



Ashley Kang

引言

无论您是检测工业三相伺服电机系统、电动汽车电池管理系统还是光伏逆变器中的电流，通常都需要包含某种安全隔离方案。安全相关标准定义了与特定设计相关的终端设备特定隔离要求。确定所需安全绝缘级别（基本、补充或增强）需要考虑各种因素，具体取决于设备类型、所涉及的电压电平以及设备的安装环境。

德州仪器 (TI) 提供了各种隔离式电流分流放大器，这些放大器用于上述电压和电流分流检测应用，可满足基本或增强型绝缘要求。对于需要增强型绝缘的应用，一款此类器件是 AMC1301。AMC1301 输出是围绕 1.44V 共模电压变化的全差分信号，可以直接馈送到独立模数转换器 (ADC) (如图 1 所示)，或者馈送到 MSP430 和 C2000 微控制器系列中的板载 ADC。

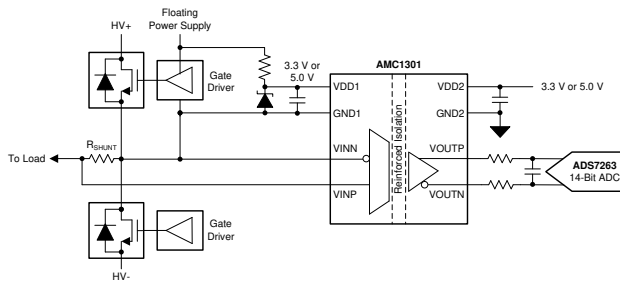


图 1. AMC1301 功能方框图

嵌入式 ADC

MSP430 和 C2000 系列处理器都具有嵌入式单端输入 ADC，因此问题变为：如何将这个差分信号送入单端数据转换器？

为达到这一目标，较简单的方法是仅使用 AMC1301 的一个输出，将第二个输出悬空。该设计的缺点是数据转换器只能使用一半的输出电压摆幅，从而降低了测量的动态范围。AMC1301 的模拟输入范围是 $\pm 250\text{mV}$ 。在 8.2 的固定增益下，VOUTN 和 VOUTP 电压为 $\pm 1.025\text{V}$ ，围绕 1.44V 共模输出电压变化，如图 2 所示。差分输出电压为 $\pm 2.05\text{V}$ 。

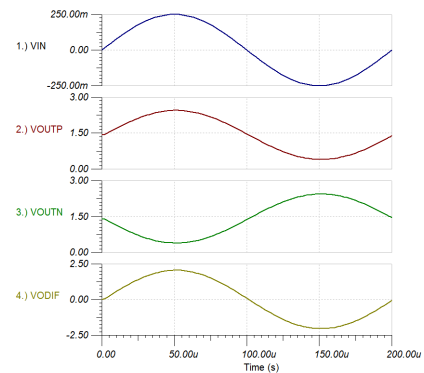


图 2. 差分输出电压

通过添加差分转单端放大器输出级 (如图 3 所示)，可以将 AMC1301 的整个输出范围提供给 ADC。

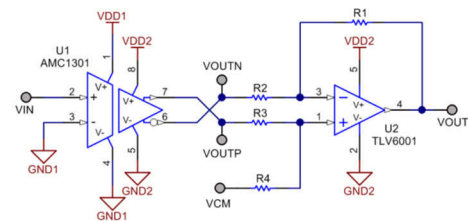


图 3. 差分转单端输出

假设在 VIN 处施加一个 ±250mV 的满量程正弦波；AMC1301 的内部增益将在 VOUTP 和 VOUTN 点提供 2.05Vpk-pk 输出，这两个点的相位差为 180°。这些信号之间的差值 VODIF 为 4.1Vpk-pk。当 R1 = R4 且 R2 = R3 时，输出级的传递函数如方程式 1 所示。

$$VOUT = VOUTP \times \left(\frac{R4}{R3}\right) - VOUTN \times \left(\frac{R1}{R2}\right) + VCM \quad (1)$$

