# راه اندازی ارتباط پورت سریال UART به روش وقفه در STM32


تاریخ انتشار۳۰ بهمن, ۱۴۰۲ توسط سید حسین سلطانی

سلام خدمت همه شما مایکروالکامی ها. در مطلب قبلی از سری مطالب STM32 به نحوه دریافت دیتا از روی پورت سریال UART پرداخته شد. در این مطلب به بررسی ارسال و دریافت روش وقفه (Interrupt) پورت سریال در حالت non-blocking mode با استفاده از توابع HAL در میکروکنترلر STM32 پرداخته خواهد شد. پس با من تا انتهای مطلب همراه باشید. همچنین شما میتونید سایر مطالب من رو از این لینک مطالعه و بررسی کنید.

## مقدمه

دو روش کلی blocking و non-blocking mode در راه اندازی و استفاده از پورت سریال (UART) در STM32 وجود دارد. در روش اول CPU میکروکنترلر در زمان ارسال یا دریافت درگیر بوده و معایب خود را دارد. در non-blocking که شامل روش های وقفه (Interrupt) و DMA می‌شود این عیب دیگر وجود ندارد. در این مطلب به بررسی روش ارسال و دریافت از طریق وقفه سریال UART پرداخته خواهد شد.

## ارتباط سریال UART در میکروکنترلر STM32

در مطالب قبلی به بررسی و راه اندازی ارتباط پورت سریال UART در STM32 پرداخته شد. طی دو مطلب به صورت مجزا نحوه ارسال دیتا و دریافت بررسی شد. برای بررسی و مطالعه بیشتر می‌توانید از طریق لینک های زیر استفاده کنید.

- ارسال دیتا در ارتباط سریال به روش blocking
- دریافت دیتا از طریق پورت سریال به روش blocking

## بررسی روش وقفه در ارتباط پورت سریال STM32

در روش blocking از آنجا که timeout جهت ارسال یا دریافت دیتا تعریف می‌شود، باعث درگیری CPU برای انجام این کار شده که در اکثر موارد مشکل ساز خواهد شد. لذا برای رفع آن می‌توان از حالت non-blocking یا روش DMA و وقفه (Interrupt) برای ارسال و دریافت استفاده کرد.

### روش وقفه

در روش وقفه (Interrupt) مراحل انجام کار بدون درگیری یا در پس زمینه کار انجام می‌پذیرند. لذا از همین رو مابقی دستورات و پردازش ها همانگونه که باید انجام خواهند شد و هنگام فراخوانی تابع، به سرویس روتین وقفه (ISR) وارد

شده و می‌توان از آن استفاده کرد. برای استفاده از روش وقفه، هنگام پیکربندی اولیه باید آنرا فراخوانی کرد که در ادامه بیان خواهد شد.

می‌توان از دو تابع سرویس روتین وقفه دریافت یا ارسال برای مطلع شدن از دریافت یا ارسال دیتا استفاده کرد. برای دریافت دیتا هنگام دریافت یک بایت در سریال، پس از وارد شدن به تابع ISR نسبت به ذخیره دیتا در یک آرایه اقدام می‌کنیم.

## دریافت دیتا از سریال UART

برای دریافت به روش وقفه از دستور زیر می‌توان استفاده کرد.

```
HAL_UART_Receive_IT(UART_HandleTypeDef *huart, uint8_t *pData, uint16_t
Size);
```

- **ورودی اول:** اشاره گر (pointer) به ساختار تنظیمات UART میکروکنترلر
- **ورودی دوم:** اشاره گر (pointer) از نوع uint8_t به آرایه محل ذخیره سازی دیتا مورد نظر
- **ورودی سوم:** یک عدد uint16_t بیانگر طول دیتای مورد نظر جهت دریافت که می‌توان از توابع sizeof() یا strlen() استفاده کرد.

## ارسال دیتا با سریال UART

برای ارسال دیتا به روش وقفه از دستور زیر می‌توان استفاده کرد.

```
HAL_UART_Transmit_IT(UART_HandleTypeDef *huart, uint8_t *pData, uint16_t
Size);
```

- **ورودی اول:** اشاره گر (pointer) به ساختار تنظیمات UART میکروکنترلر
- **ورودی دوم:** اشاره گر (pointer) از نوع uint8_t به آرایه دیتا مورد نظر برای ارسال
- **ورودی سوم:** یک عدد uint16_t بیانگر طول دیتای مورد نظر جهت دریافت که می‌توان از توابع sizeof() یا strlen() استفاده کرد.

