

Subsystem Design

数字 IIR 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) 模块对模拟信号实施简单的流式 IIR 滤波器。在此配置中，使用单极 IIR 滤波器对模拟信号上的噪声进行滤波。可以调整定义的 β 值以控制 IIR 滤波器随频率的衰减。

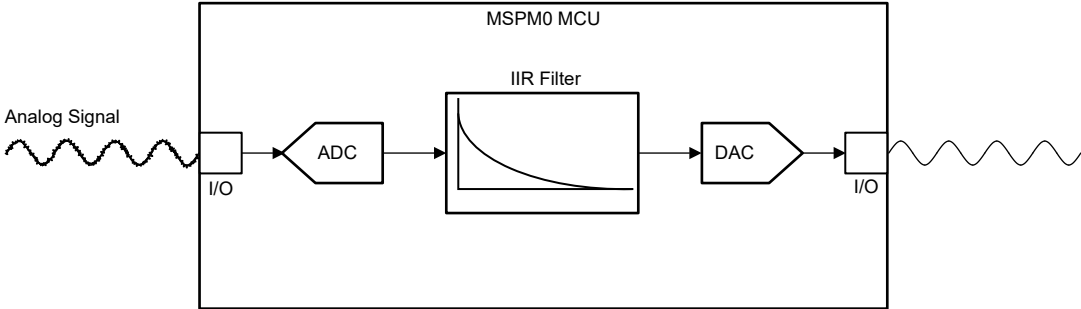


图 1-1. IIR 滤波器功能方框图

2 所需外设

所需外设

该应用需要一个集成式 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>
IIR 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

- 确定所需的最小 ADC 采样频率。这必须至少是输入信号带宽的两倍。
- 确定所需的抑制系数。单极 IIR 滤波器中的抑制系数决定了滤波器随频率变化的衰减速率。抑制系数有时被称为 β 值或衰减值。
 - 有不同的工具可用来计算 IIR 滤波器系数，本文档不讨论这些工具。
- 将滤波器系数转换为定点值。
 - 在示例代码中，使用 Q8 (八个小数位) 表示形式。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。验证所选数据类型是否可以保留这些值而不会溢出。
 - 滤波器系数是常数值，可根据需要包含在闪存中以节省 SRAM 中的空间。

4 设计注意事项

- 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。
- ADC 基准电压：**
选择 ADC 基准电压时，必须能够以良好的分辨率完全捕捉信号幅度。
- 衰减系数：**
在单极 IIR 滤波器中，衰减值是衡量新样本对当前结果的贡献的单个系数。衰减系数的范围介于 0 到 1 之间。衰减值越高，截止频率就越早。

5 软件流程图

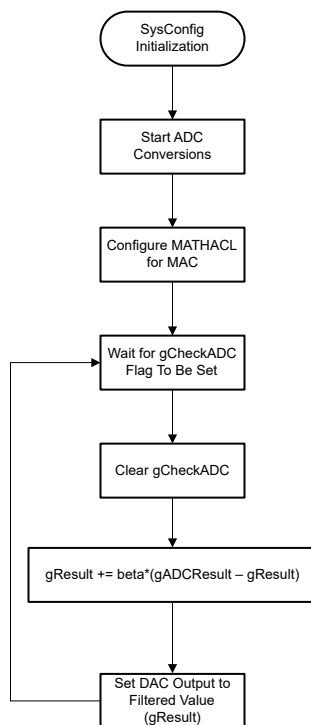


图 5-1. 示例软件序列

6 应用代码

```

volatile bool gCheckADC;
/* Filtered Result */
uint32_t gResult = 0;
/* ADC Value Output */
uint32_t gADCResult = 0;

/* Scaling Factor, Q8 value (0-255) */
uint32_t gBeta = 16;
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_Q8};
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 and Accumulate */
DL_MathACL_configOperation(MATHACL, &gMpyConfig, 0, 0 );
DL_MathACL_enableSaturation(MATHACL);

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

    /* Calculate IIR Filter Output */
    gADCResult = DL_ADC12_getMemResult(ADC12_0_INST, DL_ADC12_MEM_IDX_0);
    /* Set Operand One last */
    DL_MathACL_setOperandTwo(MATHACL, gADCResult - gResult);
    DL_MathACL_setOperandOne(MATHACL, gBeta);
    DL_MathACL_waitForOperation(MATHACL);
    gResult = DL_MathACL_getResultOne(MATHACL);
    DL_DAC12_output12(DAC0, gResult);
}
}
/* 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 G 系列 80MHz 微控制器](#) 技术参考手册。
- 德州仪器 (TI), [MSPM0 L 系列 32MHz 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。
- 德州仪器 (TI), [MSPM0L130x 混合信号微控制器](#) 数据表。

8 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。

9 E2E

请访问 [TI](#) 的 [E2E](#) 支持论坛，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。

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