Subsystem Design

ADC 至 PWM

说明

此示例演示了如何将模拟信号转换为 4kHz PWM 输出。使用 MSPM0 集成式 ADC 对模拟输入信号进行采样。PWM 输出的占空比根据 ADC 读数进行更新。本示例需要两个计时器；一个用于触发 ADC 读取，另一个用于生成 PWM 输出。下载此示例的代码。

图 1-1 显示了该示例中使用的外设的功能方框图。

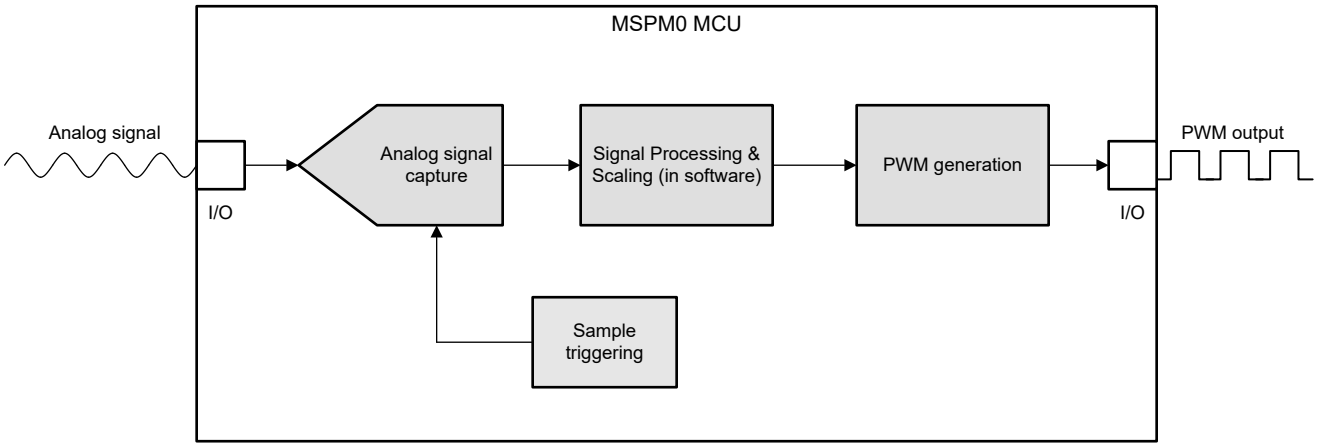


图 1-1. 子系统功能方框图

所需外设

此应用需要 2 个计时器、1 个集成 ADC 和 2 个器件引脚。

表 1-1. 外设要求

子块功能	外设 用法	注释
采样触发	(1x) 计时器 G	在代码中称为 TIMER_0_INST
PWM 生成	(1 个) 计时器 G	在代码中称为 PWM_0_INST
模拟信号捕获	1 个 ADC 通道	在代码中称为 ADC12_0_INST
IO	2 引脚	(1x) ADC 输入 (1x) PWM 输出

English Document: SLAAE78
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

设计步骤

1. 确定所需的 PWM 输出频率和分辨率。在计算其他设计参数时，以这两个参数为起点。在该示例中，我们选择了 4kHz 的 PWM 输出频率和 10 位的 PWM 分辨率。
2. 计算计时器时钟频率。公式 F_clock = F_pwm x 分辨率可用于计算计时器时钟频率。
3. 确定 ADC 采样率。采样率与输出 PWM 频率相关。在该示例中，单个 ADC 样本确定占空比。F_adc = F_pwm。然而，滤波或平均值计算可能要求应用选择不同的采样率。
4. 在 SysConfig 中配置外设。选择将使用的计时器实例。配置将用于 ADC 输入和 PWM 输出的器件引脚。该示例将 PA17 用于 PWM 输出（连接到计时器 G4），将 A0.4 用于模拟输入。
5. 编写应用程序代码。该应用的剩余部分是将 ADC 样本传输到 PWM 计时器。这是在软件中实现的。请参阅“软件流程图”以了解应用程序概况或直接浏览代码。

设计注意事项

1. 最大输出频率：从根本上说，最大 PWM 输出频率受 IO 速度的限制。不过，占空比分辨率也会影响最大输出频率。更高的分辨率需要更多的计时器计数，从而增加输出周期。
2. 时钟：确定使用哪些时钟以及使用哪些时钟分频比是该应用的重要设计注意事项。
   a. 选择 2 的幂作为分辨率，以便缩放运算可以使用移位而不是乘以和除以 b.
   b. 通常，不要将较慢的时钟分频到较低的频率，而是选择较慢的时钟以降低功耗 3.
3. 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。
4. 流水线：该应用中选择的 PWM 计时器支持计时器比较值流水线。流水线使应用能够计划计时器比较值更新，而不会对输出产生干扰。在不支持流水线的情况下，有一些技术可以缓解计时器上的干扰。但这超出了本文档的讨论范围。

