VAN KETS Maëlle
HERAULT Félix

TP FreeRTOS

0. (Re)prise en mai

0.1. Premiers pas

Créez un projet pour la carte STM32F746G-DISCO. À la fin de la création du projet, une pop-up vous demande "Initialize all peripherals with their default Mode ?" : Répondez "No".
Une fois le projet créé, dans l'onglet "Pinout & Configuration" :

- Configurez le quartz de l'horloge :

System Core > RCC > High Speed Clock (HSE) = Crystal/Ceramic Resonator
Les broches concernées sont les broches PH0 (OSC_IN) et PH1 (OSC_OUT).

- Configurez le système de programmation et de débug :

System Core > SYS > Debug = Serial Wire
Les broches concernées sont les broches PA14 (SYS_JTCK-SWCLK) et PA13 (SYS_JTMS-SWDIO).

(Notez l'utilisation des broches sur le microcontrôleur)

On réalise les différentes configurations dites dans l'énoncé.

0.1.1. Où se situe le fichier main.c ?

Le fichier main.c se situe dans les dossiers Core > Src > main.c.

0.1.2. À quoi servent les commentaires indiquant BEGIN et END (appelons ça des balises) ?

Les commentaires indiquant BEGIN et END nous permettant de savoir où écrire nos bouts de code. Si on l'écrit au mauvais endroit, le code sera effacé lors de la régénération du code : cela peut mener à de nombreux problèmes.

On pourrait compiler et programmer la carte, mais il ne se passerait rien de très palpitant.

Pour rendre ce TP plus excitant, faisons clignoter une LED ! Ce n'est pas écrit dans la doc, mais elle est connectée à la broche PI1. Deux fonctions à utiliser :

➔ HAL_Delay
➔ HAL_GPIO_WritePin

0.1.3. Quels sont les paramètres à passer à HAL_Delay et HAL_GPIO_WritePin ?
Maintenez Ctrl et cliquez sur le nom d'une fonction pour voir son code.

La fonction `HAL_Delay()` prend en paramètre un temps en milliseconde.

La fonction `HAL_GPIO_WritePin(GPIO_TypeDef * GPIOx, uint16_t GPIO_Pin, GPIO_PinState PinState)` prend en paramètre :

GPIOx: where x can be (A..G) to select the GPIO peripheral for STM32G4xx family

GPIO_Pin: specifies the port bit to be written. This parameter can be any combination of GPIO_PIN_x where x can be (0..15).

PinState: specifies the value to be written to the selected bit. This parameter can be one of the GPIO_PinState enum values:

- GPIO_PIN_RESET: to clear the port pin
- GPIO_PIN_SET: to set the port pin

0.1.4. Dans quel fichier les ports d'entrée/sorties sont-ils définis ?

Le fichier où les ports d'entrée/sorties sont définis est le fichier `gpio.c`.

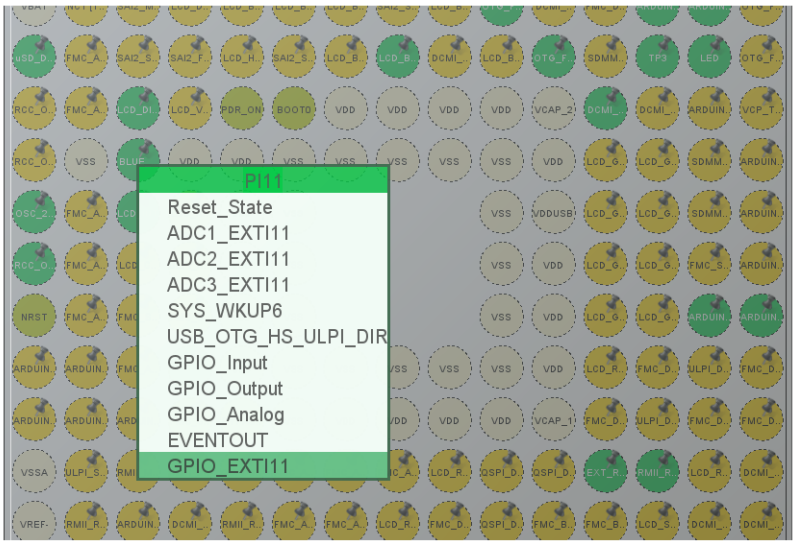
0.1.5. Écrivez un programme simple permettant de faire clignoter la LED.

```
while (1)
{ HAL_GPIO_WritePin(LED_GPIO_Port, LED_Pin, GPIO_PIN_SET);
  HAL_Delay(1000);
  HAL_GPIO_WritePin(LED_GPIO_Port, LED_Pin, GPIO_PIN_RESET);
  HAL_Delay(1000);
  /* USER CODE END WHILE */

  /* USER CODE BEGIN 3 */
}
```

