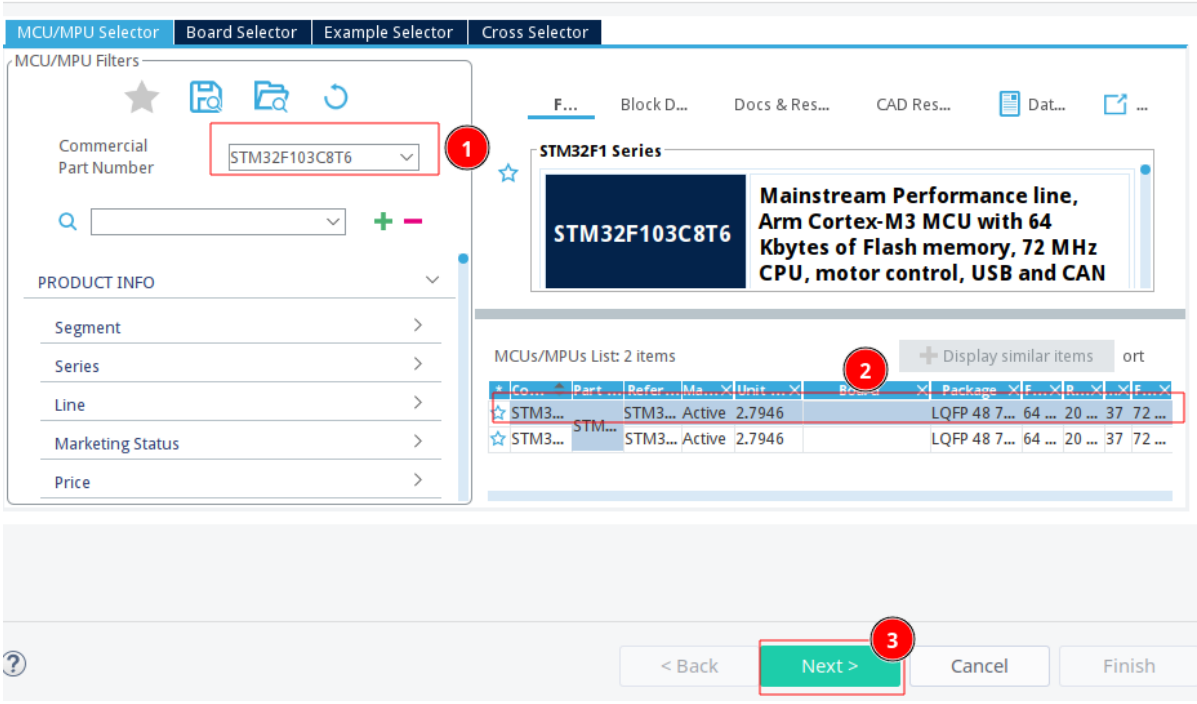
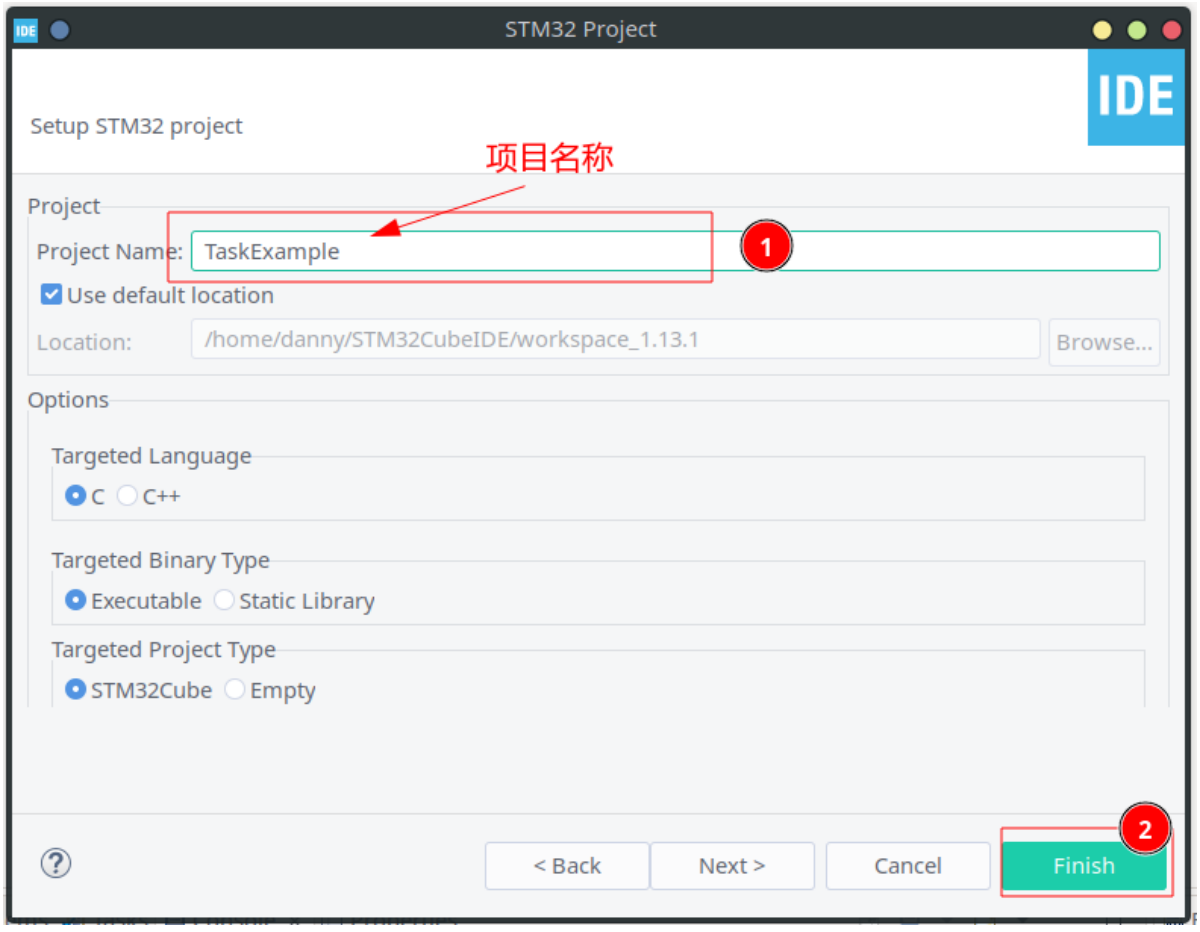
1. 新建带FreeRTOS的项目

