



AC781X/AC7801X FAQ

文档版本: 1.0
发布日期: 2021-01-26

© 2019 - 2021 杰发科技

本文档包含杰发科技的专有信息。未经授权，严禁复制或披露本文档包含的任何信息。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。

修订记录

版本	日期	作者	修订说明
1.0	2021-01-26	Autochips	文档初版

目录

修订记录.....	2
目录 3	
1 system	8
1.1 Q: 怎么设置芯片的不同启动模式?	8
1.2 Q: AC781x 和 AC7801x 有哪些软件复位的方式?	8
1.3 Q: AC781x 跟 AC7801x 的 STOP 模式下功耗?	9
1.4 Q: 进入 STOP 模式后 HSI 和 PLL 都被关闭, 唤醒后是否需要软件进行初始化?	9
1.5 Q: 哪些模块能唤醒 MCU, 手册中的边沿唤醒, 中断唤醒等都是什么意思?	9
1.6 Q: 进入低功耗时候要做什么处理, 退出低功耗的时候要做什么处理	10
1.7 Q: 78XX 上电复位后, 芯片复位状态寄存器会自动清零吗?	10
1.8 Q: 芯片从 stop 模式下唤醒启动流程是怎样的? 是否可能会出现唤醒过程异常导致唤醒失败卡死的情况?	10
2 CLOCK.....	11
2.1 Q: AC781x 跟 AC7801x 的内部 8M 时钟精度? 32K 时钟精度?	11
2.2 Q: AC781x 与 AC7801x 的时钟差异?	11
2.3 Q: 芯片外部时钟损坏时能否自动切换到内部时钟工作?	11
3 GPIO.....	12
3.1 Q: 芯片的推挽和开漏输出在哪里设置?	12
3.2 Q: 78xx GPIO 是否可以配置上下拉电阻, 阻值是多少?	12
3.3 Q: 系统上电时候 GPIO 默认是什么状态, 不用的 GPIO 要做什么处理。	12
3.4 Q: GPIO 最快的翻转时间是多久	12
3.5 Q: AC781x 的所有 GPIO 都支持中断和唤醒吗?	12
4 TIMER	13
4.1 Q: AC781x 跟 AC7801x 的定时器支持当前计数值清零吗?	13
5 PWM.....	14
5.1 Q: 使用 PWM 输出, 设置 CHnV 调节占空比, 发现从 CHnV 读出的值和写入的不一样。	14
5.2 Q: PWM 的双边沿捕获可以同时捕获频率和占空比吗? 怎么实现?	14

5.3	Q: AC781x 跟 AC7801x 同一个 PWM 模块不同通道可配置成不同功能吗? 例如 PWM1 的 CH0 配置成 PWM 输出, CH1 配置为 PWM 捕获?	14
5.4	Q: AC781x 跟 AC7801x 同一个 PWM 模块的多个通道能配置成不同频率吗, 如 PWM1 的不同通道可以配置成不同的频率输出吗?	14
5.5	Q: AC781x 跟 AC7801x 关掉 PWM 输出需要把整个模块 Deinit 吗?	15
5.6	Q: PWM 的 Fault 脚是数字电平判断还是模拟电压判断? 如果是电平判断, 有效电平是否可配?	15
5.7	Q: 不同组 PWM 模块之间是否可以同步?	15
5.8	Q: AC7801x 和 AC781x 的 PWM 模块个数和通道个数分别是多少?	15
5.9	Q: AC78xx 是否支持生成中央对齐的 PWM?	15
5.10	Q: 在使用 AC781x/AC7801x 的 PWM 模块时, 已经通过 CHIE 禁止了通道中断, 但还是会产生 CHIF 标志。	16
6	RTC	17
6.1	Q: RTC 是否支持独立电源, 是否支持外部时钟?	17
6.2	Q: 系统复位后 RTC 配置是否会清除?	17
7	ADC	18
7.1	Q: AC781x 和 AC7801x ADC 注入组和规则组的区别?	18
7.2	Q: 休眠时配置成 ADC 功能的引脚是否会增加功耗?	18
7.3	Q: 78XX ADC 有多少路外部通道?	18
7.4	Q: AC781x 跟 AC7801x MCU 供电 VCC 变化情况下, 如何保证 ADC 采集的准确, ADC 采样值波动过大怎么处理?	18
7.5	Q: AC781x 跟 AC7801x 的 ADC 规则组采样只有一个转换结果寄存器。当多个规则组采样, 怎么得到不同通道数据?	19
7.6	Q: ADC 的转换速率如何计算?	19
7.7	Q: AC7801x 与 AC781x 的 ADC 采样速率差异?	19
7.8	Q: 如何测量 78xx 芯片温度?	19
8	UART	20
8.1	Q: UART 的 FIFO 大小是多少?	20
9	SPI	21