در صورت ارسال دیتا به روش وقفه، پس از اتمام فرآیند ارسال تابع زیر فراخوانی می‌شود. این تابع را باید در فایل main.c اضافه کرد.

```
void HAL_UART_TxCpltCallback(UART_HandleTypeDef *huart)
{
     // write some code when transmission is complete
}
```

در صورت اتمام فرآیند دریافت دیتا، وقفه دریافت فراخوانی شده و وارد تابع آن می‌شود. این تابع را باید در فایل main.c اضافه کرد.

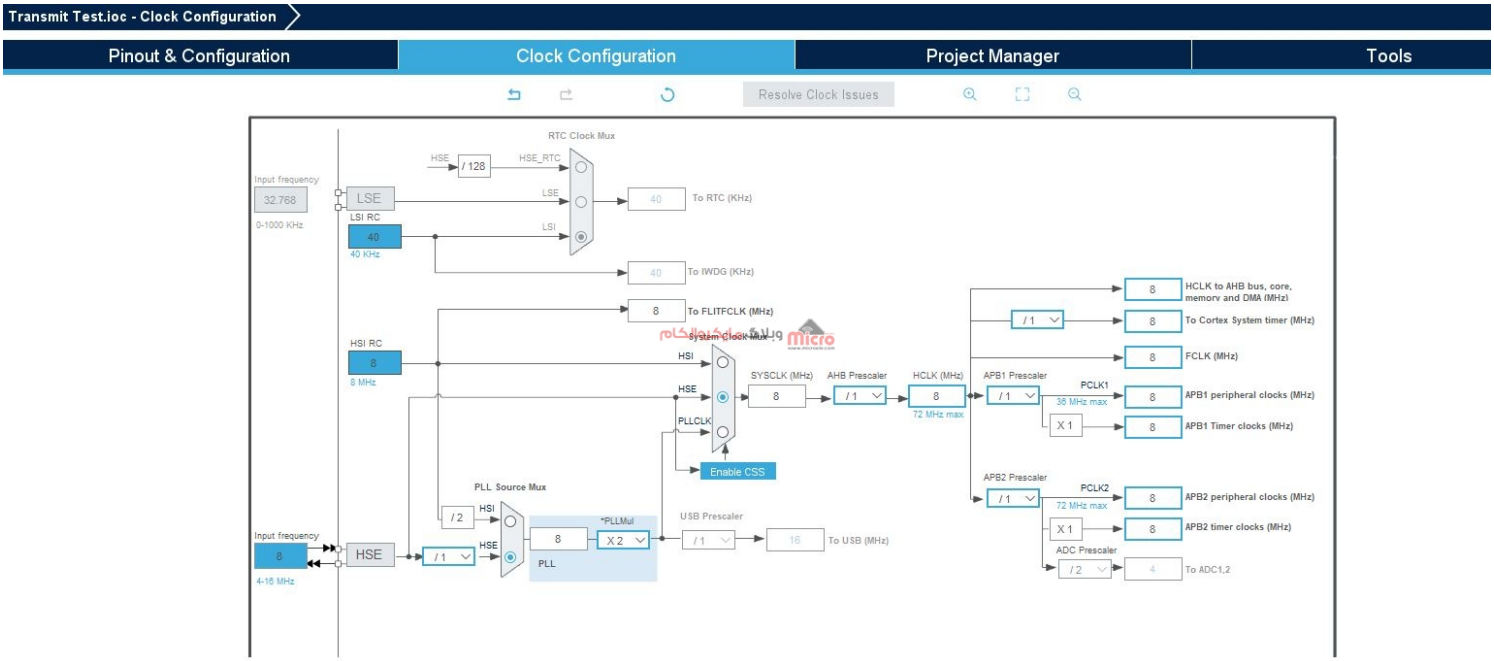
```
void HAL_UART_RxCpltCallback(UART_HandleTypeDef *huart)
{
     // write some code when reception is complete
}
```

## پیکربندی و ایجاد پروژه

در ابتدا یک پروژه جدید ایجاد کرده و میکروکنترلر مورد نظر (در این مطلب STM32F103C8T6) را انتخاب و تنظیمات آن را مطابق مراحل زیر انجام می‌دهیم.