1.1. 建立项目

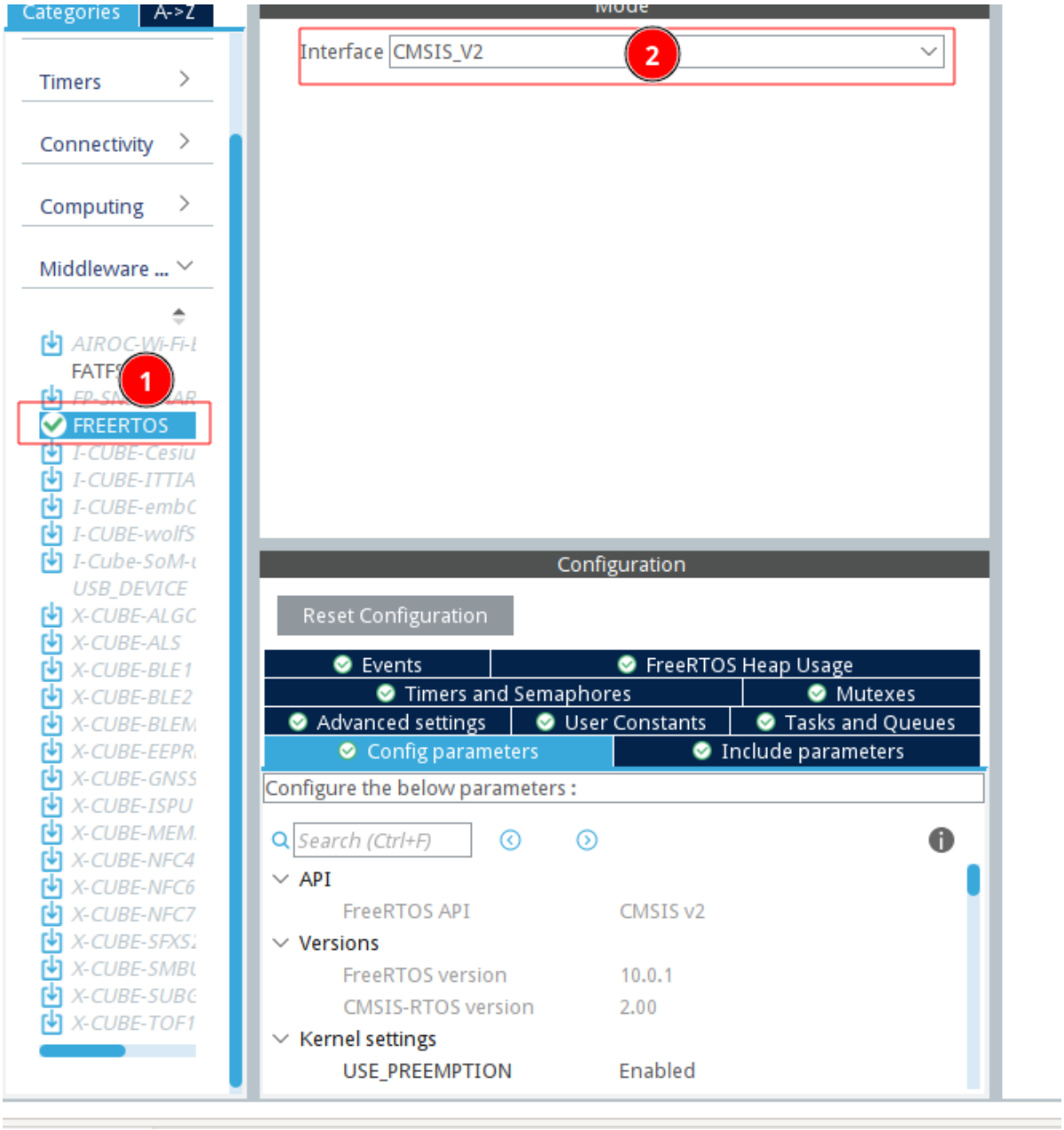
File->New->STM32 Project



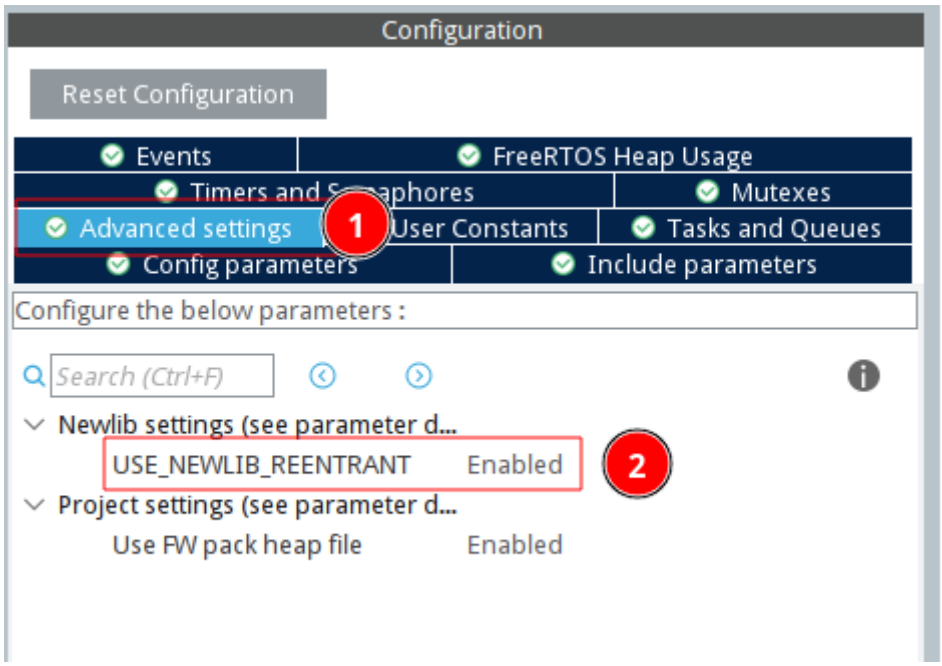


1.2. 配置项目

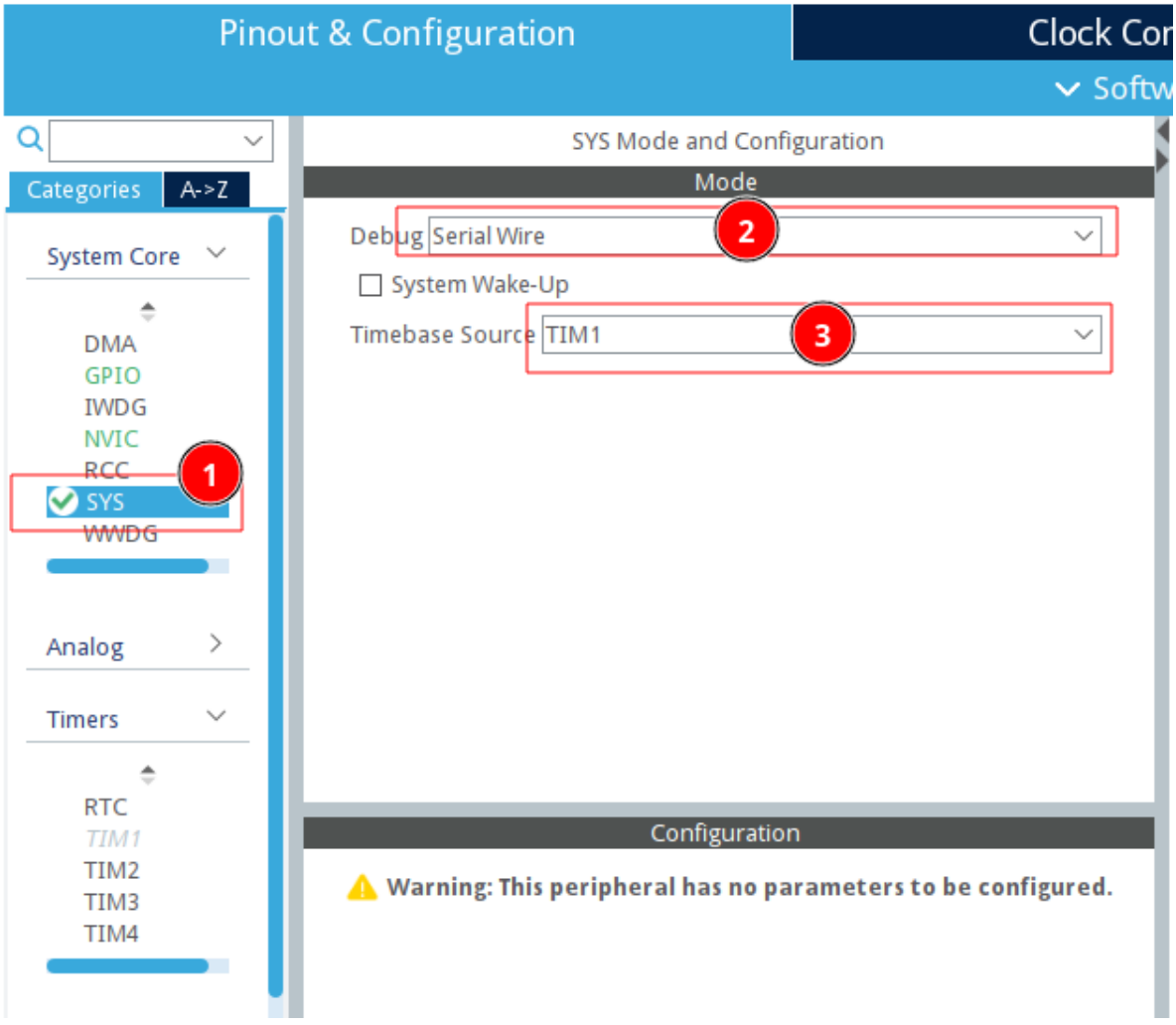
首先启用FreeRTOS支持，使用CMSIS_V2接口。