9.1	Q: 硬件 SPI 的 cs 脚能否软件自己控制?	21
9.2	Q: 78xx SPI 最大通信速率是多少?	21
10	LIN	22
10.1	Q: 781X 硬件 LIN 一帧可以发送多少个字节 data?	22
10.2	Q: AC7801x 没有 LIN 模块?	22
10.3	Q: 是否有 LIN 的协议栈.....	22
11	CAN	23
11.1	Q: 带集成式低通滤波的 CAN 唤醒功能具体作用?	23
11.2	Q: 如何一次性将 CAN FIFO 中的多帧数据读取出来?	23
11.3	Q: 78xx CAN 模块时钟源是否支持外部晶振?	23
11.4	Q: 781x/7801x 有多少路 CAN, 是否支持 CAN FD?.....	23
11.5	Q: 78xx CAN 模块如何判断单帧报文是否发送成功?	23
11.6	Q: AC7801x 和 AC781x CAN 有多少个缓冲区?	23
11.7	Q: AC781x 和 AC7801x 是否有 CAN busoff 中断?	24
11.8	Q: 使用 CAN 模块的 LOM 监听模式时, 无法正确接收数据。	24
11.9	Q: 是否有 CAN 的协议栈?	24
11.10	Q: CAN 硬件过滤怎么设置?	24
12	WDG	25
12.1	Q: 能否上电就开启看门狗功能?	25
12.2	Q: WDG 在 STOP 模式下能否工作?	25
13	EFLASH	26
13.1	Q: eflash 的擦写时间是多少?	26
13.2	Q: eflash 能否只更新某一个地址的值, 还是必须按页写?	26
13.3	Q: 781x/7801x eFLASH 每页多少字节?	26
13.4	Q: eflash 的擦写次数和保存期限是多久?	26
13.5	Q: eFlash 是否支持读写保护, 能否单独指定某一页做读写保护, 是否重启才生效?	26
13.6	Q: AC7811 中 eflash 的 CKDIV 按手册描述应该是设置为 0x60 才对, 但驱动代码里面为什么是设置 0x67?	26

14	MISC.....	27
14.1	Q: 芯片支持哪些开发环境, 版本; 支持哪些仿真器, 离线烧录器?	27
14.2	Q: 如何实现 bootloader?	27
14.3	Q: AC781x 芯片的 PC3, PC4 脚配置为输出高, 但实际测量没有输出.....	27
14.4	Q: AC781x 通过外部 RESET 脚复位, 但是在复位状态寄存器中没有获取到外部 RESET 状态。.....	27
14.5	Q: 使能看门狗的情况下能否仿真?	27
14.6	Q: keil 下仿真程序运行不能跳转到 main 函数, 停止运行显示代码运行卡死在启动文件的 _main 中。.....	28
14.7	Q: 如何修改中断向量偏移地址。.....	28
14.8	Q: 杰发的芯片可以对标或者替代哪些国外的芯片?	28
14.9	Q: 杰发的 MCU 都是车规的吗? 能否提供报告?	28
14.10	Q: 请问芯片当前支持哪些电机算法?	28
14.11	Q: AC781x/AC7801x 的中断优先级如何设置?	28
14.12	Q: AC781x 的 VPP 脚有什么用, 要如何连接?	29
14.13	Q: 我们的代码中断回调过多, 是否会相互影响, 中断过多会有什么影响?	29
14.14	Q: NMI 是什么意思, 需要特别处理吗.....	29
14.15	Q: 软复位是否所有 ram 的值都复位了? 有哪些寄存器的数据是保存的? 如何软复位保存部分 ram 的值?	29
14.16	Q: AC781x 和 AC7801x 代码初始化完成需要多长时间? (main 函数之前), 提供一个参考时间.....	30
14.17	Q: AC781x 和 AC7801x 是否支持 ISP 方式下载?	30
14.18	Q: AC781x 和 AC7801x MCU 的通讯 (SPI、IIC) 在 5V 供电的情况下, 信号如何处理?	30
14.19	Q: 78xx BG 电压多少?	30
14.20	Q: 78xx DMA 模块是否支持 Timer 触发搬运?	30
14.21	Q: DMA 的结束地址有什么用?	30
14.22	Q: NMI/BOOT/SWD 引脚是否可以做 GPIO 使用?	30
14.23	Q: DMA 的源宽度和目标宽度与分割传输数的关系?	31
14.24	Q: 中断回调函数的参数代表什么意思? 有没有具体的说明文档?	32

14.25 Q: AC7801x 的协处理器计算除法和开方根的运算时间是多少? 与普通计算公式的时间差异有多大?	32
14.26 Q: AC781x 跟 AC7801x 是否有 UUID? 怎么读?	32
14.27 Q: AC781x 跟 AC7801x 是否有定时休眠唤醒?	32
14.28 Q: AC781x 跟 AC7801x 是否能直接驱动电机?	32
14.29 Q: J-LINK 在 ATC 的 5V 系统上会出现下载程序失败的情况?	32
14.30 Q: 78XX ACMP 能否作为比较器, 在母线过流时, 作为 pwm 故障输入, 关闭 PWM 输出?	33
14.31 Q: 中断响应时间是多少?	33

1 system

1.1 Q: 怎么设置芯片的不同启动模式?

A: 可以在芯片启动之前, 通过设置 (AC7801x:BOOT、PA1、PA2, AC781x: BOOT、UART1_CTS/PD0、UART1_RTS/PB7) 引脚的电平的方式来改变芯片的启动方式, 启动方式如下:

AC7801x:

BOOT	PA1	PA2	BOOT mode
0	x	X	eFlash(default)
1	0	0	ISP
1	1	0	SRAM

AC781x

BOOT	UART1_CTS/PD0	UART1_RTS/PB7	BOOT mode
0	x	X	eFlash(default)
1	0	0	ISP
1	1	0	SRAM
1	0	1	serial flash boot

正常产品只需要使用 eflash 启动方式, 只需要保持 boot 脚为低, 其余两个引脚可用于其他功能。

注: 在 AC7801x 中, boot 脚可以用于普通 GPIO 功能, 若 IO 口不够, 需要将该引脚用于普通 GPIO, 必须要保证在上电复位时, 该引脚处于低电平状态, 最好保证该引脚外部有 10K 下拉。

1.2 Q: AC781x 和 AC7801x 有哪些软件复位的方式?

A: 使用 ARM 内核自带的软复位指令复位,

例:

```
__NVIC_SystemReset();
```


B: 看门狗喂狗函数寄存器配置错误值复位(除 WDG_Unlock()\WDG_Feed()函数中的两个组合序列外的序列)。

例:

```
{
    DisableInterrupts;
    WDG->CNT = 0x9908AD15;
    WDG->CNT = 0x5AD5A879;
    EnableInterrupts;
}
```