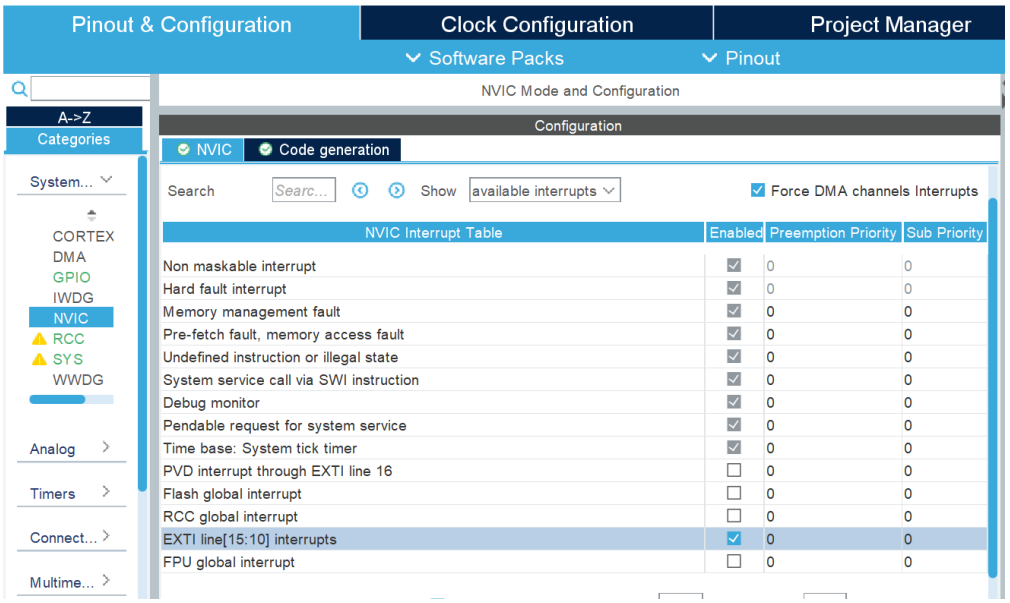
Nous avons utilisé la fonction HAL_Delay() car c'est ce qui est demandé dans le sujet mais ce n'est pas propre du tout. Le mieux serait de configurer des timers.

0.1.6. Modifiez le programme pour que la LED s'allume lorsque le bouton USER est appuyé. Le bouton est sur PI11.

On active le pin PI11 et on renomme le pin en `BLUE_BUTTON` pour que le code soit plus facile par la suite.



Puis on active les interruptions correspondantes dans le NVIC.



