

Subsystem Design

数字 **FIR** 滤波器



1 说明

该子系统演示了如何使用 MSPM0G 系列器件中的内部 ADC 和数学加速器 (MATHACL) 模块来实施简单的模拟信号流 FIR 滤波器。在该配置中，可以根据所需的滤波器阶数和系数来滤除模拟信号上的噪声，而无需等待软件浮点计算。

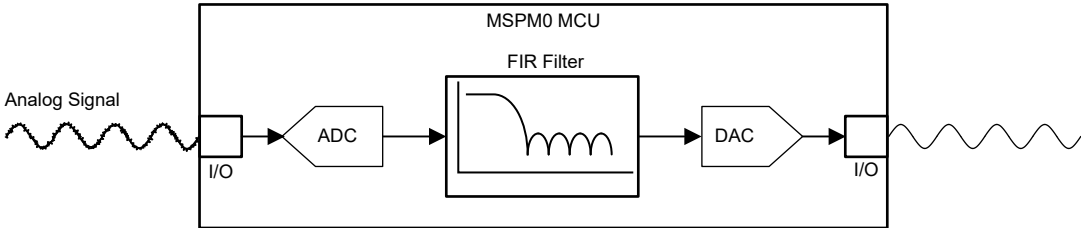


图 1-1. FIR 滤波器功能方框图

2 所需外设

所需外设

该应用需要一个集成的 ADC、MathACL 和 DAC12 模块。

表 2-1. 所需外设

子块功能	外设使用	注释
模拟信号捕获	1 个 ADC	在代码中显示为 <code>ADC12_0_INST</code>
FIR 滤波器	1 个 MathACL	在代码中显示为 <code>MATHACL</code>
模拟信号输出 (可选)	1 个 DAC12	在代码中显示为 <code>DAC12_0_INST</code>

3 设计步骤

- 确定所需的转角频率和滤波器响应。
- 设置 ADC 采样频率。这必须至少是信号预期带宽的两倍。
- 计算所需的系数和滤波器阶数。滤波器系数是有理数，与采样频率相结合，用于确定滤波器的通带和抑制频带。
 - 有多重不同的方法和工具来计算 FIR 滤波器系数，本文档不对此进行讨论。
- 将滤波器系数转换为定点值。
 - 示例代码中使用 Q16 (16 个小数位) 表示。使用 [IQMath 库](#) 或通过将系数乘以 2^n 来执行此转换，其中 n 是所需的小数位数。验证所选数据类型是否可以保留这些值而不会溢出。
 - 滤波器系数是常数，因此如果需要，可以将其包含在闪存中，以节省 SRAM 中的空间。

4 设计注意事项

1. **输入信号带宽**：必须解析的信号带宽决定 ADC 采样频率和代码必须处理的数据量。
2. **ADC 基准电压**：必须选择 ADC 基准电压，以便能够以良好的分辨率完全采集信号振幅。
3. **滤波器阶数**：每增加一个滤波器阶数，用户都必须对每次采样执行另一组操作。这增加了采样之间的总体处理时间并限制了用户可执行的其他处理的数量。结果是滤波器抑制增加和所需信号的分辨率提高。

