

实验名称: AD 采样及快速傅里叶变换 姓名: 严旭铎 学号: 3220101731

专业: 电气工程及其自动化

姓名: 严旭铎

学号: 3220101731

日期: 2024.4.2

地点: 紫金港东三 406

课程名称: 微机原理与应用实验 指导老师: 胡斯登 成绩: _____

实验名称: AD 采样及快速傅里叶变换 实验类型: STM32 实验 同组学生姓名: 褚玘铄

浙江大学实验报告

实验 AD 采样及快速傅里叶变换

一、实验目的

1. 掌握单片机 AD 采样的使用方法(DMA)
2. 掌握单片机 FFT 的使用方法

二、实验内容

1. 实现电压信号的 AD 采样
2. 实现单片机的 FFT

三、实验过程

1. 配置好 Cubemx 文件。RCC 和 SYS 按照常规配置, ADC1 勾选 IN10, TIM3 触发, 开启中断, 并且 DMA 模式传输, 采用循环发送。
2. TIM3 设置中, 预分频为 0, 自动重装主计数器设为 $281-1$ ($T = \frac{1}{72 \times 10^6} \times 281 = 3.9\mu s$ 对应 256kHz 采样率)。ADC 采用 6 分频。
3. 生成调试文件, 在 keil 中添加 CMSIS-DSP 库。加入代码, 编译。
4. 硬件采用 PC0 口进行 AD 采样。

四、代码与结果

1. 部分代码

```
/* USER CODE BEGIN WHILE */
while (1)
{
    /* USER CODE END WHILE */

    /* USER CODE BEGIN 3 */
    if(isSampleReady == 1)
    {
        for(i=0; i < FFT_NUM; ++i)
        {
            fftIn[2*i] = sampleData[i] * 3.3 / 4096;
            fftIn[2*i + 1] = 0;
        }
        //FFT
        arm_cfft_f32(&arm_cfft_sR_f32_len256, fftIn, 0, 1);

        //计算幅值
        for(i=0; i < FFT_NUM; ++i)
        {
            sampleDataFreMag[i] = sqrtf(fftIn[2*i] * fftIn[2*i] + fftIn[2*i+1] * fftIn[2*i+1]) / FFT_NUM;
        }
    }
}
```

fftIn[2*i]为实部, 填入采样的数据
fftIn[2*i+1]为虚部, 填入 0

调用 FFT 库函数, 进行 1024 点的 FFT

2. 结果

表 1

幅值 V_p 为 1V，直流偏置 V_{dc} 为 2V，频率 f 为 1kHz 的正弦波			
AD 采样		FFT 结果	
Name	Value	Name	Value
sampleDataFreMag[i]	0	sampleDataFreMag[i]	<not in scope>
sampleDataFreMag	0x20000AD4 sampleD...	sampleDataFreMag	0x20000AD4 sampleD...
arm_cfft_f32	0x08000728	[0]	1.96006107
fftIn	0x200002D4 fftIn	[1]	0.000308820599
[0]	2.00932622	[2]	0.000734394125
[1]	0	[3]	0.00171912042
[2]	2.14145517	[4]	0.530338585
[3]	0	[5]	0.00198794925
[4]	2.24216318	[6]	0.00133093796
[5]	0	[7]	0.000704040693
[6]	2.34367681	[8]	0.000835120154
[7]	0	[9]	0.000628771319
[8]	2.43632817	[10]	0.000519741734
[9]	0	[11]	0.000552359852
[10]	2.52575684	[12]	0.000430152781
[11]	0	[13]	0.000498182431
[12]	2.60793447	[14]	0.000357062789
[13]	0	[15]	0.000526399177
[14]	2.68930674	[16]	0.000291479984
[15]	0	[17]	0.000291705772
[16]	2.7585938	[18]	2.353114e-05
[17]	0	[19]	0.00030518524
[18]	2.82385254	[20]	0.000212007624
[19]	0	[21]	0.000159542717
[20]	2.88024902	[22]	0.000170308485
[21]	0	[23]	0.000430005544
[22]	2.92697763	[24]	0.00018650842
[23]	0	[25]	0.000270742865
[24]	2.9704833	[26]	0.000114855065
[25]	0	[27]	0.000266273855
[26]	2.99465322	[28]	0.000218325673
[27]	0	[29]	0.000222662798
可以发现，第奇数个点 AD 采样得到的是输出的正弦波形； 4 次谐波分量大约在 0.53V 左右，约为 $V_p/2$ ，说明 FFT 成功。			

五、 实验体会与思考

1. 本次实验和信号课的知识结合在一起，实现了用单片机进行 AD 采样并直接编程计算 FFT，这对之后的学习和研究可能有很大的帮助。
2. 在编程调试过程中，不要忘记关闭代码优化。按照默认来的话，很可能直接把 main 函数里的 for 循环给跳过，就没法 FFT。