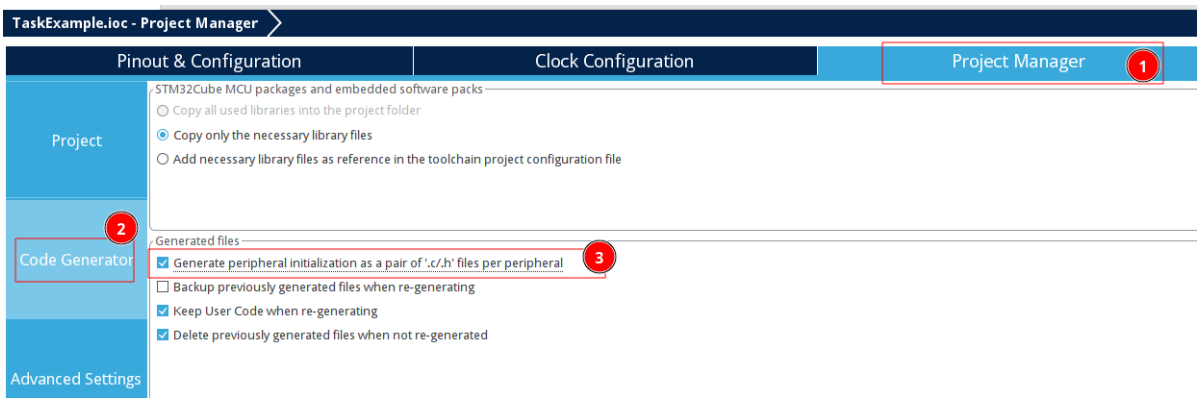
在Advanced settings 中打开 NEWLIB 的支持。



设置系统滴答的时钟源以及调试方式。



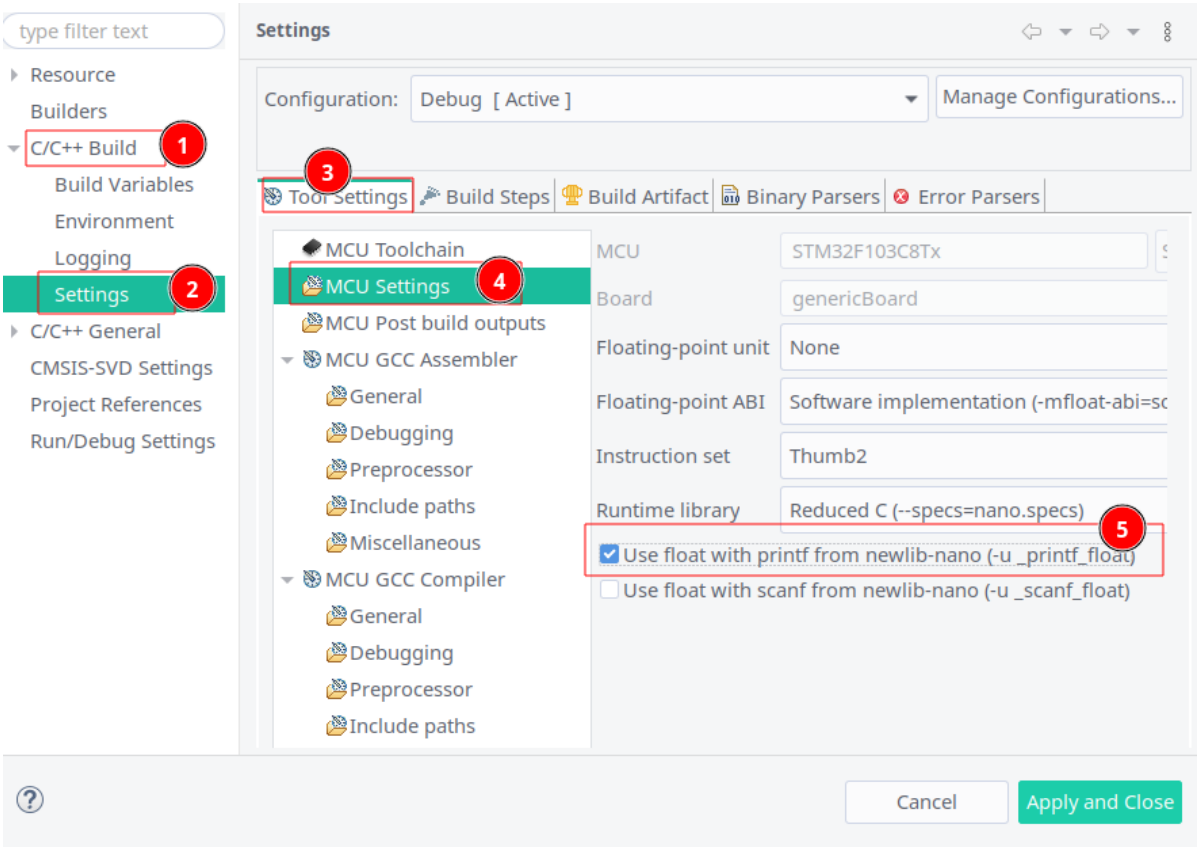
因为代码量比较多，最好为每个外设设置独立的文件。



保存后生成代码框架

最后设置使用printf可以使用浮点。

