



Laboratorio SysTick y EXTI

Laura Yuleissy Gutierrez (7003739), Miguel
Angel Gonzalez (7003847)

Resumen - Se realizó la creación de un nuevo proyecto en KeilVision y se configuró tres pulsadores y un display de 7 segmentos para desarrollar un contador hexadecimal con frecuencia ajustable en la que se realiza con un pulsador a través de una interrupción externa dependiendo de la clave del código y se debe visualizar la convención respectiva en el display. Se deben incluir dos pulsadores para las acciones de conteo ascendente y descendente.

I. INTRODUCCIÓN

En este documento se encuentran los resultados obtenidos a partir del uso de los registros GPIO, interrupciones EXTI y el temporizador sysTick, haciendo uso de la placa STM32F746Z y se presenta el respectivo análisis lógico de su funcionamiento.

II. MÉTODOS Y MATERIALES

El procedimiento realizado para habilitar los pulsadores fue por medio de las interrupciones EXTI el cuál permitió el funcionamiento del cambio de frecuencia por medio del timer SysTick, para realizar el conteo ascendente y descendente con los valores determinados.

A continuación, para hacer más claro la lógica del programa, se presentan las condiciones utilizadas:

A. GPIO Registros

Se revisó en el manual de referencia y se hizo uso de los diferentes registros GPIO para dar inicio a la configuración de pines y su respectivo funcionamiento.

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
MODER15[1:0]	MODER14[1:0]	MODER13[1:0]	MODER12[1:0]	MODER11[1:0]	MODER10[1:0]	MODER9[1:0]	MODER8[1:0]	MODER7[1:0]	MODER6[1:0]	MODER5[1:0]	MODER4[1:0]	MODER3[1:0]	MODER2[1:0]	MODER1[1:0]	MODER0[1:0]
rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MODER7[1:0]	MODER6[1:0]	MODER5[1:0]	MODER4[1:0]	MODER3[1:0]	MODER2[1:0]	MODER1[1:0]	MODER0[1:0]	MODER7[1:0]	MODER6[1:0]	MODER5[1:0]	MODER4[1:0]	MODER3[1:0]	MODER2[1:0]	MODER1[1:0]	MODER0[1:0]
rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw

Ilustración 1. GPIO Register

A continuación, se presenta el uso de la biblioteca estándar `<cstdlib>` de c++, con sus algoritmos misceláneos y matemáticas el cual permitió el correcto funcionamiento para generar un número aleatorio al empezar el conteo.

<code>rand</code>	genera un número pseudo-aleatorio (function)
<code>srand</code>	semillas generador de números pseudo-aleatorios (function)
<code>qsort</code>	clasifica una gama de elementos con un tipo no especificado (function)
<code>bsearch</code>	busca en una matriz un elemento de tipo no especificado (function)
<code>abs(int)labsllabs (C++11)</code>	calcula el valor absoluto de un valor integral (x) (function)
<code>div(int)ldivldiv (C++11)</code>	calcula el cociente y el resto de la división entera (function)

Ilustración 2. Biblioteca estándar `<cstdlib>`

Para el uso de las interrupciones externas, para el funcionamiento del pulsador de cambio de frecuencia cumpliera su objetivo, se hizo uso del interruptor EXTI (SYSCFG_EXTICR2) debido a la condición del código seleccionado, y se procede a ver su respectivo handler para su activación y los distintos tipos de registro.

Irq	Handler	Description
EXTI0_IRQn	EXTI0_IRQHandler	Handler for pins connected to line 0
EXTI1_IRQn	EXTI1_IRQHandler	Handler for pins connected to line 1
EXTI2_IRQn	EXTI2_IRQHandler	Handler for pins connected to line 2
EXTI3_IRQn	EXTI3_IRQHandler	Handler for pins connected to line 3
EXTI4_IRQn	EXTI4_IRQHandler	Handler for pins connected to line 4
EXTI9_5_IRQn	EXTI9_5_IRQHandler	Handler for pins connected to line 5 to 9
EXTI15_10_IRQn	EXTI15_10_IRQHandler	Handler for pins connected to line 10 to 15

Ilustración 3. Handler EXTIx_IRQn

Finalmente, para cumplir en totalidad las condiciones de la práctica, se procedió a hacer uso de los timer SysTick para determinar el cambio de frecuencia.