## تنظیمات کلاک

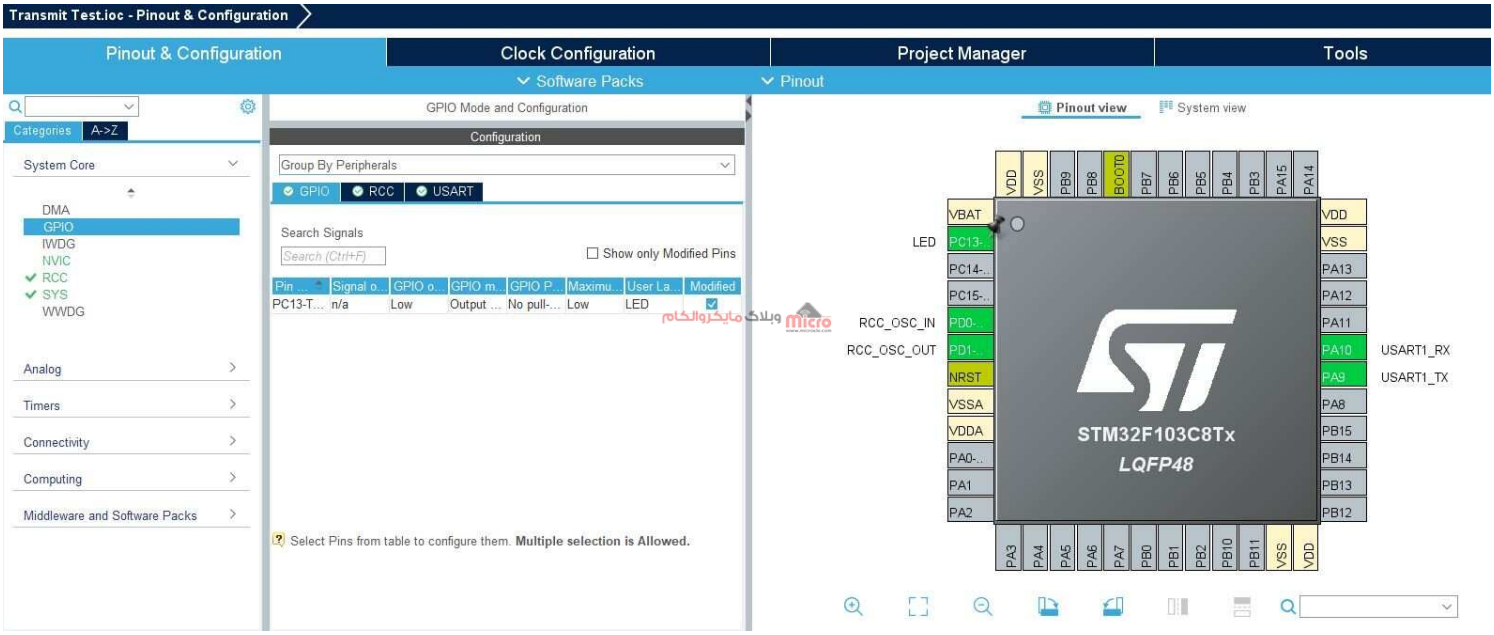
بعد از باز شدن پنجره Mx از بخش System Core وارد RCC شده و منبع کلاک (HSE) را کریستال خارجی انتخاب و نهایتا در بخش Clock Configuration فرکانس کاری میکرو را مطابق با نیاز انتخاب نمایید.