Project->Properties



2. 事件标志组的使用

请参考书上333页的讲解。

这里使用两个按钮都同时按过后才能点亮灯作为例子；如果只按了一个按钮不会点亮灯；两个按钮的先后顺序没关系；也就是说这是一个AND关系。

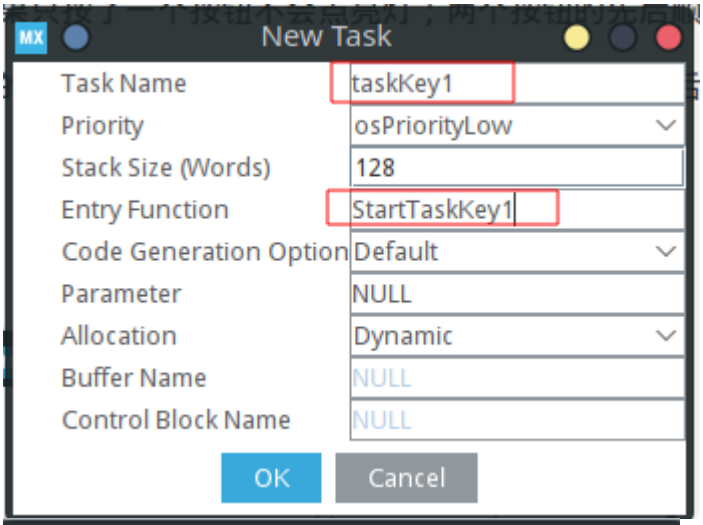
为了简单，我们并不做太多的操作，只是在一个按钮按下的时候设置信号而已。当点灯的任务执行完点灯后，清除标志。