English Document: SLAAE78
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

软件流程图

图 1-2 展示了应用将 ADC 读数转换为 PWM 输出所执行的操作。

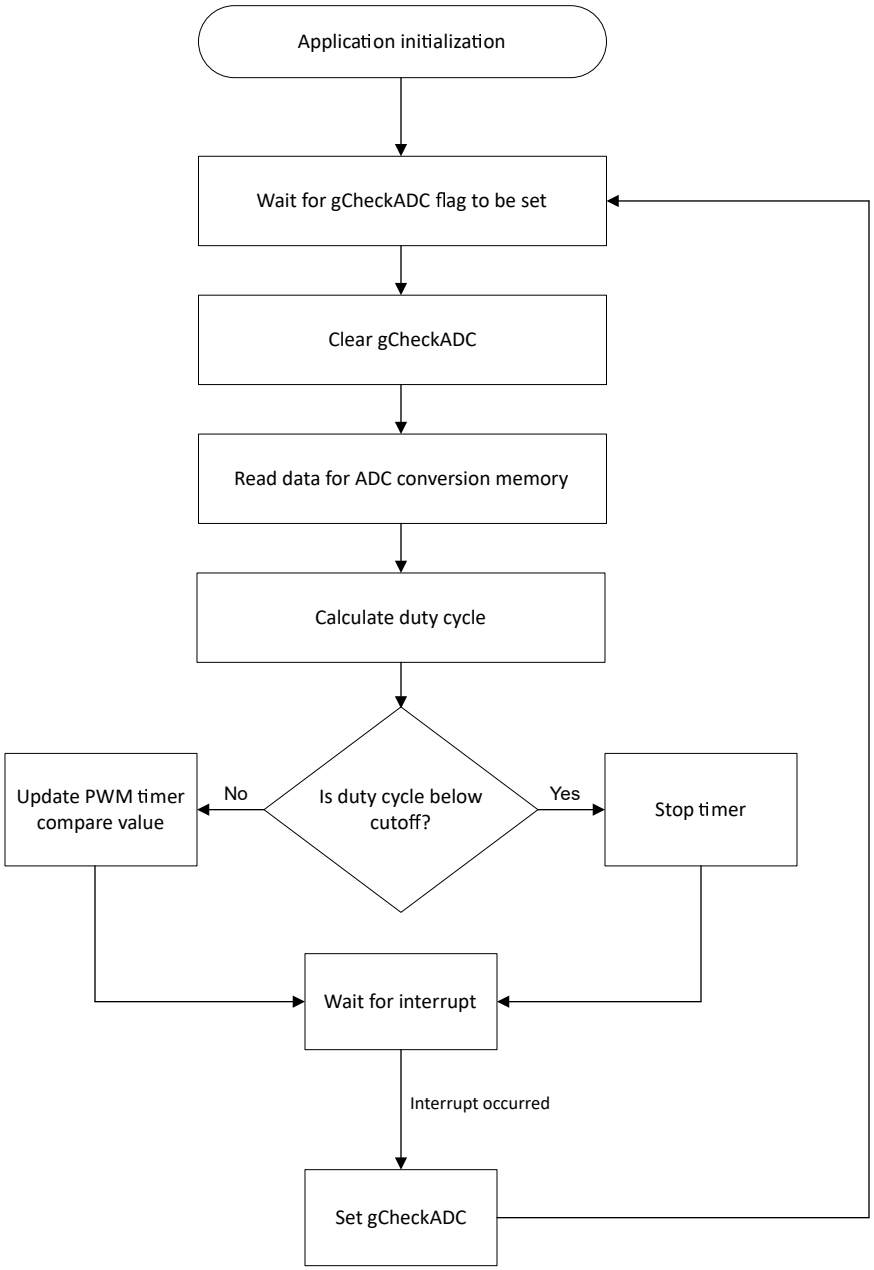


图 1-2. 应用软件流程图

English Document: SLAAE78
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

应用代码

此应用的 PWM 输出具有 10 位分辨率。不过，ADC 样本是 12 位，因此我们必须将 12 位 ADC 读数转换为 10 位值，以便设置 PWM 计时器的比较值。根据应用要求，可能需要不同的调节。