تنظیم کلاک در *STM32* برای ارتباط سریال

## تنظیمات GPIO

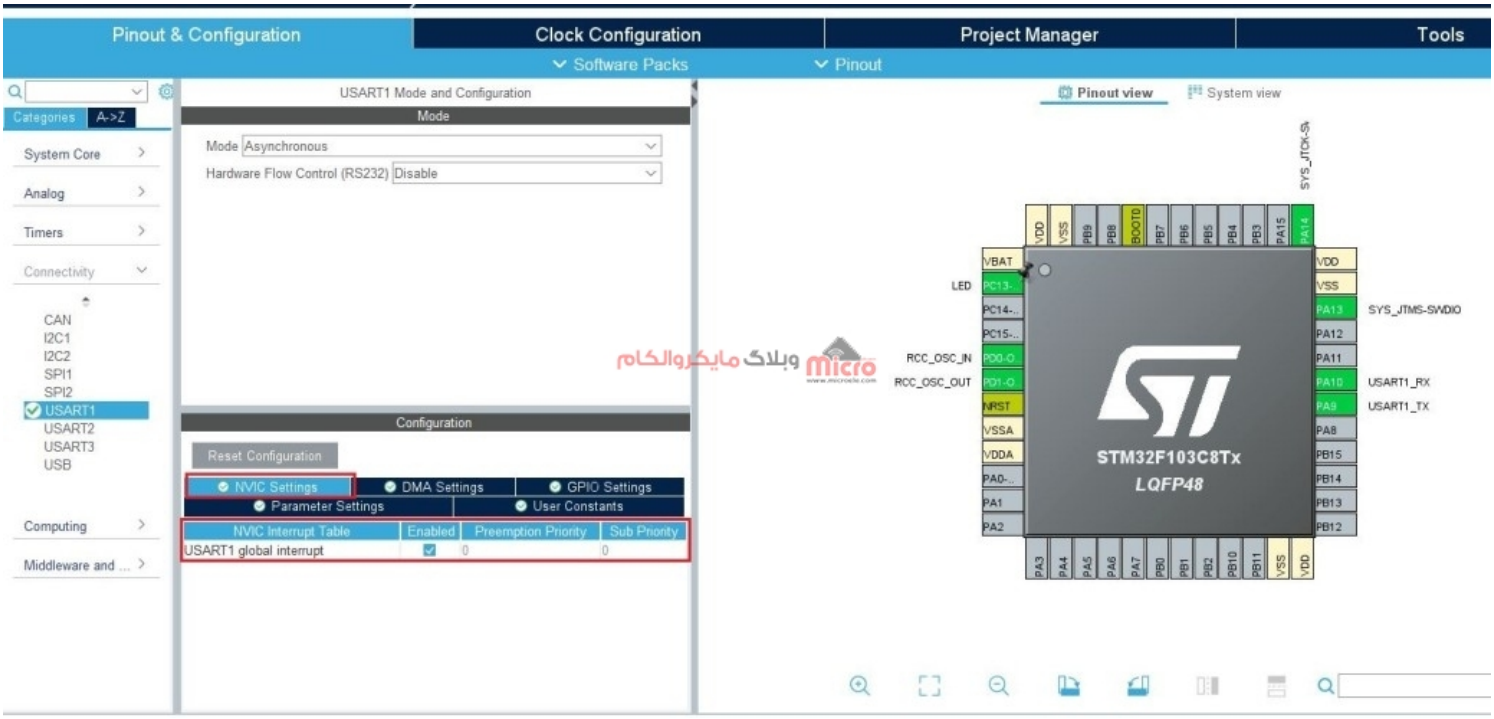
در Pinout & Configuration وارد System Core و GPIO شده و یک پایه را به دلخواه برای اتصال یک LED و چشمک زدن آن انتخاب می‌کنیم. در تصویر زیر PC13 انتخاب شده و یک label با نام LED به آن اختصاص داده شده است.




تنظیمات *GPIO* در *STM32*

## تنظیمات اولیه پورت سریال UART

سپس به بخش Pinout & Configuration بازگشته و از بخش Connectivity گزینه UART1 را انتخاب نمایید. در ابتدا Mode را به حالت Asynchronous تغییر داده و در بخش Parameters Settings باودریت مورد نظر و تنظیمات دلخواه (مطابق با نیاز پروژه) را انجام می‌دهیم. چون نیاز به دریافت و ارسال دیتا داریم حالت را برروی Receive and Transmit تنظیم شده است. سپس از همین بخش وارد تب NVIC Setting شده و وقفه سریال را فعال می‌کنیم.