在方程式 1 中为 R1 至 R4 使用等值电阻并将 VCM 设置为 2.5V，则方程式 2 简化为：

$$VOUT = (VOUTP - VOUTN) + VCM \quad (2)$$

图 4 显示了 AMC1301 的输入电压和输出电压，以及最终差分转单端输出级的输出电压。请注意，±2.05V 的差分电压转置为 0.5V 至 4.5V 的单端信号。

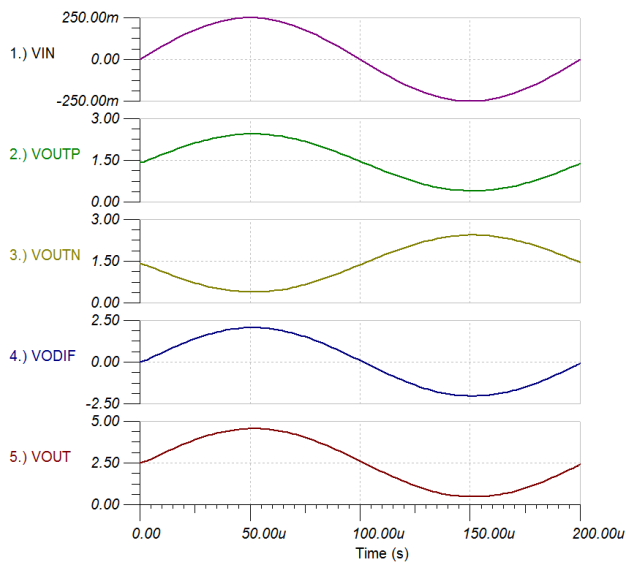


图 4. 单端输出电压

根据 ADC 的输入电压范围，可以将增益或衰减纳入差分转单端级，以调整输出摆幅。通过调节输出共模电压可以同时满足 ADC 的输入需求。

设计示例

MSP430 器件上的 ADC12 在使用内部电压基准时的输入电压范围为 0V 至 2.5V。使用 AMC1301 的 VOUTP 可以为 ADC12 提供 0.415V 至 2.465V 的输入信号，该信号完全处于转换器的输入范围内，同时仅使用 AMC1301 的一半输入范围。如图 5 所示，通过使用增益为 0.5 且共模电压为 1.25V 的差分转单端放大器配置，AMC1301 的整个电压范围均可应用于 ADC12。

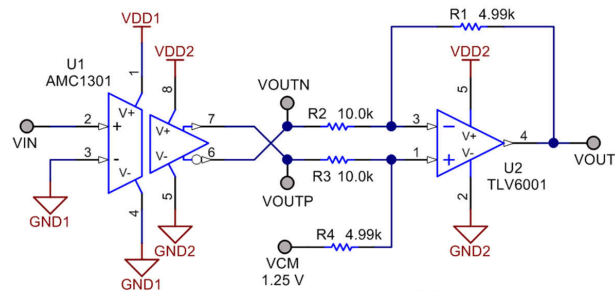


图 5. 经缩放的差分转单端输出

备选器件建议

AMC1100 或 AMC1200 以较低的价格提供与 AMC1301 性能类似的基本隔离。对于需要双极输出的应用，TLV170 可提供此选项。

表 1. 备选器件建议

器件	优化参数	性能权衡
AMC1100	高达 4250 V _{PEAK} 的电隔离	瞬态抗扰度更低
AMC1200	高达 4250 V _{PEAK} 的电隔离	基本隔离与增强型隔离
TLV170	双极运算达 ±18V	输入偏置电流更高

结语

虽然可以使用 AMC1301 的单个输出来驱动单端 ADC，但在输出端添加差分转单端运算放大器级可确保目标应用具有尽可能最大的动态范围。

相关文档

- 适用于三相系统的低漂移低侧电流测量
- 高压电源轨上的精密电流测量

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2023，德州仪器 (TI) 公司