注: 该复位方式和看门狗超时复位效果一样, 即会产生看门狗中断(如果使能了该中断), 并延迟 128 个 apb clk 后复位。

1.3 Q: AC781x 跟 AC7801x 的 STOP 模式下功耗?

7801:

Stop 模式下可达到 5ua (常温下实测)。

7811:

Stop 模式下可达到 10ua (常温下实测)。

1.4 Q: 进入 STOP 模式后 HSI 和 PLL 都被关闭, 唤醒后是否需要软件进行初始化?

A: 唤醒后硬件会按休眠前的时钟配置自动进行初始化, 无需软件操作, 可以理解为休眠唤醒后, 时钟的配置保持不变。

1.5 Q: 哪些模块能唤醒 MCU, 手册中的边沿唤醒, 中断唤醒等都是什么意思?

stop 模式下, 支持 GPIO, CAN, UART, 等唤醒, 其中 GPIO 支持边沿中断唤醒, 电平需保持 52us 以上。CAN UART 支持 RX 脚低电平唤醒。其中 CAN RX 唤醒支持毛刺过滤功能, 可以滤除低于 2us 的毛刺信号。IIC 支持从机地址匹配唤醒, SPI 支持从机接收唤醒。RTC 支持定时唤醒。

1.6 Q: 进入低功耗时候要做什么处理，退出低功耗的时候要做什么处理

进入低功耗模式前，如果使能了 `systick` 中断，要关闭 `systick`。同时，除 `GPIO`，`RTC`，`WDG` 之外的外设，都建议关闭（特别 `DMA` 必须要关闭），再进入休眠。

唤醒后，将休眠前关闭的模块重新初始化即可。

注：关闭 `CAN`，`UART` 模块等本身不影响 `UART`，`CAN` 的休眠唤醒功能，只要保证 `GPIO` 的配置不改变，并使能了相应的唤醒即可。

1.7 Q: 78XX 上电复位后，芯片复位状态寄存器会自动清零吗？

A:不会自动清零。可以通过对复位状态寄存器 `bit16` 写 1 清除所有复位状态。

1.8 Q: 芯片从 `stop` 模式下唤醒启动流程是怎样的？是否可能会出现唤醒过程异常导致唤醒失败卡死的情况？

A: 如果使能了外部晶振和 `PLL`，唤醒的过程中如果外部晶振异常，会有概率导致唤醒失败卡死。要规避此问题，可以在休眠前手动将时钟切换为内部 `8M`，并关闭 `PLL` 和 `XSOC`。然后在唤醒后重新打开并切换为 `PLL`。这样如果时钟异常软件上可以通过超时检测。

可以参考 `7801x SPM` 模块例程。

2 CLOCK

2.1 Q: AC781x 跟 AC7801x 的内部 8M 时钟精度? 32K 时钟精度?

A: 两款 MCU 的内部 8M 时钟在全温范围 (-40~125°) 内精度误差为±1.1%; 两款 MCU 的 32K 时钟精度误差在常温下为±1.5%, 全温范围为±10%。AC781x 可参考数据手册中的 6.2.2 章节; AC7801x 可参考数据手册中的 7.2.2 章节。

2.2 Q: AC781x 与 AC7801x 的时钟差异?

A: AC781x 的最高主频可到 100MHZ。

AC7801x 下的 AC78016 的最高主频可到 72MHZ, 其他 AC7801x 的最高主频可到 48MHZ。

2.3 Q: 芯片外部时钟损坏时能否自动切换到内部时钟工作?

A: 芯片在外部时钟损坏时不能自动切换为内部时钟, 但可以检测到外部时钟异常, 并产生 NMI 中断, 在中断中可以通过软件实现时钟切换工作。

该功能已经在 AC7801x 驱动库中的 NMI 中断实现。AC781x 可参考 AC7801x 实现。

3 GPIO

3.1 Q: 芯片的推挽和开漏输出在哪里设置?

A: 可通过 GPIO 的 E4E2 寄存器来设置推挽模式, 增强 GPIO 驱动能力(最大到 16mA), GPIO 不支持配置开漏输出, 用于 IIC 功能的 GPIO, 配置复用功能为 IIC 功能时, 会自动设置为开漏模式。

3.2 Q: 78xx GPIO 是否可以配置上下拉电阻, 阻值是多少?

A: 78xx GPIO 可以配置开启/关闭上下拉电阻, 上下拉电阻典型值为 75k Ω 。

3.3 Q: 系统上电时候 GPIO 默认是什么状态, 不用的 GPIO 要做什么处理。

A: 系统上电, GPIO 默认为输入浮空状态, 对于特殊的 IO, 如 NMI 引脚, SWDIO, SWCLK 默认是对应的复用功能。不用的 GPIO 建议内部配置上/下拉 (要保证引脚有一个确定的电平), 或者通过外部电阻上/下拉。

3.4 Q: GPIO 最快的翻转时间是多久

A: GPIO 翻转最快在 200ns 左右。

3.5 Q: AC781x 的所有 GPIO 都支持中断和唤醒吗?

A: AC781X/AC7801x 所有的 GPIO 都支持中断唤醒, 需要 GPIO 电平保持时间大于 52us, 最多支持 16 组 PIN 号不同的 GPIO 中断。

4 TIMER

4.1 Q: AC781x 跟 AC7801x 的定时器支持当前计数值清零吗?

A: 不支持。如果用做计时功能，可通过前后两次计数值相减得到。可参考 AC7801x 的 Timer 例程中的 03TimerCapturePWM

若一定要清 0，可通过关闭 Timer 再重新 Enable，会重新开始计时。

5 PWM

5.1 Q: 使用 PWM 输出，设置 CHnV 调节占空比，发现从 CHnV 读出的值和写入的不一样。

A: CHnV 带有缓冲功能。缓冲机制中，第一次对 CHnV 的写入会存在缓冲中，此时缓冲值被保护，后续的写入不再生效。需要等当前缓冲区的值装载到寄存器后，才可以重新修改。所以在缓冲区的值装载前对 CHnV 进行修改，只有第一次有效。CHnV 的值会在 PWM 输出匹配的时候重新装载。