فعال سازی وقفه سریال *UART* در *STM32* و محیط *Cube*

## برنامه دریافت دیتا از پورت سریال به روش وقفه

در برنامه زیر قبل از while(1) بایستی دریافت دیتا از سریال فراخوانی شده و نهایتا در انتهای زیر برنامه تابع وقفه نیز مجددا باید آن را وارد کرد تا دریافت های بعدی انجام پذیرد. در قسمت دریافت وقفه سریال flag را یک کرده تا در ادامه برنامه با بررسی آن نسبت به تغیر وضعیت LED اقدام شود. نهایتا آرایه ذخیره دیتا را خالی کرده تا دیتای جدید جایگزین و اجرای شرط if بدرستی انجام پذیرد.

```
#include "main.h"
#include <string.h>

UART_HandleTypeDef huart1;

void SystemClock_Config(void);
static void MX_GPIO_Init(void);
```

```
static void MX_USART1_UART_Init(void);

uint8_t Received_data[10];
char Received_flag = 0;

void HAL_UART_RxCpltCallback(UART_HandleTypeDef *huart)
{
    Received_flag = 1;
    HAL_UART_Receive_IT(&huart1, Received_data, 7);
}

int main(void)
{
  HAL_Init();

  SystemClock_Config();

  MX_GPIO_Init();
  MX_USART1_UART_Init();

  HAL_UART_Receive_IT(&huart1, Received_data, 7);

  while (1)
  {
      if (Received_flag == 1)
      {
          Received_flag = 0;
          if (strcmp((const char*)Received_data, "toggle") == 0 ||
strcmp((const char*)Received_data, "toggle\r") == 0)
          {
              HAL_GPIO_TogglePin(LED_GPIO_Port, LED_Pin);
              memset(Received_data, 0, 10);
```

```
          }
      }
  }
}


void SystemClock_Config(void)
{
  RCC_OscInitTypeDef RCC_OscInitStruct = {0};
  RCC_ClkInitTypeDef RCC_ClkInitStruct = {0};

  RCC_OscInitStruct.OscillatorType = RCC_OSCILLATORTYPE_HSE;
  RCC_OscInitStruct.HSEState = RCC_HSE_ON;
  RCC_OscInitStruct.PLL.PLLState = RCC_PLL_NONE;
  if (HAL_RCC_OscConfig(&RCC_OscInitStruct) != HAL_OK)
  {
    Error_Handler();
  }

  RCC_ClkInitStruct.ClockType = RCC_CLOCKTYPE_HCLK|RCC_CLOCKTYPE_SYSCLK
                              |RCC_CLOCKTYPE_PCLK1|RCC_CLOCKTYPE_PCLK2;
  RCC_ClkInitStruct.SYSCLKSource = RCC_SYSCLKSOURCE_HSE;
  RCC_ClkInitStruct.AHBCLKDivider = RCC_SYSCLK_DIV1;
  RCC_ClkInitStruct.APB1CLKDivider = RCC_HCLK_DIV1;
  RCC_ClkInitStruct.APB2CLKDivider = RCC_HCLK_DIV1;

  if (HAL_RCC_ClockConfig(&RCC_ClkInitStruct, FLASH_LATENCY_0) != HAL_OK)
  {
    Error_Handler();
  }
}
```

```
static void MX_USART1_UART_Init(void)
{
  huart1.Instance = USART1;
  huart1.Init.BaudRate = 9600;
  huart1.Init.WordLength = UART_WORDLENGTH_8B;
  huart1.Init.StopBits = UART_STOPBITS_1;
  huart1.Init.Parity = UART_PARITY_NONE;
  huart1.Init.Mode = UART_MODE_TX_RX;
  huart1.Init.HwFlowCtl = UART_HWCONTROL_NONE;
  huart1.Init.OverSampling = UART_OVERSAMPLING_16;
  if (HAL_UART_Init(&huart1) != HAL_OK)
  {
    Error_Handler();
  }
}

static void MX_GPIO_Init(void)
{
  GPIO_InitTypeDef GPIO_InitStruct = {0};

  __HAL_RCC_GPIOC_CLK_ENABLE();
  __HAL_RCC_GPIOD_CLK_ENABLE();
  __HAL_RCC_GPIOA_CLK_ENABLE();

  HAL_GPIO_WritePin(LED_GPIO_Port, LED_Pin, GPIO_PIN_RESET);

  GPIO_InitStruct.Pin = LED_Pin;
  GPIO_InitStruct.Mode = GPIO_MODE_OUTPUT_PP;
  GPIO_InitStruct.Pull = GPIO_NOPULL;
  GPIO_InitStruct.Speed = GPIO_SPEED_FREQ_LOW;
  HAL_GPIO_Init(LED_GPIO_Port, &GPIO_InitStruct);
}
```

```
void Error_Handler(void)
{
  __disable_irq();
  while (1)
  {
  }
}

#ifdef  USE_FULL_ASSERT

void assert_failed(uint8_t *file, uint32_t line)
{
  /* USER CODE BEGIN 6 */
  /* User can add his own implementation to report the file name and line
number,
     ex: printf("Wrong parameters value: file %s on line %d\r\n", file, line)
*/
  /* USER CODE END 6 */
}
#endif
#endif
```

## نتیجه گیری

در این قسمت از مطالب آموزش ارتباط سریال STM32 به معرفی و بررسی روش non-blocking mode بصورت وقفه سریال پرداخته شد. همانطور که بیان شد اگر دیتا مورد نظر طولانی باشند باعث بروز وقفه های زیادی خواهد شد. لذا روش وقفه برای این مورد مناسب نبوده و باید از روش DMA برای دیتا های طولانی یا حجیم استفاده نمود.

امیدوارم از این مطلب کمال بهره را برده باشید. در صورت داشتن هرگونه نظر یا سوال درباره این مطلب یا تجربه مشابه اون رو در انتهای همین صفحه در قسمت دیدگاه ها قرار بدید. در کوتاه ترین زمان ممکن به اون ها پاسخ

خواهم داد. اگر این مطلب براتون فید بود، اون رو به اشتراک بگذارید تا سایر دوستان هم بتوانند استفاده کنند. همینطور میتونید این مطلب را توی اینستاگرام با هشتگ #microelecom به اشتراک بگذارید و پیج مایکروالکام (@microelecom) رو هم منشن کنید.