

在过程控制领域有许多不同类型的过程输入，包括温度、湿度、流量、液位和压力。这些过程输入需要由传感器进行测量，这些传感器可以将测量结果转换为合适的信号格式（模拟或数字），然后通过发送器将这些信号传输到接收器，接收器会对信号进行解读并做出控制决策。目前，将传感器连接到接收器的主要方法有两种：4mA 至 20mA 电流环路形式的模拟发送器，以及 IO-Link 等数字发送器。将传感器连接到接收器有两种主要方法：

1. 采用 4mA 至 20mA 电流环路形式的模拟变送器
2. 数字发送器，如 IO-Link

这两种方法都需要微控制器 (MCU) 来连接系统中的模数转换器 (ADC) 和数模转换器 (DAC)，存储应用软件和校准数据，并执行许多其他功能。

4mA 至 20mA 电流环路的过程控制示例

我们从 4mA 到 20mA 电流环路开始。这些控制环路用于在工业过程监控、控制和自动化应用中远距离将远程传感器信息传输到可编程逻辑控制器 (PLC)。图 1 显示了用于双线制 4mA 至 20mA 电流环路系统的典型电阻温度检测器 (RTD) 温度测量发送器。它由四个主要块组成：

- ADC：对于 RTD 传感器测量，这通常是具有内部 PGA 和可编程电流源的低功耗低噪声 Σ - Δ ADC。
- DAC：用于电流环路控制的输出，这通常是一个具有集成运算放大器的低功耗 DAC。
- MCU：控制整个系统的运行，包括数据处理和校准算法。
- 直流/直流转换器：变送器电源。

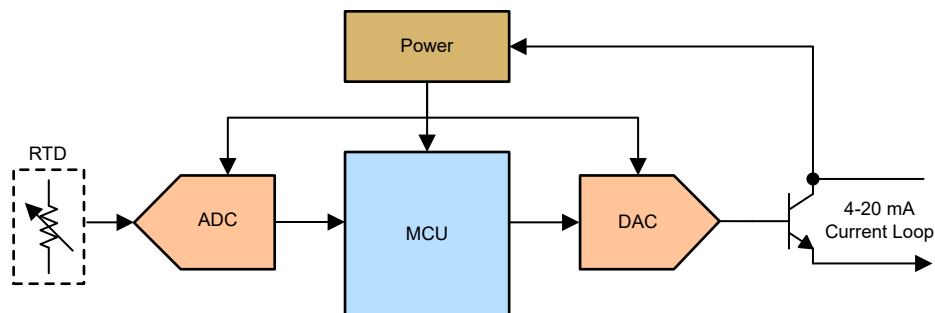


图 1. RTD 温度变送器的典型方框图

MCU 是系统的关键元件，因为它需要存储从 RTD 收集的数据，用于数据处理和传感器校准以及系统的整体控制操作。通过使用 MSPM0L13xx、MSPM0G150x 和 MSPM0G350x MCU 系列中基于 Arm® Cortex®-M0+ 的 MSPM0，工程师还可以利用集成模拟模块。这些器件旨在简化模拟信号链开发、降低成本并减小 PCB 尺寸。这些集成模拟模块可以改善 RTD 温度变送器，如图 2 所示。