故，不建议在一个 PWM 周期内频繁的改变 CHnV 的值

5.2 Q: PWM 的双边沿捕获可以同时捕获频率和占空比吗？怎么实现？

A: AC7801x 和 AC781x 的 PWM 的双边沿捕获都可以实现同时捕获一个输入通道的频率和占空比。

配置 PWM 模块为双边沿捕获模式后，仅使用 ch(n)，忽略 ch(n+1)。配置 ELS(n)R1: ELS(n)R0 选择不同的边沿，则在上升沿和下降沿均会保存计数器的值，在中断中进行数据处理即可得出频率和占空比。

具体实现可参考 PWM 应用笔记和例程。

5.3 Q: AC781x 跟 AC7801x 同一个 PWM 模块不同通道可配置成不同功能吗？例如 PWM1 的 CH0 配置成 PWM 输出，CH1 配置为 PWM 捕获？

A: 可配置。但同一组 PWM 只有一个计数器，所以同一组 PWM 模块的计数频率是相同的，功能上使用起来有一定的限制，不建议输出和捕获放在同一组使用。

5.4 Q: AC781x 跟 AC7801x 同一个 PWM 模块的多个通道能配置成不同频率吗，如 PWM1 的不同通道可以配置成不同的频率输出吗？

A: 不能。同一组 PWM 只有一个计数器，所以只能设置一个频率。要使用不同的频率，需要分配到不同的组上。

5.5 Q: AC781x 跟 AC7801x 关掉 PWM 输出需要把整个模块 Deinit 吗?

A: 不需要。PWM 模块有 MASK 功能，可以 MASK 通道的 PWM 输出。调用库函数 PWM_SetChannelOutputMask 可以将通道输出关闭或者打开。

需要注意的是，每个通道都可以配置有效极性为高电平或低电平。通道输出被屏蔽，会强制进入非活动状态，即无效电平状态。

5.6 Q: PWM 的 Fault 脚是数字电平判断还是模拟电压判断？如果是电平判断，有效电平是否可配？

A: PWM 的 Fault 脚是数字电平判断的。

可以通过 PWM_FLTPOL 配置有效电平为高电平有效或低电平有效。

5.7 Q: 不同组 PWM 模块之间是否可以同步？

A: AC7801x 有全局时基功能，可使多组 PWM 模块同步运行。

AC781x 不支持此功能，要使多组模块同步运行，可软件在同一时刻使能多个模块，但由于语句执行的先后顺序，仍会存在偏差。

5.8 Q: AC7801x 和 AC781x 的 PWM 模块个数和通道个数分别是多少？

A: 各个芯片的 PWM 模块数和通道数见下表

AC7801x		AC781x	
芯片型号	PWM 组数和通道数	芯片型号	PWM 组数和通道数
TSSOP20	1*8ch	LQFP64	1*6ch+1*2ch+1*1ch
QFN32/LQFP48	2*8ch	LQFP80	1*6ch+3*2ch

5.9 Q: AC78xx 是否支持生成中央对齐的 PWM？

A: AC7801x/AC781x 支持生成中央对齐的 PWM，且带死区插入。

AC7801x 可以在组合模式下用向上向下计数方式生成中央对齐的 PWM 波形。

AC781x 的组合模式下不支持向上向下计数方式，但可以通过软件方式，在向上计数方式下，通过写 CHn 和 CHn+1 的值关于中心点对称实现中央对齐的波形。

5.10 Q: 在使用 AC781x/AC7801x 的 PWM 模块时，已经通过 CHIE 禁止了通道中断，但还是会产生 CHIF 标志。

A: 按照 AC781x/AC7801x 参考手册，通过 CHIE 禁用了通道中断是不会再产生通道中断，但发生通道匹配事件时，CHIF 标志还是会设置，如果因其他通道中断进入中断函数，判断 CHIF 标志还是会有效。故进行通道中断判断应该同时判断 CHIF 标志和 CHIE 使能状态。

6 RTC

6.1 Q: RTC 是否支持独立电源，是否支持外部时钟？

A:

	AC780x	AC781x
外部独立电源	不支持	不支持
外部时钟输入	支持，需软件配置 RTC_CLKIN 作为时钟源。	不支持

6.2 Q: 系统复位后 RTC 配置是否会清除？

A: 系统复位不会清除 RTC 的配置，RTC 还会以复位前的状态继续工作。可以通过断电上电，或者复位 RTC 外设来清除 RTC 的配置。

7 ADC

7.1 Q: AC781x 和 AC7801x ADC 注入组和规则组的区别?

7801x:

规则组: 最多可配置 12 个通道

注入组: 最多可配置 4 个通道

781x:

规则组: 最多可配置 16 个通道

注入组: 最多可配置 4 个通道

A: 在 7801x 和 7811x 使用中:

规则组只有一个数据寄存器, 同时最多只能存储一路 AD 值, 在采样多个通道时, 需要使用 DMA 模块辅助数据采样, 或者使用单通道采样, 在需要读取前频繁更换需要采样的通道。

注入组在有四个对应的数据寄存器, 可以同时存储四路 AD 值, DMA 仅用于规则组通道。

更多详细描述可参考 7801 参考手册第九章和 7811 数据手册第十章及官网资料模块应用例程下 ADC 模块例程。

7.2 Q: 休眠时配置成 ADC 功能的引脚是否会增加功耗?

A: 休眠时配置成 ADC 功能的引脚不会消耗电流, 但 ADC 模块本身会耗电。如果想降低休眠电流, 休眠前将 ADC 模块禁能, ADC 功能的引脚配置保持不变。