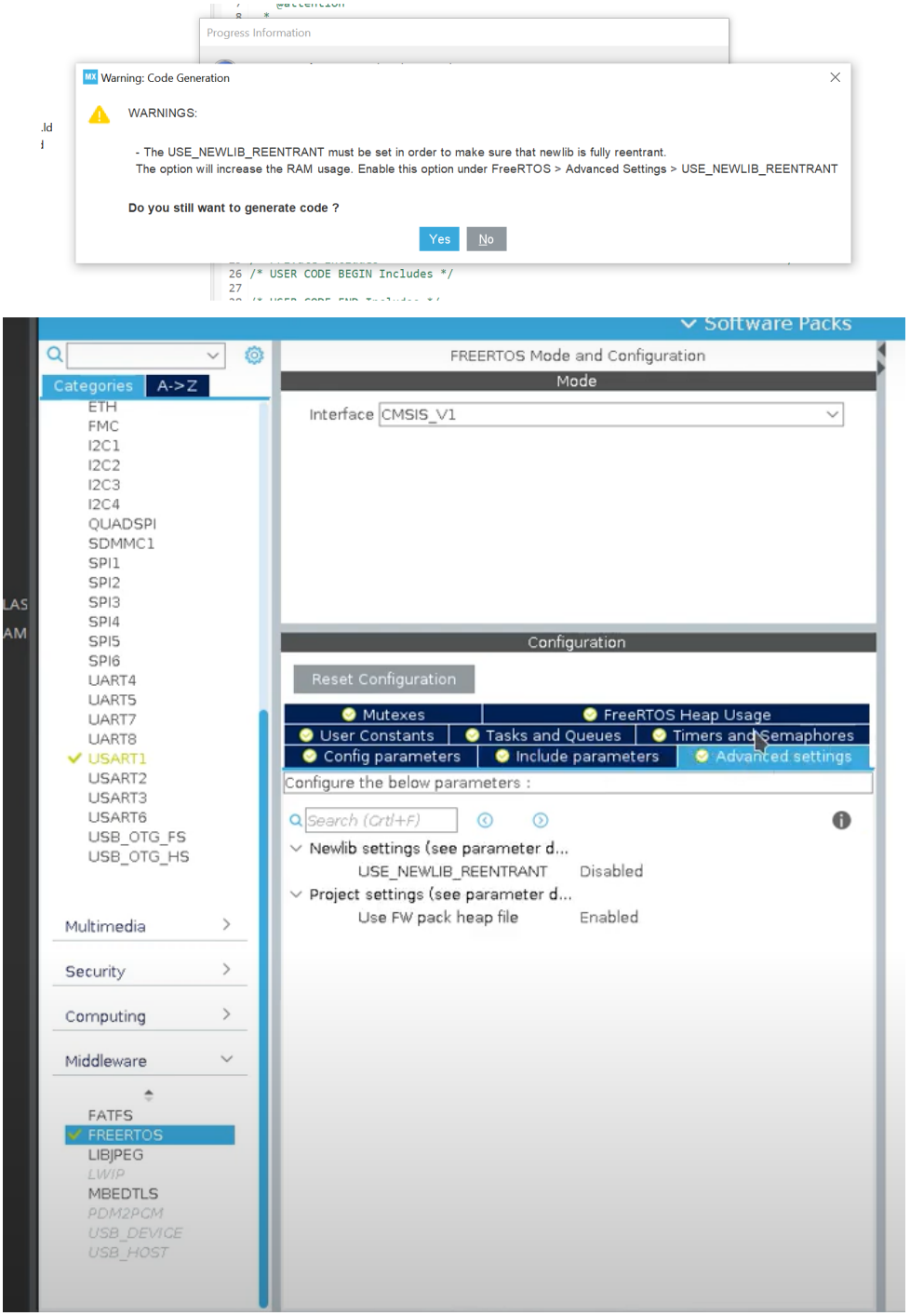
On sauvegarde et on régénère le code. On va utiliser la fonction HAL_GPIO_EXTI_Callback et la redéfinir dans notre fichier main.c. Cela va nous permettre d'exécuter la fonction lorsqu'on appuiera sur le bouton bleu.

```
/* USER CODE BEGIN PV */
int led_switch = 0;
/* USER CODE END PV */

/* Private function prototypes -----------------------------------------------*/
void SystemClock_Config(void);
/* USER CODE BEGIN PFP */

/* USER CODE END PFP */

/* Private user code ---------------------------------------------------------*/
/* USER CODE BEGIN 0 */
void HAL_GPIO_EXTI_Callback(uint16_t GPIO_Pin)
{
    if(GPIO_Pin==BLUE_BUTTON_Pin){
        led_switch=1-led_switch;
        if(led_switch){
        HAL_GPIO_WritePin(LED_GPIO_Port, LED_Pin, GPIO_PIN_SET);
        }
        else{
            HAL_GPIO_WritePin(LED_GPIO_Port, LED_Pin, GPIO_PIN_RESET);
        }
    }
}
/* USER CODE END 0 */
```

Grâce à ce code, la led s'allume lorsqu'on appuie sur le bouton bleu et elle s'éteint lorsqu'on appuie à nouveau dessus.

