

高分辨率温度测量

作者: Moshe Gerstenhaber 和 Michael O'Sullivan

热电偶放大器AD8494内置一个片内温度传感器,一般用于冷结补偿,将热电偶输入端接地,该器件便可用作一个独立的摄氏温度计。在这种配置中,放大器在片内仪表放大器的输出引脚与(一般接)参考引脚之间产生 $5\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ 的输出电压。这种方法有一个缺点,当测量较窄范围的温度时,系统分辨率不佳。考虑这一情况:采用 5 V 单电源供电的 10 位 ADC具有 4.88 mV/LSB 的分辨率。这意味着,图1所示的系统具有约 1°C/LSB 的分辨率。如果目标温度范围较窄,例如 20°C ,则输出改变幅度为 100 mV ,ADC的可用动态范围仅有 $1/50$ 得到利用。

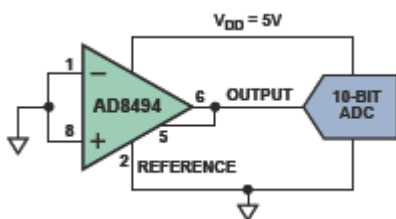


图1. 简单温度计

图2所示的电路能够解决这一问题。同上述配置一样,放大器在仪表放大器的输出引脚与参考引脚之间产生 $5\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ 的输出电压。然而,现在参考引脚由运算放大器AD8538(配置为单位增益跟随器)驱动,因此 $5\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ 电压出现在 $R1$ 两端。流经 $R1$ 的电流也会流经 $R2$,从而在该串联组合两端产生一个温度相关的电压,其大小为 $(R1 + R2)/R1$ 乘以 $R1$ 两端的电压。利用图中所示的值,可以得出输出电压以 $20 \times 5\text{ mV}/^{\circ}\text{C} = 100\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ 的幅度改变,因此 20°C 温度变化将产生 2 V 的输出电压变化。新系统的分辨率为 0.05°C/LSB ,比原电路提高 20 倍。AD8538缓冲该电阻网络,以低阻抗驱动参考引脚,从而保持良好的共模抑制性能和增益精度。

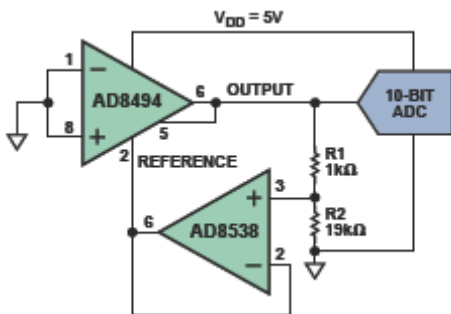


图2. 高分辨率温度测量

必须确保系统灵敏度与所需的温度范围匹配。例如, 25°C 时的输出电压为 2.5 V ,输出电压的变化范围为 0.5 V 至 4.5 V ,则系统可以精确测量 5°C 至 45°C 范围的温度。

图3所示电路能够提供更高的灵敏度和可定制的温度范围。 $R3$ 和 $R4$ 构成电阻分压器,用于模拟所需的热电偶电压来调整放大器,以便在所需的温度时将输出电压设为 0 。如果 V_{DD} 噪声较高,可以利用精密基准电压源和分压器电路来提供更安静、更精确的偏移调整。如图所示,该电路在 25°C 时的输出电压约为 0.05 V ,灵敏度为 $100\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ (0.05°C/LSB 分辨率),测量范围约为 25°C 至 75°C 。

AD8494的初始失调误差为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 至 $\pm 3^{\circ}\text{C}$,用户必须进行失调校准,以便改善绝对精度。

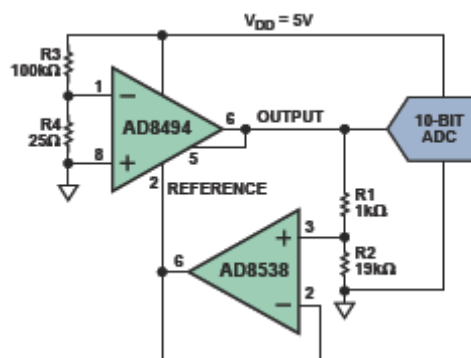


图3. 具有偏移调整功能的更高分辨率温度测量

作者简介

Moshe Gerstenhaber [moshe.gerstenhaber@analog.com]现为ADI公司研究员(Fellow)。他于1978年加入ADI,数年间先后担任过制造、产品工程及设计方面的多种高级职务。Moshe目前是集成放大器产品部门的设计经理。他在放大器设计领域做出了重大贡献,特别是极高精度专用放大器,如仪表放大器和差动放大器等。



Michael O'Sullivan [michael-a.osullivan@analog.com]于2004年加入ADI公司。他目前是集成放大器产品部门的产品和测试工程经理,负责支持仪表放大器和差动放大器等极高精度专用放大器的产品特性测试和发布。加入ADI公司之前,Mike曾作为产品工程师在半导体领域工作超过14年。