7.3 Q: 78XX ADC 有多少路外部通道?

A: 1.AC7801x 有 12 路外部通道。

2.AC781x 有 16 路外部通道。

7.4 Q: AC781x 跟 AC7801xMCU 供电 VCC 变化情况下, 如何保证 ADC 采集的准确, ADC 采样值波动过大怎么处理?

A: 借助内部 Bandgap 稳定为 1.2V 这个特性, 增加 Bandgap 的 AD 采样。例如目标模拟量输入采集到的 AD 值为 2600, 但采集到 Bandgap 的 AD 值为 1300; 那么目标模拟量的电压为 $1.2 * (2600/1300) = 2.4V$ 。具体配置程序可参考帖子: https://bbs.21ic.com/icview-3070516-1-1.html?_dsign=0e950f4a

7.5 Q: AC781x 跟 AC7801x 的 ADC 规则组采样只有一个转换结果寄存器。当多个规则组采样，怎么得到不同通道数据？

A: 两款 MCU 的 ADC 规则组需要配合 DMA 模块使用，可以得到多个通道的转换结果，代码实现可参考相应的 ADC 例程

7.6 Q: ADC 的转换速率如何计算？

A: ADC 使用若干个 ADC_CLK 周期对输入电压采样，采样周期数目可以通过 ADC_SPT 寄存器中的 SPT[2:0]位更改。每个通道可以分别用不同的时间采样。

总转换时间公式：(SPT+ 12)*ADC 周期+5 个 APB 周期

例如：当 APB=24MHz，ADCCLK=24MHz，SPT=7 ADCCLK，总转换时间= (7+12+5)/24 = 1μs。

需要注意的是：对于 AC781x，ADC 的工作时钟必须低于 10MHZ。例如 APB = 48MHZ，ADC 分频系数为 8，ADCCLK =6MHZ，SPT=14 ADCCLK，总转换时间 = (14+12) /8M + 5/48M =3.354us。

7.7 Q: AC7801x 与 AC781x 的 ADC 采样速率差异？

A: AC7801x 的 ADC 采样率可达 1MHZ，

AC781x 的 ADC 采样率最高为 500KHZ。

7.8 Q: 如何测量 78xx 芯片温度？

A:78xx ADC 模块内含 T-Sensor 模块，通过 ADC 转换 T-Sensor 电压，可计算出芯片温度。25°C 下 T-Sensor 的电压为 0.72V,每升高 1°C，电压上升 1.629mV。25°C 偏差需要通过 0x40003050[18:13]来取得，其中 bit18 为符号位，[17:13]每个 bit 代表 0.5 度误差相对于 25 度。具体实现可参考应用笔记 ADC 例程

8 UART

8.1 Q: UART 的 FIFO 大小是多少?

A: UART 的 FIFO 大小为 2byte。

9 SPI

9.1 Q: 硬件 SPI 的 cs 脚能否软件自己控制?

A: 可以，配置 SPI 时不使能硬件 CS，同时不将 CS 脚配置为 CS 功能即可。

9.2 Q: 78xx SPI 最大通信速率是多少?

A: 781x SPI 最大通信速率为 24M bps。

7801x SPI 最大通信速率为 12Mbps

10 LIN

10.1 Q: 781X 硬件 LIN 一帧可以发送多少个字节 data?

A: 硬件 LIN 是 781X 特有的外设，1 帧 LIN 报文最多可发送 8 字节的 data，需要发送更多字节的 data，需要使用 UART_LIN。

10.2 Q: AC7801x 没有 LIN 模块?

A: AC7801x 没有硬件 LIN，但是有 UART LIN。UART0 和 UART1 可以用于 LIN 通信。详细的实现代码可参考 UART 例程中的 UART_LIN。

10.3 Q: 是否有 LIN 的协议栈

有 LIN 协议栈，AutoChips 开发代码+配置工具的方式实现。

11 CAN

11.1 Q: 带集成式低通滤波的 CAN 唤醒功能具体作用?

A: 使能 CAN 的低通滤波中断唤醒功能, 能够过滤掉一些毛刺信号, 避免被误唤醒。通过电源管理器配置寄存器 0(SPM_PWR_MGR_CFG0)进行配置。

11.2 Q: 如何一次性将 CAN FIFO 中的多帧数据读取出来?

A: 循环调用 CAN 数据读取函数(AC780x: CAN_ReceiveMessage, AC781x: CAN_MessageRead), 如果返回值为 0 则继续读取, 为 1 则 FIFO 数据读取完。

11.3 Q: 78xx CAN 模块时钟源是否支持外部晶振?

A: 78xx CAN 模块时钟源可选外部晶振或系统时钟。

11.4 Q: 781x/7801x 有多少路 CAN, 是否支持 CAN FD?

A: 781X 全系列有 2 路 CAN, 支持 CAN2.0B, 不支持 CANFD.