1. FreeRTOS, tâches et sémaphores

On créer le projet en s'aidant de la vidéo de l'énoncer



1.1. Tâche simple

1.1.0. Créez un projet dans STM32CubeIDE. N'oubliez pas d'activer l'oscillateur externe, l'interface de debug ainsi que l'USART1. La fréquence de fonctionnement sera configurée à 216MHz. L'interface de Debug sur Serial Wire et l'USART1 sur les broches PB7 et PA9. Activez FreeRTOS et notez les paramètres qui vous paraissent pertinents. En quoi le paramètre TOTAL_HEAP_SIZE a-t-il de l'importance ?

TOTAL_HEAP_SIZE correspond à la quantité de RAM disponible dans le noyau temps réel.

1.1.1. Observez l'impact de votre configuration sur le fichier FreeRTOSConfig.h.

1.1.2. Créez une tâche permettant de faire changer l'état de la LED toutes les 100ms et profitez-en pour afficher du texte à chaque changement d'état. Quel est le rôle de la macro portTICK_PERIOD_MS ?

```
void vTask_LED( void * unused)
{

    for( ;; )
    {
        // pour faire changer l'état de la LED
        HAL_GPIO_WritePin(GREEN_LED_GPIO_Port, GREEN_LED_Pin, SET);
        printf("La LED est la\r\n");
        // pour appeller la fonction dans 100 ms
        vTaskDelay(100);

        // pour faire changer l'état de la LED
        HAL_GPIO_WritePin(GREEN_LED_GPIO_Port, GREEN_LED_Pin, RESET);
        printf("La LED est pas la\r\n");
        // pour appeller la fonction dans 100 ms
        vTaskDelay(100);
    }
}
```

1.2. Sémaphores pour la synchronisation

1.2.1. Créez deux tâches, **taskGive** et **taskTake**, ayant deux priorités différentes. **TaskGive** donne un sémaphore toutes les 100ms. Affichez du texte avant et après avoir donné le sémaphore. **TaskTake** prend le sémaphore. Affichez du texte avant et après avoir pris le sémaphore.

1.2.2. Ajoutez un mécanisme de gestion d'erreur lors de l'acquisition du sémaphore. On pourra par exemple invoquer un reset software au STM32 si le sémaphore n'est pas acquis au bout d'une seconde.

Le mécanisme de gestion d'erreur correspond au NVIC_SystemReset().

1.2.3. Pour valider la gestion d'erreur, ajoutez 100ms au délai de TaskGive à chaque itération.

```
void TaskGive(void * unused){

    for(;;)
    {
        printf("je vais donner le semaphore\r\n");
        xSemaphoreGive(semaphore1);
        printf("j'ai donné le semaphore\r\n");
        vTaskDelay(delay);
    }
}

void TaskTake(void * unused){

    for(;;)
    {
        printf("je vais recevoir le semaphore\r\n");
        if(xSemaphoreTake(semaphore1,Port_MAX_Delay))
        {
            printf("j'ai reçu le semaphore\r\n");
        }
        else
        {
            NVIC_SystemReset();
        }
        delay += 100;
        printf("delay  de %d \r\n",delay);
    }
}
```

Ici on observe la gestion d'erreur dans le taskTake, ainsi que les 100ms en plus ajouté au delay, ainsi lorsque le delay dépasse la valeur max (ici 1000), le processeur va reset et le programme va recommencer.

1.2.4. Changez les priorités. Expliquez les changements dans l'affichage.

1.3. Notification

1.3.1. Modifiez le code pour obtenir le même fonctionnement en utilisant des task notifications à la place des sémaphores.

Pour cette partie le code se trouve dans le document appelé FREERTOSNotif.