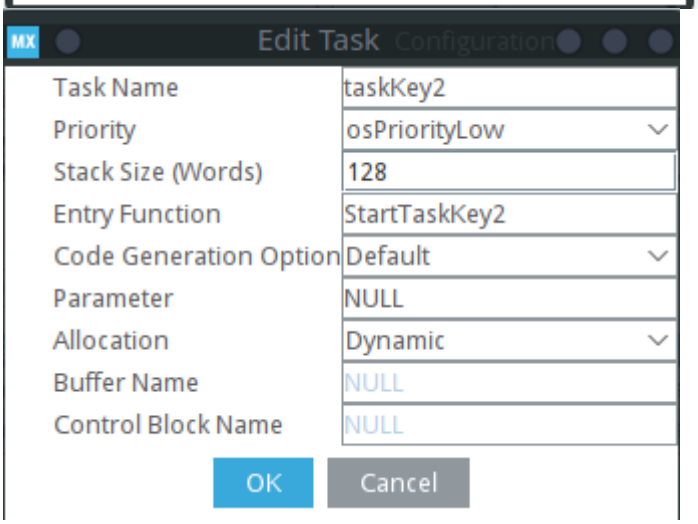
2.1. 环境配置

这里的配置都在IDE中配置完成，并不涉及代码

2.1.1. 按键线程

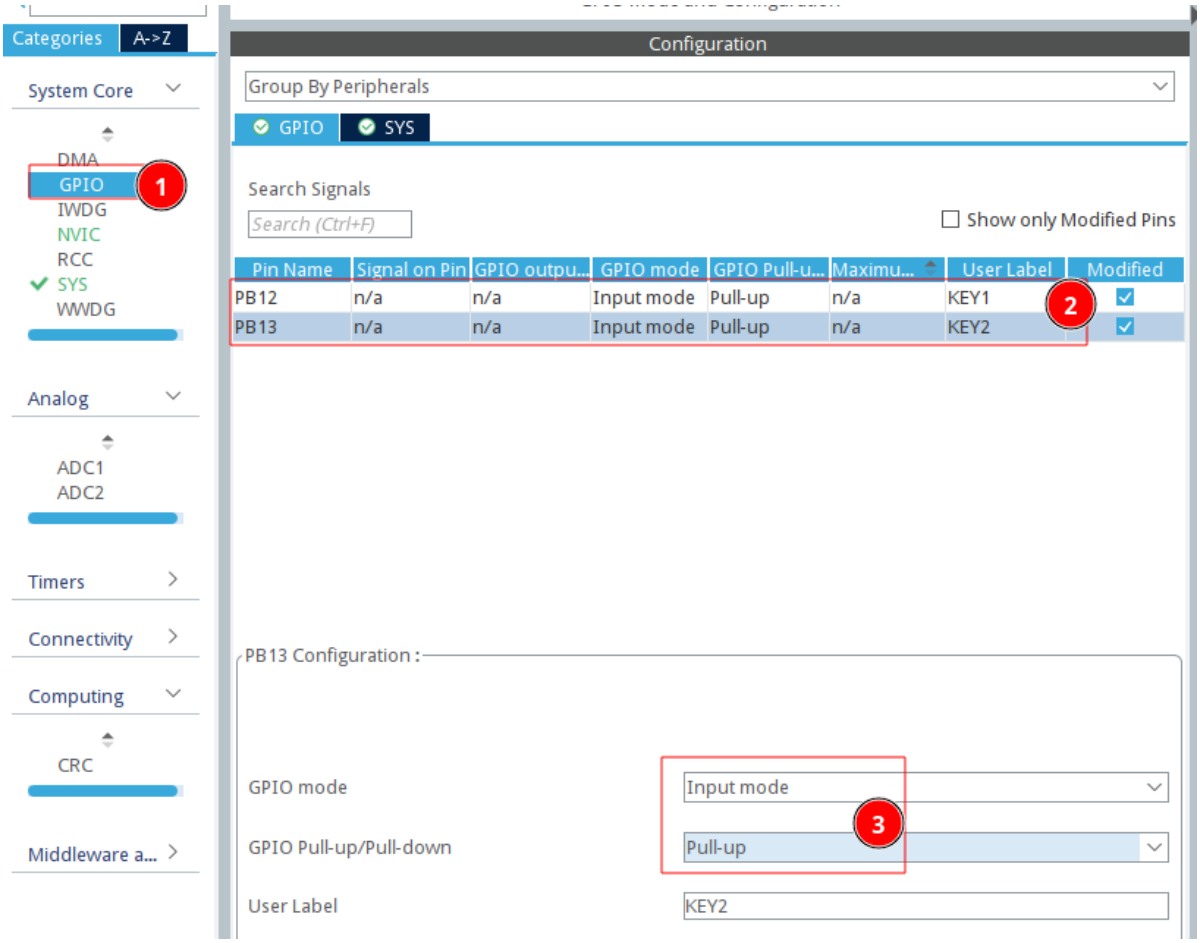
建立两个线程，定时检查按钮。