7801X 有 1 路 CAN, 支持 CAN2.0B, 支持 CAN FD。

11.5 Q: 78xx CAN 模块如何判断单帧报文是否发送成功?

A: 使能发送中断 (TPIE/TSIE), 缓冲区传输完成后会将发送完成标记 (TPIF/TSIF) 置位, 此时需要满足总线错误中断标记 (BEIF) 为 0 且仲裁失利中断标记 (ALIF) 为 0, 可判断报文发送成功。

11.6 Q: AC7801x 和 AC781x CAN 有多少个缓冲区?

AC7801x 系列:

1 个接收缓冲区, FIFO 深度为 7, 两个发送缓冲区: 主发送缓冲区 (PTB) FIFO 深度为 1, 次发送缓冲区 (STB) FIFO 深度为 3, 按 FIFO 或优先级决定数据帧发送的先后顺序

AC781x 系列:

1 个接收缓冲区, FIFO 深度为 9。两个发送缓冲区。1 个主发送缓冲区 (PTB), 深度为 1; 1 个次发送缓冲区 (STB), 深度为 5, 按 FIFO 或优先级决定模式操作。

11.7 Q: AC781x 和 AC7801x 是否有 CAN busoff 中断?

CAN 模块有 busoff 中断，中断标志及使用可以参考应用笔记 CAN 例程。

11.8 Q: 使用 CAN 模块的 LOM 监听模式时，无法正确接收数据。

A: 假设总线有多个处于 LOM 模式的节点，但仅有一个不处于 LOM 模式的节点发送报文，由于其他节点都处于 LOM 模式，无法响应应答，会导致应答错误，造成接收失败。

故要保证处于 LOM 模式的节点能够正确接收数据，总线上必要要有两个以上不处于 LOM 模式的节点。

11.9 Q: 是否有 CAN 的协议栈?

有 CAN 协议栈 demo，可以提供代码参考协助开发。

11.10 Q: CAN 硬件过滤怎么设置?

A: 参考 21IC 论坛: https://bbs.21ic.com/icview-2884672-1-1.html?_dsign=8db4cee7

12 WDG

12.1 Q: 能否上电就开启看门狗功能?

A: AC780x 和 AC781x 具有该功能，可调用 EFLASH_ConfigWdg 配置选择是否上电就使能看门狗功能。

可参考 21IC 论坛帖：https://bbs.21ic.com/icview-3008988-1-1.html?_dsign=d2a977a9。

12.2 Q: WDG 在 STOP 模式下能否工作?

A: 可以，WDG 使能后进入 stop 模式并不会被关闭，而是正常运行。WDG 在 STOP 模式下运行，需要定期唤醒喂狗（stop 模式下使能看门狗运行，必须配置看门狗时钟为内部 32K）。

13 EFLASH

13.1 Q: eflash 的擦写时间是多少？

A: eflash 擦写一页（2048 字节）的典型时间是 114ms。eflash 详细规格可参考《ATC_AC7801X_Datasheet_CH.pdf》7.2.4 片内 Flash 规格

13.2 Q: eflash 能否只更新某一个地址的值，还是必须按页写？

A: 可以擦除一个页（2048 字节）后，对该页的不同地址分多次写，但同一个地址只能写一次，要再次写同一个地址，必须要重新擦除。总结就是，你要写的地址位置，必须是擦除了的。同时，eflash 只支持按字（4 字节）对齐写入。

13.3 Q: 781x/7801x eFLASH 每页多少字节？

A: 每页 2048 字节。

13.4 Q: eflash 的擦写次数和保存期限是多久？

A: 平均结温为 $T_{Javg} = 85^{\circ}\text{C}$ 下高达 10K 次擦除编程循环后数据保持时间 10 年，只有极限情况下的测试数据，正常情况存储时间会更长，最低保障 10 年存储。

13.5 Q: eFlash 是否支持读写保护，能否单独指定某一页做读写保护，是否重启才生效？

支持读写保护，读或写保护都是复位后生效。详细描述请参考 <ATC_AC7801x_ReferenceManual_CH.pdf>，AC780x 在 22.4.2 章节阐述，AC781x 在 23.3 章节阐述。

对于写保护，选项配置字一个 bit 对应一页，可以单独配置；对于读保护，只能统一设置，读写保护设置后需要复位生效。

13.6 Q: AC7811 中 eflash 的 CKDIV 按手册描述应该是设置为 0x60 才对，但驱动代码里面为什么是设置 0x67？

A: 设置需要保证 eflash 的时钟周期大于 1us，按 96M 系统时钟，只要配置 CKDIV 值大于 0x60 都行。这里配置 0x67 是为了降低 eflash 速度，保证系统稳定性。

14 MISC

14.1 Q: 芯片支持哪些开发环境，版本；支持哪些仿真器，离线烧录器？

A: 芯片目前支持 keil（推荐），IAR，eclipse 开发环境。也可使用 GCC 编译链自行搭建环境。keil 推荐使用 5.23 以上版本（5.30 除外）。IAR 推荐使用 8.32 以上版本。

arm 的仿真器基本都支持，常用的有 JLINK，ULINK，st-LINK，我们自己也可以提供 ATC-LINK（CMSIS-DAP 协议）。

离线烧录器可以支持君达离线烧录器，周立功的离线烧录器，还有我们自己有提供一个离线烧录解决方案。

14.2 Q: 如何实现 bootloader？

A: AC781x 和 AC7801x 都是采用 cortex-m 系列的内核，实现方式和其他 cortex-m 系列核芯片是一致的。可参考官网提供的 IAP 例程。

14.3 Q: AC781x 芯片的 PC3，PC4 脚配置为输出高，但实际测量没有输出

A: AC781x 的部分引脚上电默认不为 GPIO 功能，像 PC3，PC4 默认为 UART_flash 功能。需要先将该两个引脚配置为普通 GPIO 输出。

具体的引脚上电默认状态，可参考《ATC_AC781x_ReferenceManual_CH.pdf》17.3.2 复用功能，表 17-2 GPIO 复用功能描述，有详细描述每个 GPIO 的复用功能以及默认功能。

