

低噪声增益可选放大器

作者: Nathan Carter 和 Chilann Chan

数据采集、传感器信号调理以及输入信号变化范围较大的其他应用要求采用增益可选放大器。传统的增益可选放大器在反馈环路中用开关将电阻连接至反相输入,但开关电阻会降低放大器的噪声性能,增加反相输入上的电容,并提高非线性增益误差。在使用低噪声放大器时,增加的噪声和电容,非线性增益误差,这些都将影响精密应用中的精度。

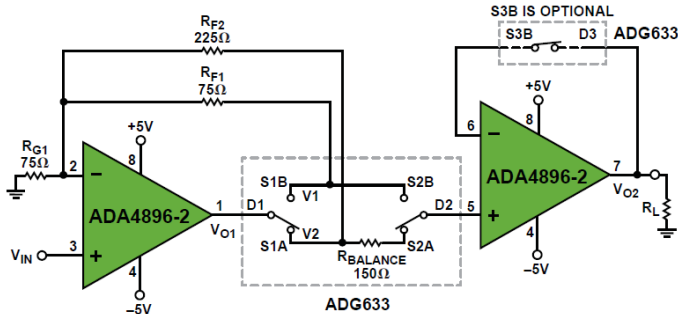


图 1. 利用 ADA4896-2 和 ADG633 构建低噪声增益可选放大器来驱动低阻负载

图 1 所示增益可选放大器采用了一种创新的开关技术,可以保持 ADA4896-2 的 1 nV/√Hz 噪声性能,同时降低非线性增益误差。利用这种技术,用户可以选择电容最小的开关来使电路的带宽最大化。

通过 ADG633 三路 SPDT CMOS 开关实现的开关采用以下配置: S1A 和 S2A 同时开启,或者, S1B 和 S2B 同时开启。开关 S1 连接至反馈电阻的输出端,开关 S2 在 V1 或者 V2 进行采样,在这些点开关电阻不影响增益。这样可以降低增益误差,同时保持噪声性能不变。在所示值下,第一级放大器增益为 4 V/V (“A” 开关开启)或 2 V/V (“B” 开关开启)。开关增益的数量可通过增加开关加以扩展,也可通过多路复用器(如 4:1 ADG659 或 8:1 ADG658)进行扩展。

请注意,输出缓冲器流过 S2 采样开关的非线性导通电阻的输入偏置电流将产生失调。为了补偿该失调,须将未使用的开关(S3B)置于输出缓冲器的反馈路径中。

另外,输入放大器的偏置电流会导致因增益而异的失调。由于输入放大器和输出缓冲器采用同一芯片,因此可以利用其偏置电流的相对匹配性来消除上述失调变化。将一个大小等于 R_{F2} 与 R_{F1} 之差值的电阻与开关 S2A 串联,可以减少失调-电压差。

下面的推导公式说明,在 V1 采样可产生所需的信号增益,且无增益误差。 R_S 表示开关电阻。V2 可以利用同样的方法导出。

$$V_{O1} = V_{IN} \times \left(1 + \frac{R_{F1} + R_{S1}}{R_{G1}} \right) \quad (1)$$

$$V_1 = V_{O1} \times \left(\frac{R_{F1} + R_{G1}}{R_{F1} + R_{G1} + R_{S1}} \right) \quad (2)$$

将方程 1 代入方程 2 可得,

$$V_1 = V_{IN} \times \left(1 + \frac{R_{F1}}{R_{G1}} \right) \quad (3)$$

注意,如果 V_{O1} 产生所需的信号增益且无增益误差,则缓冲输出 V_{O2} 也无增益误差。图 2 所示为电路在 V_{O2} 处的归一化频率响应。

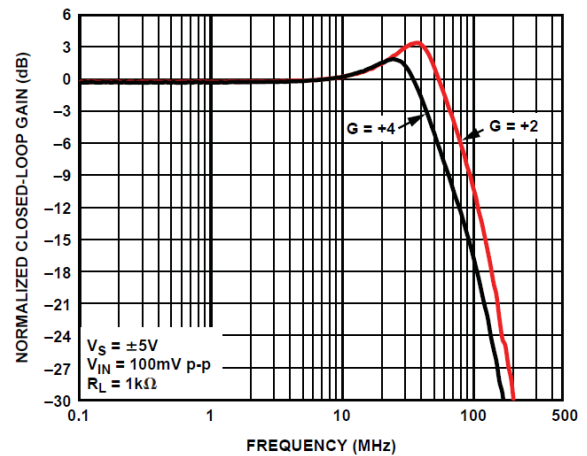


图 2. V_{O2}/V_{IN} 的频率响应

作者简介

Nathan Carter [nathan.carter@analog.com] 是线性和射频部门的一名设计工程师,在这一岗位上已工作超过 10 年。他拥有加利福尼亚州立工业大学和伍斯特理工学院的学位。



Chilann Chan [chilann.chan@analog.com] 于 2008 年 8 月加盟 ADI 公司,现为高速放大器部门的一名应用工程师。Chilann 在美国达特茅斯学院获得工程学士学位。从伍斯特理工学院获得电气工程硕士学位。攻读学位期间,她研究了如何将“分离式 ADC”架构用于 16 位、1 MSPS 差分逐次逼近型模数转换器。