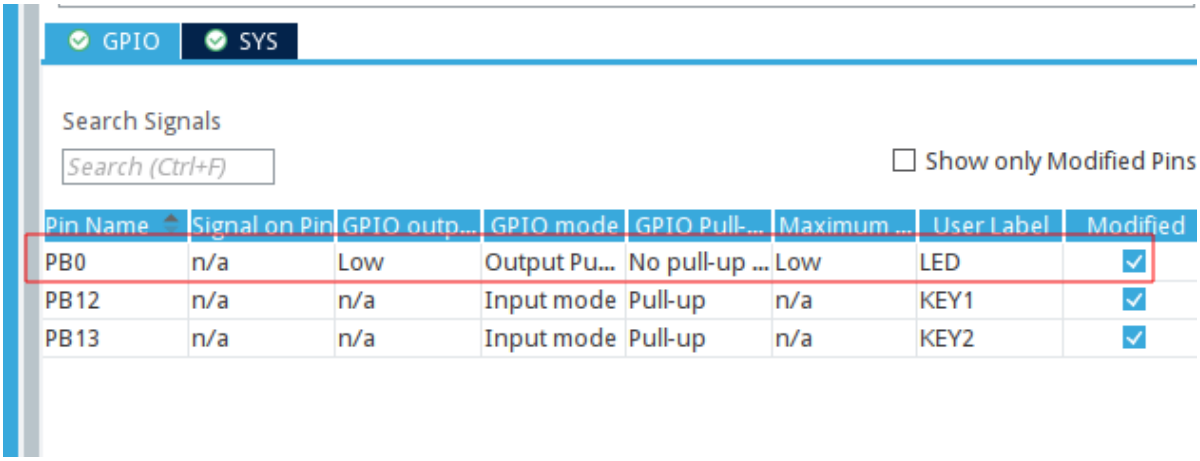
2.1.2. 按键配置

设置按键方式为输入，设置label为 KEY1 和 KEY2。需要在GPIO中设置两个端口的上拉（其中有个端口有外部上拉，我记不住了，就两个都设置了，也不影响）。