14.4 Q: AC781x 通过外部 RESET 脚复位，但是在复位状态寄存器中没有获取到外部 RESET 状态。

A: 没有获取到任何复位状态的情况下有两种，一种是 standby 唤醒，还有一种是小于 47us 的外部 RESET 电平。可结合实际情况判断是哪一种。

14.5 Q: 使能看门狗的情况下能否仿真？

A: 不可以，仿真时停止运行并不会停止看门狗计数，这会导致看门狗超时产生复位，故进行仿真调试时应该关闭看门狗。

14.6 Q: keil 下仿真程序运行不能跳转到 main 函数，停止运行显示代码运行卡死在启动文件的_main 中。

A: 软件中使用了 printf 相关函数，但是没有使用我们提供的打印相关驱动 AC78xx_debugout.c。会导致此现象，可检查是否有添加此文件。若为此问题，在驱动中添加我们的打印驱动即可。

14.7 Q: 如何修改中断向量偏移地址。

A: 通过 SCB->VTOR = address;

14.8 Q: 杰发的芯片可以对标或者替代哪些国外的芯片？

A: AC781x 对标 NXP KEAZ128 系列

AC7801x 对标 NXP S32K116 系列，且部分功能可以做到 pin2pin。

14.9 Q: 杰发的 MCU 都是车规的吗？能否提供报告？

A: 杰发的 MCU 都有通过 AEC-Q100 认证，并可以提供车规报告。

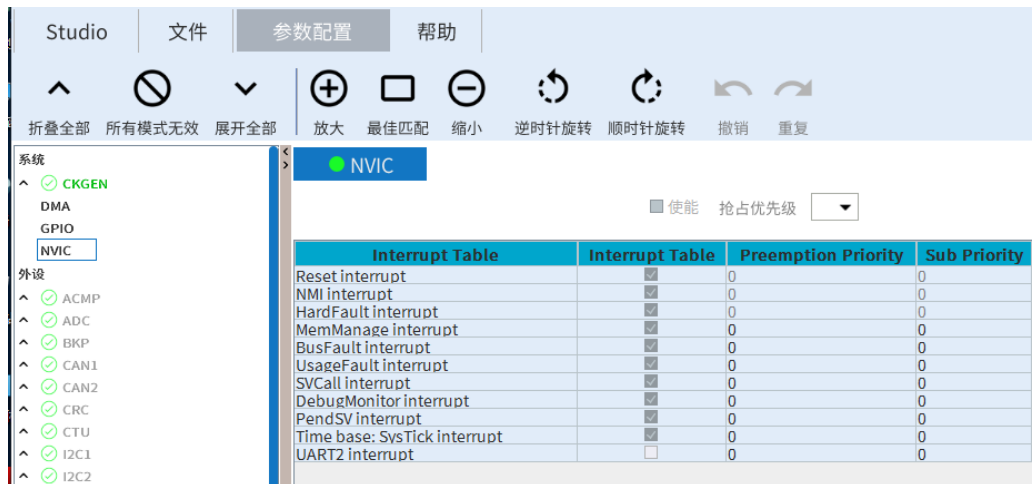
14.10 Q: 请问芯片当前支持哪些电机算法？

A: 目前支持以下电机类型：

- 1, BLDC 直流无刷电机（有感，无感）
- 2, PMSM 永磁同步电机（有感，无感）
- 3, ACIM 异步电机（VF 控制）

14.11 Q: AC781x/AC7801x 的中断优先级如何设置？

A: 可通过 NVIC_SetPriority() 函数设置中断优先级（0 为最高优先级，AC781x 为 0~15，AC7801x 为 0~3），也可以使用 autogen 配置工程时在 NVIC 界面设置中断优先级，设置方法如图所示：



14.12 Q: AC781x 的 VPP 脚有什么用，要如何连接？

VPP 引脚用作芯片内部测试，在设计产品时要求将该引脚悬空，产品设计不能使用该引脚。

14.13 Q: 我们的代码中断回调过多，是否会相互影响,中断过多会有什么影响？

中断回调过多不会相互影响，在中断触发过程中，因为程序默认优先级相同，当同一时间，触发多个中断，会按照中断向量表的排列顺序先后执行。

14.14 Q: NMI 是什么意思，需要特别处理吗

NMI 为不可屏蔽中断，NMI 引脚默认为 NMI 功能，建议如果不使用 NMI 功能，在应用中把 NIM 引脚初始化为 IO 功能。

14.15 Q: 软复位是否所有 ram 的值都复位了？有哪些寄存器的数据是保存的？如何软复位保存部分 ram 的值？

除断电上电复位外，其余复位方式本身不会改变 SRAM 的值，但软件中声明的变量在 keil 的启动库代码中会被初始化为对应的值（无初值的初始化为 0）。要让 RAM 的值在复位后不被改变，可以在申明此变量时用 `noinit` 修饰：`int bar __attribute__((section(".noinit")));`

或者通过指针的方式指向一个未被使用的区域：`uint32_t *sample = (volatile uint32_t *)0x2000f000;`

14.16 Q: AC781x 和 AC7801x 代码初始化完成需要多长时间？ (main 函数之前),提供一个参考时间

时间大概在 4ms 左右, 没有准确数据, 因为使用晶振不同, 会存在细微差异, MCU 时钟初始化时间大约 3ms, 加一些其他配置, 大概在 4ms 左右。

14.17 Q: AC781x 和 AC7801x 是否支持 ISP 方式下载?

781x 和 7801x 都支持 ISP 方式下载, AC781x ISP 下载通过 UART2 (PD1.PD2)。AC7801x ISP 下载通过 UART0 (PA7, PA8); 工具可以在杰发官网下载。

14.18 Q: AC781x 和 AC7801x MCU 的通讯 (SPI、IIC) 在 5V 供电的情况下, 信号如何处理?

在外设通讯协议高电平为 3.3V 供电的情况下, 建议 MCU 采取 3.3V 供电, 减小电路复杂度。如果在 IIC 和 SPI 通讯中主从器件电平不一致 (MCU 5V, 从器件 3.3V), 建议增加电平转换电路。