此外，可能需要对传入数据进行更先进的信号处理。例如，限制、平均值或其他滤波在不同情况下可能很重要。可以在以下函数中执行这些类型的操作。

```
void updatePWMfromADCvalue(uint16_t adcValue) {
    // Check to see if the adc value is above our minimum threshold
    if (adcValue > PWM_DEADBAND)
    {
       // Convert 12bit adcValue into 10bit value by right
       // shifting by 2 because the PWM resolution is 10bit
       uint16_t adcValue_10bit = adcValue >> 2;
       // PWM timer is configured as a down counter (i.e it
       // starts   counting down from PWM_LOAD_VAL) and its
       // initial state is high therefore we must perform
       // the following operation so that small values of
       // adcValue_10bit result in small duty cycles
       uint16_t ccv = PWM_LOAD_VAL - adcValue_10bit;
       // Write the new ccv value into the corresponding timer
       // register
       DL_TimerG_setCaptureCompareValue(PWM_0_INST,
                                        ccv,
                                        DL_TIMER_CC_0_INDEX);
       // Start the timer if it is not already running
       if ( !DL_TimerG_isRunning(PWM_0_INST) ) {
           DL_TimerG_startCounter(PWM_0_INST);
       }
    }
    else {
        // If adcResult is not above deadband value then disable timer
        DL_TimerG_stopCounter(PWM_0_INST);
    }
}
```


English Document: SLAAE78
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

结果

当输入电压低于预设的死区值时，输出被禁用，如图 1-3 所示。

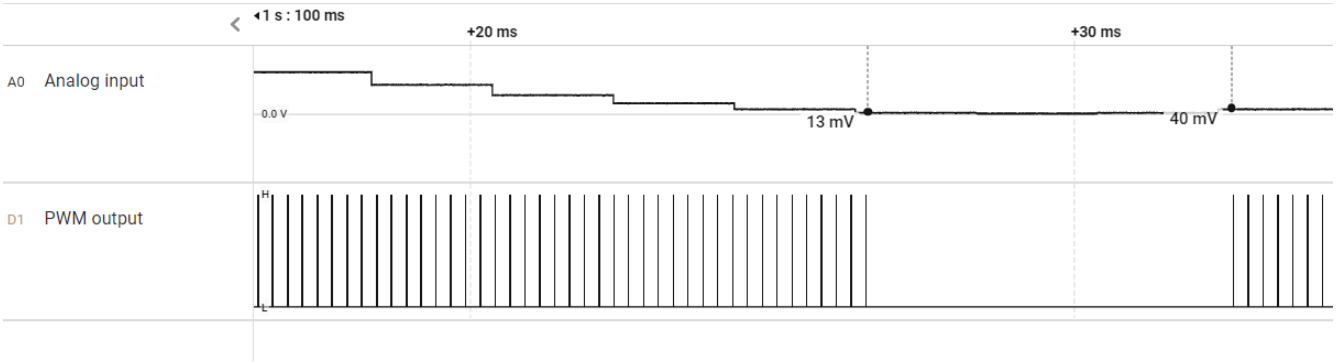


图 1-3. 当 ADC 输入低于死区时，禁用 PWM 输出

在图 1-4 中，输入电压为 2.26V。测得的占空比为 67.93%。快速计算确认预期占空比为 68.4%。

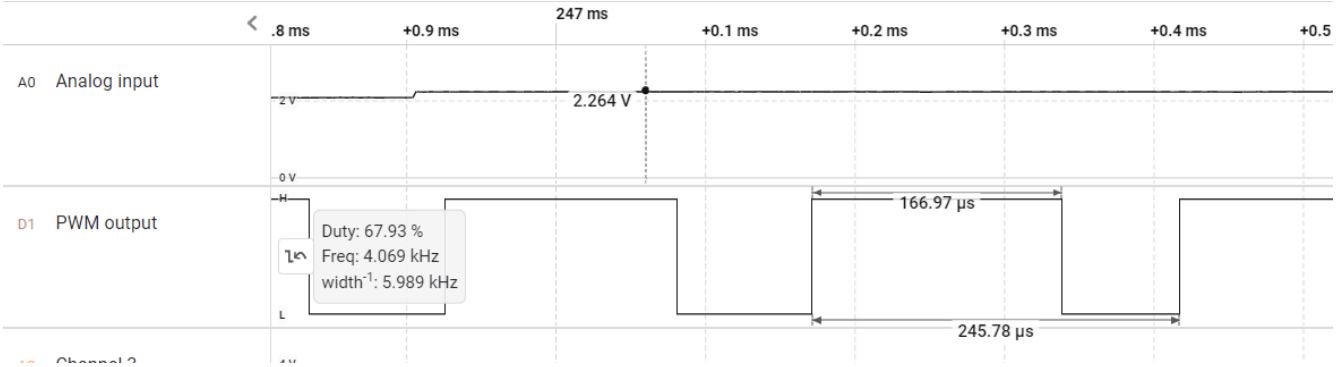


图 1-4. PWM 输出占空比对应于输入电压

English Document: SLAAE78
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

其他资源

- 下载 MSPM0 SDK
- 了解有关 SysConfig 的更多信息
- MSPM0L LaunchPad
- MSPM0G LaunchPad
- MSPM0 计时器 Academy
- MSPM0 ADC Academy

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

English Document: SLAAE78
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

修订历史记录

Changes from Revision * (August 2024) to Revision A (August 2025)	Page
• 删除了“兼容器件”部分	1

English Document: SLAAE78
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

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出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