III. MATERIALES

- Software uVision Keil.
- Tarjeta de desarrollo STM32F746.
- Cable mini USB

A continuación, se configuran tres pulsadores y un display de 7 segmentos para desarrollar un contador hexadecimal con frecuencia ajustable. La frecuencia debe respetar la convención de la tabla 1

Convención	Frecuencia
K	0.1 Hz
J	0.5 Hz
I	1 Hz
H	2 Hz

Tabla 1. Tabla de convención de frecuencias

La selección de la frecuencia se realiza con un pulsador a través de una interrupción externa utilizando su “clave de código” y se debe visualizar la convención respectiva en el display.

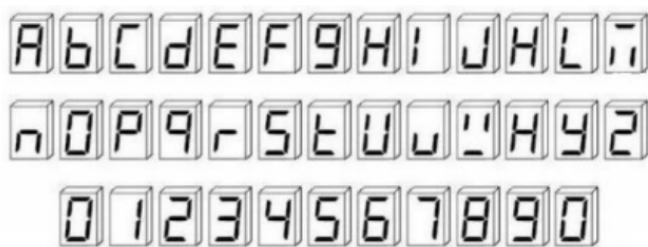


Ilustración 4. Configuración Display 7 segmentos

- Se deben incluir dos pulsadores para las acciones de conteo ascendente y descendente.
- El contador debe ser cíclico y solo operar mientras el respectivo pulsador esté accionado.
- El inicio del valor del conteo debe ser aleatorio.
- El pulsador de cambio de frecuencia hace las veces de reset para la tarea de conteo.

De acuerdo a las indicaciones planteadas para el desarrollo de la práctica, se realizó el debido montaje que se presenta a continuación como referencia:

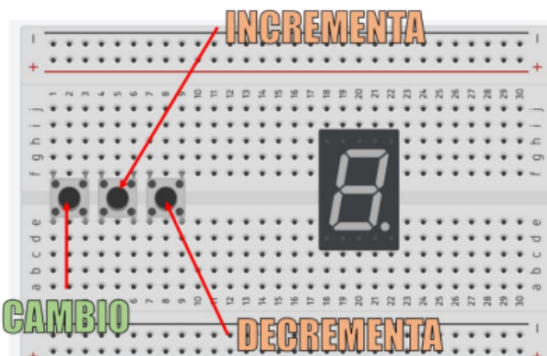


Ilustración 5. Montaje necesario

A. Algoritmia

Se presenta el diagrama de bloques de la lógica de programación que se aplicó para crear las condiciones dadas por medio del uso de registros, interruptores, timers y condicionales en el programa KEIL, que se reflejarán en el siguiente diagrama:

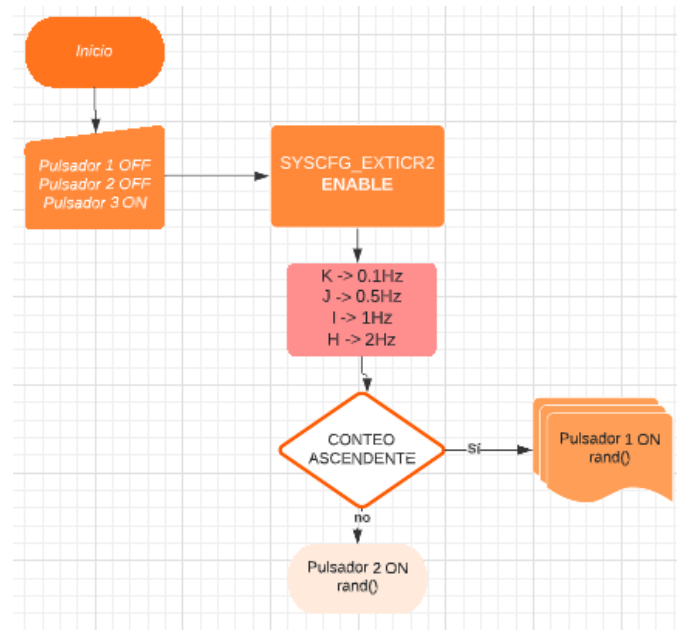


Fig 1. Diagrama de bloques.

IV. RESULTADOS

De acuerdo al montaje presentado anteriormente, se realizó a continuación, por medio de dicho display de cátodo común, la convención desde “K a H” que fue configurada por medio del interruptor EXTI, conectada al pulsador número 3 en el GPIOE->(1<<6) donde está programada con su respectiva frecuencia desde 0.1Hz hasta 2Hz por medio del timer SysTick, tal como se ve en el siguiente montaje.

