

Subsystem Design

跨阻放大器



设计说明

该子系统演示了如何将 MSPM0 内部运算放大器设置为跨阻放大器 (TIA) 配置并使用内部 ADC 读取输出。跨阻运算放大器电路可以将输入电流源转换为输出电压。电流到电压的增益基于反馈电阻。[下载该示例的代码。](#)

图 1-1 显示了该子系统的功能图。

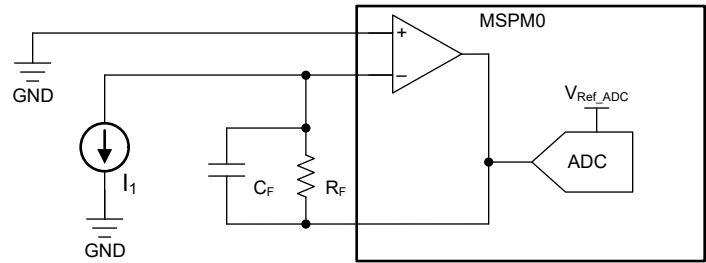


图 1-1. 子系统功能方框图

所需外设

该应用需要一个集成的 OPA 和 ADC。

表 1-1. 所需外设

子块功能	外设使用	注释
TIA (电流到电压转换)	(1 个) OPA	在代码中称为 “TIA_INST”
模拟信号捕获	(1 个) ADC12	在代码中称为 “ADC12_0_INST”

设计步骤

1. 计算增益电阻 R_F

$$R_F = \frac{V_{Ref_ADC} - V_{Min}}{I_{1Max}} \quad (1)$$

其中

- V_{Ref_ADC} 是为 ADC 外设选择的基准
 - V_{Min} 是运算放大器的最小输出电压
 - I_{1Max} 是输入电流源的最大电流
2. 计算满足电路带宽要求的反馈电容器。

$$C_F \leq \frac{1}{2 \times \pi \times R_F \times f_p} \quad (2)$$

其中 f_p 是输入电流源的最大频率。

3. 计算使电路保持稳定所必需的运算放大器增益带宽 (GBW)。

$$GBW > \frac{C_i + C_F}{2 \times \pi \times R_F \times C_F^2} \quad (3)$$

其中……

$$C_i = C_s + C_d + C_{cm} \quad (4)$$

假设：

- C_s ：输入源电容
 - C_d ：放大器的差分输入电容。对于 MSPM0 器件，这通常可估算为 3pF。
 - C_{cm} ：反相输入的共模输入电容
4. 通过将下限与步骤 3 中的计算值进行比较，确定可以使用的 OPA GBW 设置。
5. 在 SysConfig 中设置 OPA，以实现电路的外部连接。
6. 在 SysConfig 中设置 ADC，以实现与所选 OPA 输出的内部连接。
7. 将 SysConfig 中的 ADC 采样时间设置为器件数据表中给出的 t_{Sample_PGA} 的最小值。

设计注意事项

- OPA 电源是 MSPM0 的 VCC。
- OPA GBW 设置：OPA 的较低 GBW 设置消耗的电流较小，但响应速度较慢。相反，较高的 GBW 消耗的电流较大，但压摆率较大，使能和稳定时间较短。模式间的规格差异请见器件特定数据表。
- OPA 同相输入：如果电流源未激活（例如当光电二极管处于无光状态时），则可以为 OPA 同相输入提供一个较小的偏置电压（而不是 GND 电位），以防止输出在 GND 上达到饱和。这可通过外部电压输入或通过内部外设（例如 COMP 外设内的 DAC12 或 DAC8）来实现。在后一种情况下，与 OPA 同相输入关联的引脚可用于其他目的。
- ADC 采样：该示例持续对 OPA 输出进行采样。如果不需要这样，可以使用计时器设置固定的采样间隔。
- ADC 结果：该示例仅存储全局变量 `gADCResult` 中捕获的最新结果。对数据执行操作之前，完整应用可以在一个数组中存储多个读数。
- ADC 基准选择：MSPM0 器件可以从内部基准发生器 (VREF)、外部源或 MCU VCC 向 ADC 提供基准电压。有关适用于所选器件的选项，请参阅器件特定数据表。所选基准电压设置了 ADC 可以采样的满量程范围，并且必须适应最大 OPA 输出电压。
- `gCheckADC` 上的竞态条件：该应用会尽快清除 `gCheckADC`。如果应用等待清除 `gCheckADC` 的时间过长，则可能会无意中丢失新数据。