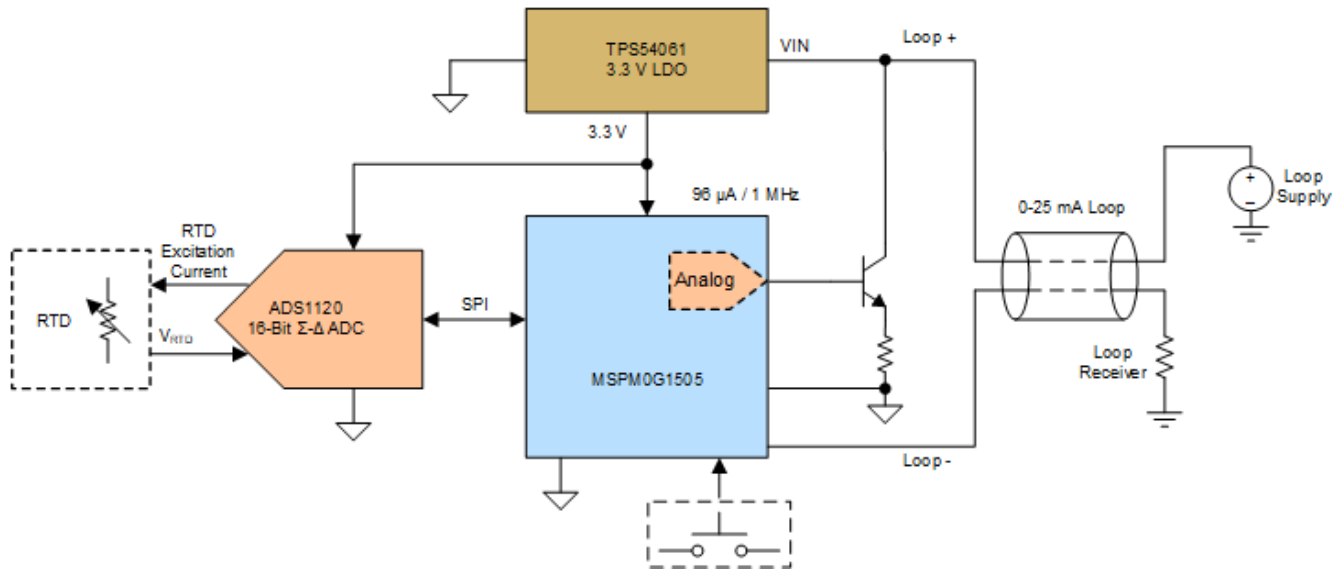


图 2. 基于 MSPM0G1505 的 RTD 温度变送器方框图

在此示例中，MSPM0G1505 运行应用固件，包括用于系统校准和数据处理的算法。MSPM0G1505 的一个主要优势是允许设计人员将 DAC 块移入 MCU。它还提供斩波稳定型运算放大器等附加集成模拟，从而允许将更多元件吸收到 MCU 中。

通过集成差异化模拟元件优化 RTD 温度变送器

图 3 显示了如何将 MSPM0G1505 中的内部模拟元件配置为在接收器上生成回路电流。内部 12 位 DAC 可用作基准电压，并与内部运算放大器配合使用以直接驱动输出。第一个运算放大器配置了一个缓冲器，用于在内部增强 DAC 驱动能力。第二个运算放大器配置为通用放大器，其中 MCU 上的 OPA1_IN0+ 和 OPA1_IN0- 引脚专用于同相和反相输入。第一个运算放大器的输出端连接到第二个运算放大器的同相输入端。第二个运算放大器的输出控制外部晶体管的栅极电压，然后环路电流是流经 R1 和 R2 的电流之和。