1.4. Queues

1.4.1. Modifiez **TaskGive** pour envoyer dans une queue la valeur du timer. Modifiez **TaskTake** pour réceptionner et afficher cette valeur.

Avec la notification et la queue nous avons cela:

```
void task_give(void * unused){
    char msg[LONG_MAX];
    for(;;){
        printf("Before Notify Give\r\n");
        //xSemaphoreGive(seml);
        xTaskNotifyGive(hTake);
        printf("After Notify Give\r\n");
        sprintf(msg, "delay %d \r\n",delay);
        xQueueSend(q_delay,(const void *)msg,portMAX_DELAY);

        vTaskDelay(delay);
    }
}

void task_take(void * unused){
    char delayBuff[LONG_MAX];
    for(;;){
        printf("Before Notify Take\r\n");
        /*if (xSemaphoreTake(seml,PORT_MAX_DELAY)){
            printf("After Semaphore Take\r\n");*/
        if (ulTaskNotifyTake(pdTRUE, PORT_MAX_DELAY)){
            printf("After Notify Take\r\n");
        }
        else{
            NVIC_SystemReset();
        }
        delay += 100;
        xQueueReceive(q_delay, (void *)delayBuff, portMAX_DELAY);
        printf("%s \r\n",delayBuff);
    }
}
```

1.5. Réentrance et exclusion mutuelle

1.5.1. Récupérez le projet à l'adresse suivante : https://github.com/lfiack/tp_freertos_reentrance.

1.5.2. Importez le projet, compilez, exécutez.

1.5.3. Observez attentivement la sortie dans la console. Expliquez d'où vient le problème.

En observant la sortie on observe:

```
Je suis la tache 1 et je m'endors pour 2 ticks
Je suis la tache 2 et je m'endors pour 2 ticks
Je suis la tache 2 et je m'endors pour 2 ticks
Je suis la tache 1 et je m'endors pour 2 ticks
Je suis la tache 2 et je m'endors pour 2 ticks
Je suis la tache 2 et je m'endors pour 2 ticks
```

1.5.4. Proposez une solution en utilisant un sémaphore Mutex.

2. On joue avec le shell

Pour la suite du TP on utilisera le document appelé correction qui reprend le shell du td.

On écrit une fonction led et une tache taskled qui nous permet de commander le clignotement de la le via le shell.

```
> l 50
:l 50
led clignote a une periode de 50 ms
> l 0
:l 0
la led est eteinte
```

On écrit une fonction spam:

2.4 Nous avons essayé à plusieurs reprises de faire fonctionner la fonction et la tâche spam, mais il y a toujours une erreur qui apparait. Nous avons donc décidé d'avancer plus dans le TP en passant cette question.

3.

3.1. Le tas est la zone réservée à l'allocation dynamique

3.2. Est-ce géré par FreeRTOS ou la HAL ? C'est géré par freertos

3.3. Si ce n'est déjà fait, ajoutez de la gestion d'erreur sur toutes les fonctions pouvant générer des erreurs. En cas d'erreur, affichez un message et appelez la fonction Error_Handler();

3.4. Notez la mémoire RAM et Flash utilisée

Memory Regions | Memory Details

Region	Start address	End address	Size	Free	Used	Usage (%)
RAM	0x20000000	0x20050000	320 KB	301,38 KB	18,62 KB	5,82%
FLASH	0x08000000	0x08100000	1024 KB	999,8 KB	24,2 KB	2,36%

On a pas réussi à faire une erreur, même en ajoutant plusieurs tâches, on a alors décidé de diminuer la valeur du tas TOTAL_HEAP_SIZE à une valeur inférieure à la valeur attribuée aux tâches.

RAM	0x20000000	0x20050000	320 KB	315,76 KB	4,24 KB	1.33%
FLASH	0x08000000	0x08100000	1024 KB	993,49 KB	30,51 KB	2.98%

Ainsi en réduisant la valeur de TOTAL_HEAP_SIZE, on alloue plus de place pour la RAM, d'où le pourcentage d'usage qui diminue. L'usage de la flash a augmenté grâce aux tâches bidons créées.