软件流程图

图 1-2 显示了该示例的代码流程图，并说明了 ADC 如何对 OPA 输出进行采样。

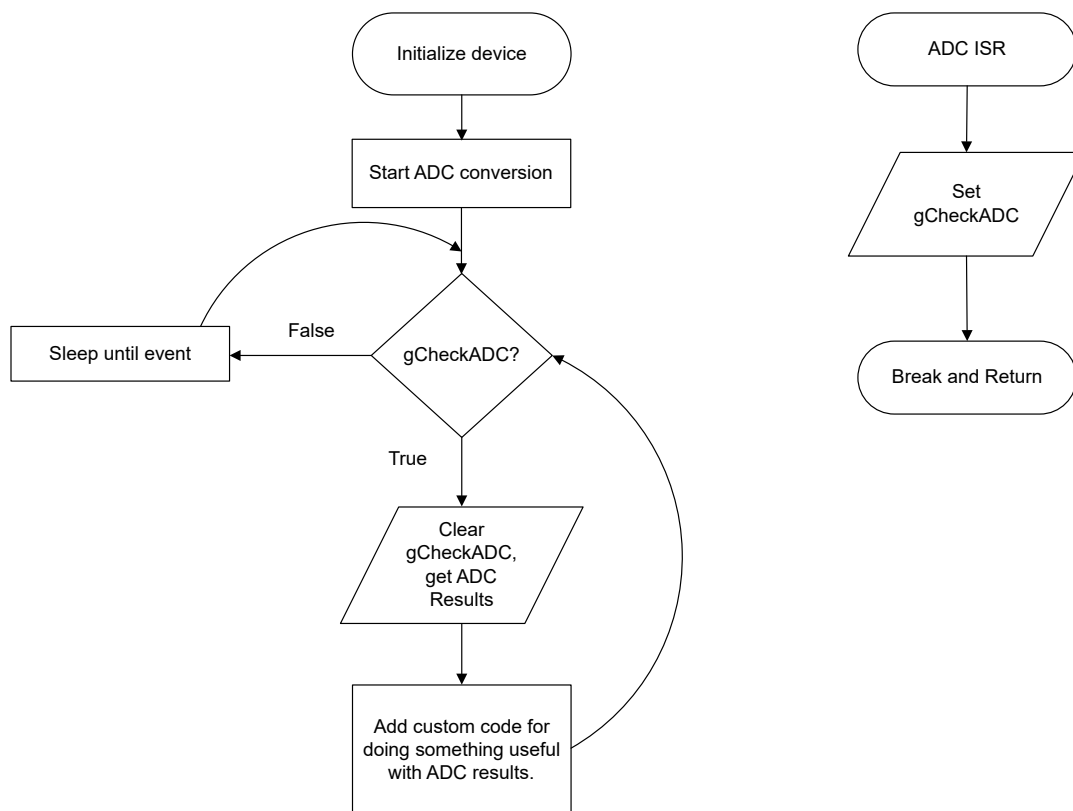


图 1-2. 应用软件流程图

器件配置

该应用利用 TI 系统配置工具 (SysConfig) 图形界面为 OPA 和 ADC 生成配置代码。使用图形界面配置器件外设可简化应用原型设计过程。

应用代码

可以在 *TIA_Example.c* 文件的 *main()* 的开头找到图 1-2 中所述内容的代码。以下代码片段显示了获取测量电流源的 ADC 结果后，在何处添加自定义代码以执行有用的操作。由用户决定要采取的行动，并将 ADC 结果与电流源活动相关联。例如，一项设计如果连接到光电二极管，可能会对 ADC 结果求平均值以忽略光的微小波动，并执行增量计算以检测光的大幅变化。

```

while (1) {
    DL_ADC12_startConversion(ADC12_0_INST);
    while (false == gCheckADC) {
        __WFE();
    }
    /* * This is where the ADC result is grabbed from ADC memory.
    * A user may want to modify this to place multiple results into an array,
    * or add code to perform additional calculations or filters to data obtained.
    */
    gADCResult = DL_ADC12_getMemResult(ADC12_0_INST, DL_ADC12_MEM_IDX_0);
    gCheckADC = false;
    DL_ADC12_enableConversions(ADC12_0_INST);
}

```

其他资源

- [下载 MSPM0 SDK](#)
- [了解有关 SysConfig 的更多信息](#)
- [MSPM0L LaunchPad 开发套件](#)
- [MSPM0G LaunchPad 开发套件](#)
- [MSPM0 计时器 Academy](#)
- [MSPM0 ADC Academy](#)
- [MSPM0 OPA Academy](#)

修订历史记录

Changes from Revision * (February 2023) to Revision A (August 2025)	Page
---	------

- | | |
|---------------------|---|
| • 删除了“兼容器件”部分 | 1 |
|---------------------|---|

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

重要通知和免责声明

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 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。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
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司