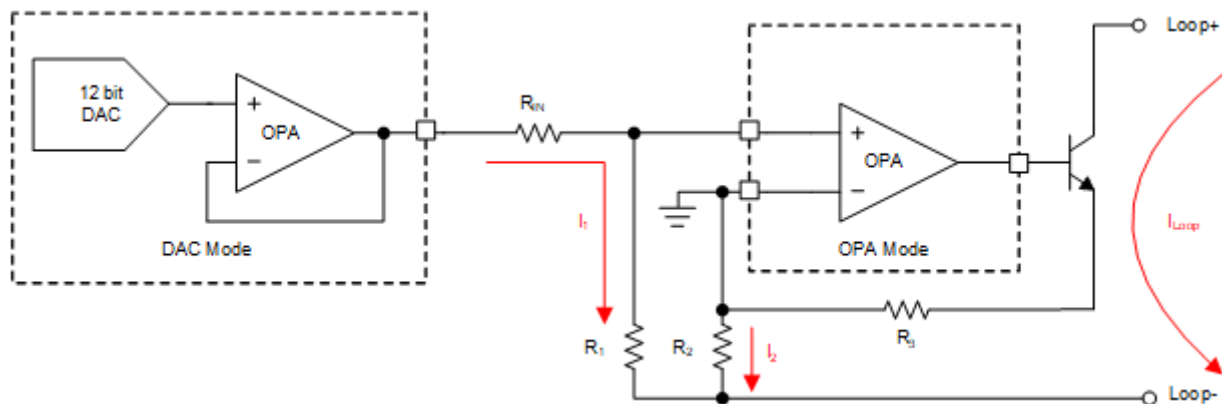


图 3. MSPM0G1505 内部模拟的配置和连接

利用 MSPM0G1505 的集成外设，可实现低元件数量和低成本的解决方案。它还有助于减小 PCB 尺寸并简化布局。凭借集成到 MCU 中的先进斩波稳定型运算放大器，现在可以通过在 MCU 中引入模拟信号链来简化设计，而不会影响性能。MSPM0 斩波稳定型运算放大器在 -40°C 至 125°C 的工作范围内提供小于 $\pm 0.5\text{mV}$ 的输入温漂，从而显著降低高增益应用中的测量误差。借助灵活的片上模拟互连，可以使用片上 DAC 设置偏置点，创建各种模拟电路，包括反相/同相放大器、缓冲器、PGA（从 1 倍到 32 倍增益）以及差动或级联放大器拓扑。MSPM0 还支持 1.8V 低功耗运行。这进一步降低了功耗，因为在某些情况下，整个 2 线制变送器仅可提供 25mW 的功耗。

RTD 温度变送器 IO-Link 设计

现在，我们来看看另一种形式的现场变送器。IO-Link 提供了分立式连接的替代方案。除了提供无缝通信和改进的互操作性之外，这种传感器和传动器级的数字接口在维护和维修方面还具有优势。图 4 显示了使用 IO-Link 标准升级的 RTD 温度变送器。

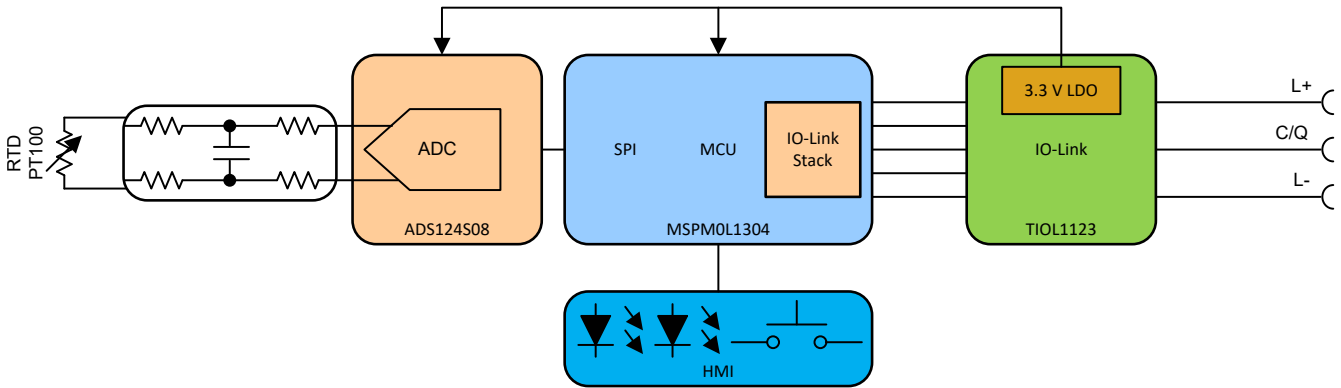


图 4. 基于 MSPM0L1304 的 RTD 温度变送器方框图

MSPM0L1304 可用于根据测得的 RTD 电阻计算温度。查找表将测量的电压电平转换为相应的温度值。为此，一旦 ADC 提供数据就绪信息，MSPM0L1304 就会获取一个数据集。计算完成后，温度数据通过 IO-Link 接口传输。当系统连接到 IO-Link 主系统时，主软件中会显示温度信息。MSPM0L1304 还具有用于 IO-Link 通信的 IO-Link 堆栈。

总结

MSPM0 MCU 继续引领将 TI 广泛的模拟经验引入性能和成本优化型 MCU 产品的趋势。MSPM0L13xx、MSPM0G150x 和 MSPM0G350x MCU 系列提供额外的集成模拟模块，旨在简化模拟信号链开发、降低成本并减小 PCB 尺寸。MSPM0 产品系列提供引脚对引脚兼容的封装、可变存储器大小和外设功能集以及支持 1.8V 的超低功耗，非常适合现场传感器和变送器应用。

资源

立即订购 [MSPM0 LaunchPad™ 开发套件](#) 以开始评估 MSPM0。使用 MSPM0 代码示例和交互式在线培训快速开始您的设计。您还可以通过以下链接找到其他资源：

- [MSPM0 概述页面](#)
- [MSPM0 Academy](#)
- MSPM0 LaunchPad 开发套件
 - [LP-MSPM0L1306 LaunchPad 开发套件](#)
 - [LP-MSPM0G3507 LaunchPad 开发套件](#)

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