14.19 Q: 78xx BG 电压多少?

A: 78XX 的 BG 电压为 1.2V, 误差为 $\pm 0.01V$ 。

14.20 Q: 78xx DMA 模块是否支持 Timer 触发搬运?

A: 78xx DMA 模块不支持 Timer 触发搬运。

14.21 Q: DMA 的结束地址有什么用?

A: 当 $DMA_END_ADDR - DMA_START_ADDR$ 小于 DMA 传输长度时。DMA 传输到 $DMA_END_ADDR - 4$ 的地址后, 会返回到 DMA_START_ADDR 处继续传输。

例如: $DMA_START_ADDR = 0; DMA_END_ADDR = 10$ 。DMA 传输长度 20。此时 DMA 的传输并不会超过 10 地址, 而是传输到 9 地址后, 又回到 0 地址继续传输, 直到传输完 20 个长度。

故, 一般使用时, 要保证能得到正确的传输, 只需 $DMA_END_ADDR - DMA_START_ADDR$ 大于 DMA 传输长度即可。

14.22 Q: NMI/BOOT/SWD 引脚是否可以做 GPIO 使用?

A: NMI/BOOT/SWD 引脚可以配置为 GPIO 使用。但通常不建议将特殊功能引脚复用为 GPIO。

14.23 Q: DMA 的源宽度和目标宽度与分割传输数的关系?

A: DMA 从外设向存储器间传输数据时，外设的宽度必须设置为 32 位（哪怕外设本身只有 8 位有效的，存储器的数据宽度可配为 8bit,16bit,32bit。

假设传输长度为 4。

- 1, 存储器设置 8 位，分割传输数为 1，则每次从外设读 32bit 数据，取低 8bit 写入存储器，执行 4 次
- 2, 存储器设置 16 位，分割为 1，则每次从外设读 32bit，取低 16bit 写入存储器，执行 4 次。
- 3, 存储器设置 32 位，分割为 1，则每次从外设读 32bit，写入存储器，执行 4 次。
- 4, 存储器设置 32 位，分割为 2，则每次从外设读 32bit，取低 16bit 写入存储器，执行 4 次（效果同 2）
- 5, 存储器设置 32 位，分割为 4，则每次从外设读 32bit，取低 8bit，写入存储器，执行 4 次（效果同 1）。

DMA 从存储器向外设传输数据时，存储器的宽度必须设置为 32bit（因此存储器的 buff 首地址必须四字字节对齐）。外设的数据宽度可配为 8bit，16bit，32bit。

假设传输长度为 4。

- 1, 外设设置 8 位，mem 分割数为 1，则每次从存储器读 32bit，取低 8bit 写入外设，执行 4 次。
- 2, 外设设置 8 位，mem 分割数为 2，则每次从存储器读 16bit，取低 8bit 写入外设，执行 4 次。
- 3, 外设设置 8 位，mem 分割数为 4，则每次从存储器读 8bit，写入外设，执行 4 次（8 位外设推荐）
- 4, 外设设置为 16 位，mem 分割数为 1，则每次从存储器读 32bit，取低 16bit 写入外设，执行 4 次
- 5, 外设设置为 16 位，mem 分割数为 2，则每次从存储器读 16bit，写入外设，执行 4 次（16 位外设推荐）
- 6, 外设设置为 16 位，mem 分割数为 4，则每次从存储器读 8bit，写入外设，外设高 8 位为 0，执行 4 次。
- 7, 外设设置为 32 位，mem 分割数为 1，则每次从存储器读 32bit，写入外设，执行 4 次。

详细的数据传输宽度和数据对齐可参考《ATC_AC7801x_ReferenceManual_CH》19.5.5 可编程数据传输宽度和数据对齐。

14.24 Q: 中断回调函数的参数代表什么意思？有没有具体的说明文档？

A: 中断回调函数的参数暂时没有专门的文档说明，可以通过查找该回调函数的中断执行函数查看传入的具体参数。

14.25 Q: AC7801x 的协处理器计算除法和开方根的运算时间是多少？与普通计算公式的时间差异有多大？

A: AC7801x 带的硬件协处理器可实现除法和开方根运算，具体的运算时间不固定，与数据的类型有关。

跟普通计算公式的差异可以参考以下链接：有详细的对比数据

https://bbs.21ic.com/icview-2992642-1-1.html?_dsign=e24cae94

14.26 Q: AC781x 跟 AC7801x 是否有 UUID？怎么读？

A: 两款 MCU 都有 UUID，存放的位置为 0x4000202C~0x40002038 的连续空间（4*32bit），可以用 eFlash 读操作接口进行访问。

14.27 Q: AC781x 跟 AC7801x 是否有定时休眠唤醒？

A: 有，可以使用 RTC 在低功耗下仍能工作的特点，进行定时唤醒。可以参考 RTC 例程。

14.28 Q: AC781x 跟 AC7801x 是否能直接驱动电机？

A: 不能。MCU 的 IO 口驱动电流较小，不能直接驱动电机。可以外加驱动放大电路，来实现电机控制。

14.29 Q: J-LINK 在 ATC 的 5V 系统上会出现下载程序失败的情况？

A: 有部分 J-LINK 仅支持 3.3V 系统，不支持 5V 系统。具体的分析可参考：

https://bbs.21ic.com/icview-3016184-1-1.html?_dsign=5ded810d

14.30 Q: 78XX ACMP 能否作为比较器，在母线过流时，作为 pwm 故障输入，关闭 PWM 输出？

A: ACMP 可以作为比较器使用。PWM 有 FAULT0,故障源是 ACMP_OUT。在母线过流时，ACMP_OUT 输出边沿信号，触发硬件过流。

14.31 Q: 中断响应时间是多少？

A: 40 个系统时钟周期。