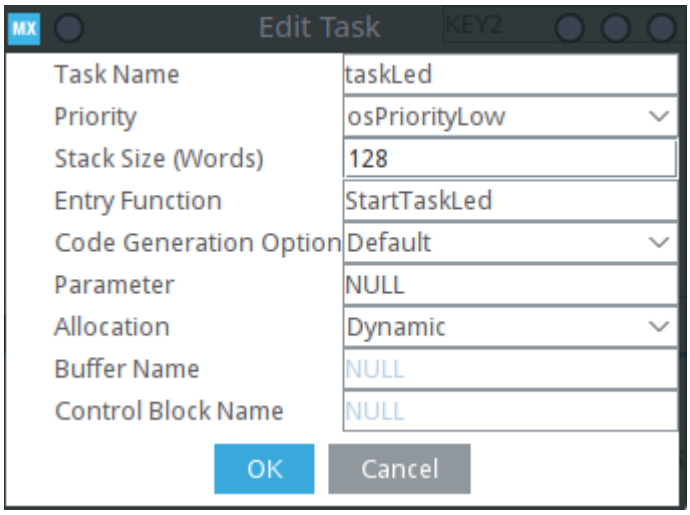
2.1.3. LED灯配置

使用红色灯PB0端口设置成输出，并设置label为LED。



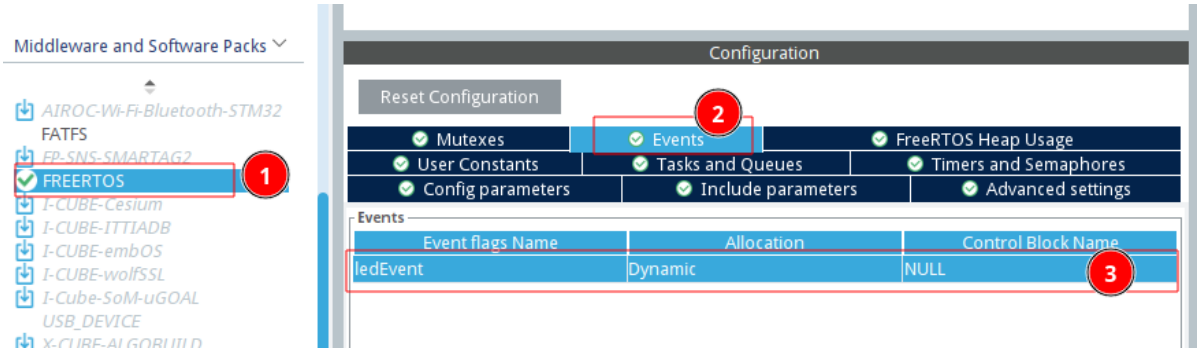
2.1.4. LED控制线程

建立一个LED控制线程



2.1.5. 事件标志组

书上是通过代码的方式建立事件标志组的，代码有些问题。这里直接使用配置的方式建立事件标志组。



2.2. 代码解析

IDE已经为我们生成了代码框架，接下来看看主要的代码块在什么位置。

2.2.1. 代码框架

GPIO的端口常量定义在main.h 的大约 60 行：

```
#define LED_Pin GPIO_PIN_0
#define LED_GPIO_Port GPIOB
#define KEY1_Pin GPIO_PIN_12
#define KEY1_GPIO_Port GPIOB
#define KEY2_Pin GPIO_PIN_13
#define KEY2_GPIO_Port GPIOB
```

这里定义了我们的三个IO的port和pin，到时候需要使用。

在 freertos.c 的大约67行定义了事件标志组的变量：

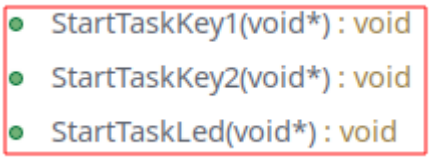
```
/* Definitions for ledEvent */
osEventFlagsId_t ledEventHandle;
const osEventFlagsAttr_t ledEvent_attributes = { .name = "ledEvent" };
```

