括 -123.5dB THD 和 102.7dBFS SNR（在采用 500ksps 采样速率和 100Hz 输入信号）。该性能可在图 2 的 FFT 中看到。此 THD 和 SNR 性能接近于 LTC2377-20 产品手册中给出的典型值，表明在使用该驱动器时器件的性能下降十分小。

如图 3 所示，在采样速率为 500ksps 的情况下，该结合的电路在整个 $\pm 10\text{V}$ 输入信号范围内的典型

线性性能为 $+2\text{ppm}$ 、 -1.3ppm 。线性度受限于 ADC 的 INL 和运放 U4 的 CMRR。

ADC 输入端上所结合的失调（包括源自 U4、U5 和 U1）测量值为 $+50\mu\text{V}$ 。U3 的失调对于该驱动器的失调没有影响。ADC 输入失调的最坏情况分析通过加入 U1、U4 和 U5 的最大失调来计算：

$$V_{OS(\text{MAX})} = \text{BZE}(\text{Max})U1 + V_{OS(\text{MAX})}U4/2 + (V_{REF}/2 - V_{REF}/(2 + \Delta R/R(\text{Max})U5))$$

$$V_{OS(\text{MAX})} = 13\text{ppm} \cdot 10\mu\text{V}/\text{ppm} + 75\mu\text{V}/2 + (5/2 - 5/(2.0001)) \cdot 1\text{E}6\mu\text{V}$$

$$V_{OS(\text{MAX})} = 292\mu\text{V} = 29.2\text{ppm}$$

LT1468A 具有一个 $\pm 40\text{nA}$ 的最大输入偏置电流。对于需要较高输入阻抗的应用，可以采用 LT1122A 来替换 U4。LT1122A 是一款具有 75pA 最大输入偏置电流的快速稳定 JFET 输入运放。在该电路中使用 LT1122A 时，INL 为 $+6\text{ppm}$ 、 -1.1ppm ，如表 1 中的运放性能对比所示。

LTC2377-20 ADC 在其 500ksps 的全采样速率下具有一个 4.2mA 的典型电源电流。LTC2377-20 在一个转换操作之后自动断电，并且直到下一个转换操作起动时才上电。这种自动断电特性可在采样速率降低时减少 ADC 的功率耗散，对于采样速率非常低的应用最低可至 $1\mu\text{A}$ 。

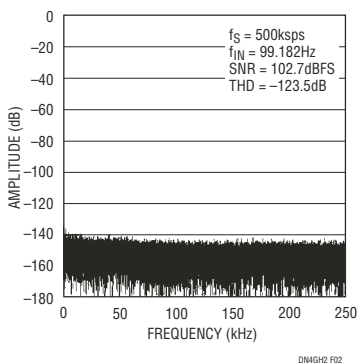


图 2：结合电路的 FFT

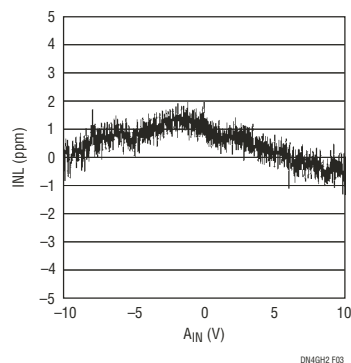


图 3：线性度与输入电压的关系

对于低采样速率应用 (这里电源电流是很重要), LT1468A 的 5.2mA 最大电源电流可能过高了。LT1012A 微微安输入电流、微伏失调、低噪声运放在 $\pm 15V$ 电压下的最大电源电流为 $500\mu A$, 在此类应用中可取代 LT1468A。在高达 125ksps 的采样速率下, LT1012A 实现了 $+0.9\text{ppm}$ 、 -0.5ppm 的线性度, 如表 1 中的运放性能对比所示。当采样速率高于 125ksps 时, INL 性能开始下降, 这是因为运放不能足够快地稳定以正确驱动 ADC。

结论

这里示出的 ADC 驱动器电路可将一个单端 $\pm 10V$ 信号转换为一个用于 LTC2377-20 500ksps

SAR ADC 的 $\pm 5V$ 全差分信号。结合电路的性能实现了 $50\mu V$ 失调、 2ppm INL、 102.7dBFS SNR 和 -123.5dB THD。该驱动器主要包括两个 LT1468A 运放和一个 LT5400A 匹配电阻器阵列。这款电路的替代版本使用了 LT1122A 运放以提供 75pA 的最大输入电流, 或者在采样速率降低的情况下采用 LT1012A 运放以减小电源电流。凌力尔特可提供该电路的演示板 DC2135。

表 1 : 运放性能对比

	最大 V_{OS} (μV)	最大 I_B (μA)	典型 I_{SY} (mA)	最大 f_S ($ksps$)	典型 INL (ppm)
LT1468A	75	40,000	5.2	500	$+2$ 、 -1.3
LT1122A	600	75	10	500	$+6$ 、 -1.1
LT1012A	90	150	0.6	125	$+0.9$ 、 -0.5

产品手册下载

www.linear.com.cn/LTC2377-20

如需技术支持, 请浏览 www.linear.com.cn
或电邮到 info@linear.com.cn