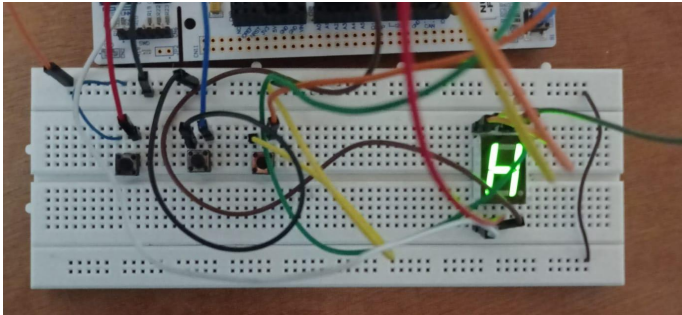


Ilustración 6. Montaje Contador Convención

A continuación, una vez seleccionada la convención con su respectiva frecuencia, para cumplir el conteo ascendente, se procede a presionar el pulsador 1, después de generado un número aleatorio, tal como se presenta en la ilustración 7.

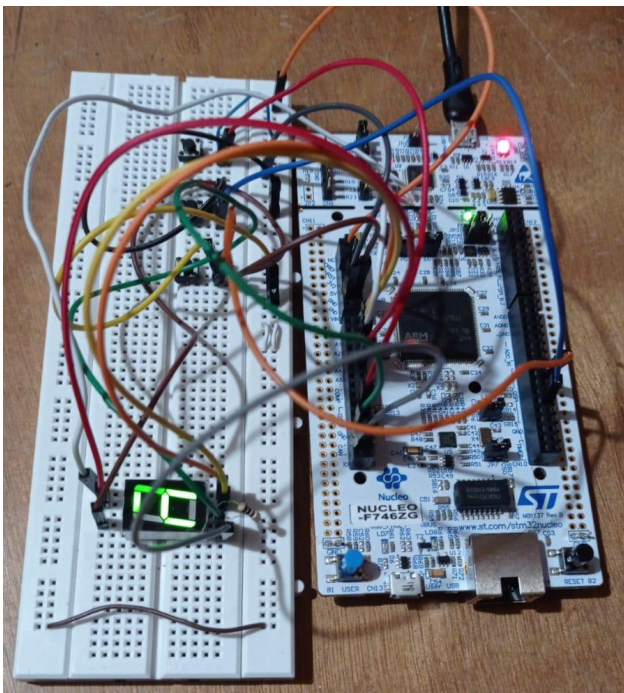


Ilustración 7. Montaje Contador Hexadecimal ascendente

Finalmente, se procede a presionar el pulsador número 2, el cual permite generar un conteo descendente hexadecimal, tal cual como se presenta en la siguiente ilustración.

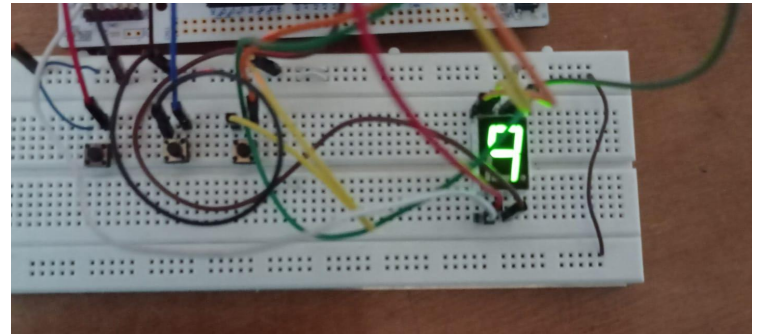


Ilustración 8. Montaje Contador Hexadecimal descendente

De acuerdo a lo presentado anteriormente, el funcionamiento de la práctica cumple su conteo cíclicamente y sólo opera mientras el respectivo pulsador esté accionado.

V. CONCLUSIONES

1. Se comprendió el uso de los distintos tipos de interrupciones EXTI para habilitar el pulsador externo.
2. Se conocieron diferentes librerías del software C++ para habilitar el número random.
3. Se establecieron conocimientos del temporizador systick para variar la frecuencia presente en el display.
4. Se desarrolló habilidades de lógica de programación realizados en los condicionales.

VI. REFERENCIAS

- [1] STMicroelectronics, *RM0385 Reference manual*. 2018.
- [2] STMicroelectronics, *UM1974 User manual*. 2020.
- [3] STMicroelectronics, *STM32F745xx STM32F746xx*, 2016