5 软件流程图

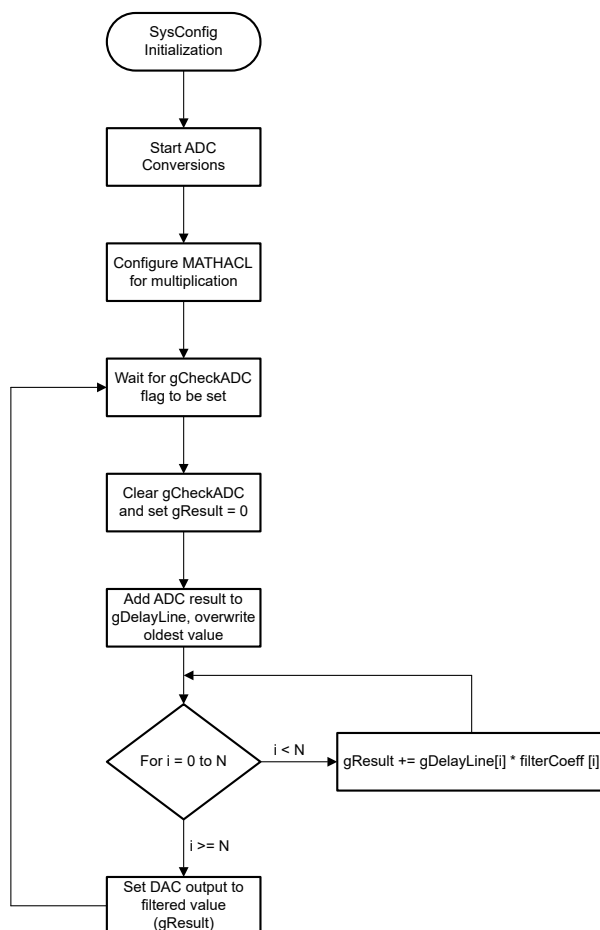


图 5-1. 示例软件序列

6 应用代码

```

#define FILTER_ORDER 24
#define FIXED_POINT_PRECISION 16
volatile bool gCheckADC;
uint32_t gDelayLine[FILTER_ORDER];
uint32_t gResult = 0;
/* Filter coefficients are input as 16-bit Precision fixed point values */

static int32_t filterCoeff[FILTER_ORDER] = {
    -62, -153, -56, 434, 969, 571,
    -1291, -3237, -2173, 3989, 13381, 20518,
    20518, 13381, 3989, -2173, -3237, -1291,
    571, 969, 434, -56, -153, -62
};

const DL_MathACL_operationConfig gMpyConfig = {
    .opType = DL_MATHACL_OP_TYPE_MAC,
    .opSign = DL_MATHACL_OPSIGN_SIGNED,

```

```
.iterations = 0,
.scaleFactor = 0,
.qType      = DL_MATHACL_Q_TYPE_Q16};

int main(void)
{
    SYSCFG_DL_init();
    NVIC_EnableIRQ(ADC12_0_INST_INT_IRQN);
    gCheckADC = false;
    DL_ADC12_startConversion(ADC12_0_INST);

    /* Configure MathACL for Multiply */
    DL_MathACL_configOperation(MATHACL, &gMpyConfig, 0, 0 );

    while (1) {
        while (false == gCheckADC) {
            __WFE();
        }

        gCheckADC = false;
        gResult = 0;
        /* Append the most recent ADC result to the delay line */
        memmove(&gDelayLine[1], gDelayLine, sizeof(gDelayLine) - sizeof(gDelayLine[0]));
        gDelayLine[0] = DL_ADC12_getMemResult(ADC12_0_INST, DL_ADC12_MEM_IDX_0);

        /* Calculate FIR Filter Output */
        for (int i = 0; i < FILTER_ORDER; i++){
            /* Set Operand One last */
            DL_MathACL_setOperandTwo(MATHACL, filterCoeff[i]);
            DL_MathACL_setOperandOne(MATHACL, gDelayLine[i]);
            DL_MathACL_waitForOperation(MATHACL);
        }
        /* Our result should not exceed the bounds of RES1 register, in other applications you may
        use both RES1 and RES2 registers */
        gResult = DL_MathACL_getResultOne(MATHACL);
        DL_DAC12_output12(DAC0, (uint32_t)(gResult));

        /* Clear Results Registers */
        DL_MathACL_clearResults(MATHACL);
    }
}

/* Set the ADC Result flag to trigger our main loop to process the new data */
void ADC12_0_INST_IRQHandler(void)
{
    switch (DL_ADC12_getPendingInterrupt(ADC12_0_INST)) {
        case DL_ADC12_IIDX_MEM0_RESULT_LOADED:
            gCheckADC = true;
            break;
        default:
            break;
    }
}
```

7 其他资源

- 德州仪器 (TI), [MSPM0 L 系列 80MHz 微控制器](#) 技术参考手册。
- 德州仪器 (TI), [MSPM0G350x 具有 CAN-FD 接口的混合信号微控制器](#) 数据表。
- 德州仪器 (TI), [MSPM0G150x 混合信号微控制器](#) 数据表。

8 E2E

请访问 [TI 的 E2E](#) 支持论坛来查看讨论并发布新主题，以获得在设计中使用 MSPM0 器件的技术支持。

9 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision * (February 2024) 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