在大约87行的**MX_FREERTOS_Init** 初始化函数中对线程以及事件标志进行初始化：

```
void MX_FREERTOS_Init(void) {
    /* USER CODE BEGIN Init */
```

```
    /* USER CODE END Init */

    /* USER CODE BEGIN RTOS_MUTEX */
    /* add mutexes, ... */
    /* USER CODE END RTOS_MUTEX */

    /* USER CODE BEGIN RTOS_SEMAPHORES */
    /* add semaphores, ... */
    /* USER CODE END RTOS_SEMAPHORES */

    /* USER CODE BEGIN RTOS_TIMERS */
    /* start timers, add new ones, ... */
    /* USER CODE END RTOS_TIMERS */

    /* USER CODE BEGIN RTOS_QUEUES */
    /* add queues, ... */
    /* USER CODE END RTOS_QUEUES */

    /* Create the thread(s) */
    /* creation of defaultTask */
    defaultTaskHandle = osThreadNew(StartDefaultTask, NULL,
            &defaultTask_attributes);

    /* creation of taskKey1 */
    taskKey1Handle = osThreadNew(StartTaskKey1, NULL, &taskKey1_attributes);

    /* creation of taskKey2 */
    taskKey2Handle = osThreadNew(StartTaskKey2, NULL, &taskKey2_attributes);

    /* creation of taskLed */
    taskLedHandle = osThreadNew(StartTaskLed, NULL, &taskLed_attributes);

    /* USER CODE BEGIN RTOS_THREADS */
    /* add threads, ... */
    /* USER CODE END RTOS_THREADS */

    /* Create the event(s) */
    /* creation of ledEvent */
    ledEventHandle = osEventFlagsNew(&ledEvent_attributes);

    /* USER CODE BEGIN RTOS_EVENTS */
    /* add events, ... */
    /* USER CODE END RTOS_EVENTS */

}
```

在freertos.c中有三个自定义的线程，可以在IDE的Outline中比较方便的看到：



这三个函数就是具体的线程任务，我们看看其中的一个，其他三个都是类似的。

```
/* USER CODE BEGIN Header_StartTaskKey1 */
/**
 * @brief Function implementing the taskKey1 thread.
 * @param argument: Not used
 * @retval None
 */
/* USER CODE END Header_StartTaskKey1 */
void StartTaskKey1(void *argument) {
    /* USER CODE BEGIN StartTaskKey1 */
    /* Infinite loop */
    for (;;) {
        osDelay(1);
    }
    /* USER CODE END StartTaskKey1 */
}
```

2.2.2. 添加代码

我们需要在两个按键的线程中读取按键的状态，当按钮被按下后，设置相应的事件标志位；在后在LED线程中等待相应的标志位，等待选项设置成 osFlagsWaitAll，表示当所有的事件被设置后才相应。

实验中采用第0位和第1位作为事件标志。

两个按键线程的代码分别是：

```
/* USER CODE BEGIN Header_StartTaskKey1 */
/**
 * @brief Function implementing the taskKey1 thread.
 * @param argument: Not used
 * @retval None
 */
/* USER CODE END Header_StartTaskKey1 */
void StartTaskKey1(void *argument) {
    /* USER CODE BEGIN StartTaskKey1 */
    /* Infinite loop */
    for (;;) {
        osDelay(10);
        if (!HAL_GPIO_ReadPin(KEY1_GPIO_Port, KEY1_Pin))
            osEventFlagsSet(ledEventHandle, 0x01);
    }
    /* USER CODE END StartTaskKey1 */
}
```

```
/* USER CODE BEGIN Header_StartTaskKey2 */
/**
 * @brief Function implementing the taskKey2 thread.
 * @param argument: Not used
 * @retval None
 */
/* USER CODE END Header_StartTaskKey2 */
void StartTaskKey2(void *argument) {
```

```
    /* USER CODE BEGIN StartTaskKey2 */
    /* Infinite loop */
    for (;;) {
        osDelay(10);
        if (!HAL_GPIO_ReadPin(KEY2_GPIO_Port, KEY2_Pin))
            osEventFlagsSet(ledEventHandle, 0x02);
    }
    /* USER CODE END StartTaskKey2 */
}
```

使用一个死循环去循环检测按钮，每次检测的间隔是10个系统滴答（10ms，因为系统滴答的频率是1000）。注意，这里必须使用osDelay函数！

如果检测到按键被按下，设置事件标志组的标志。按键1设置第0位，因此是 0x01；按键2设置第1位，因此是 0x02。

LED线程等待标志位：

```
/* USER CODE BEGIN Header_StartTaskLed */
/**
 * @brief Function implementing the taskLed thread.
 * @param argument: Not used
 * @retval None
 */
/* USER CODE END Header_StartTaskLed */
void StartTaskLed(void *argument) {
    /* USER CODE BEGIN StartTaskLed */
    /* Infinite loop */
    for (;;) {
        osEventFlagsWait(ledEventHandle, 0x03, osFlagsWaitAll, osWaitForever);
        HAL_GPIO_TogglePin(LED_GPIO_Port, LED_Pin);
    }
    /* USER CODE END StartTaskLed */
}
```

因为第0位和第1位都设置后的位掩码对应的数字是 0x03，这样当检测到两个标志都设置后才对LED进行翻转。如果osEventFlagsWait等待到事件满足条件后，会清空相应的事件标志。

2.2.3. 实验效果

单按一个按钮LED并不会进行状态转换，按一个后（可以释放），再按第二个后，LED的状态翻转。