

## Tema 9

### RESUMEN

En el **tema 9** (*Trabajando con bibliotecas: HAL*) se enseña cómo utilizar la abstracción hardware, tanto a nivel visual (en este caso, la perspectiva CubeMX del STM32CubeIDE), como a nivel de programación (mediante el uso de bibliotecas de programación). Esto se expondrá mediante la siguiente estructura y se acompaña de una serie de videos explicativos:

En el primer punto se habla de la abstracción hardware, ya que hay proyectos donde su complejidad provoca interacción entre los recursos del microcontrolador y hay recursos del microcontrolador (por ejemplo, algunos periféricos) que pueden ser extremadamente complejos. Por tanto, es necesario proporcionar ayudas al desarrollador de tal modo que éste se pueda abstraer del hardware y centrarse en la funcionalidad software.

A continuación se describe la abstracción visual, ya que es habitual que los fabricantes proporcionen herramientas que ayuden al desarrollador a elegir los recursos a utilizar. En el caso de ST Microelectronics, se proporciona la perspectiva CubeMX dentro del STM32CubeIDE. Esto se ilustrará con dos ejemplos: uno para la generación de una señal PWM, y otro relacionado con la conversión A/D.

En el tercer punto se explica el uso de las denominadas **Hardware Abstraction Libraries (HAL)**, que son bibliotecas de programación que simplifican el uso de los periféricos del microcontrolador (en especial los de aquellos mucho más complejos que los vistos hasta ahora en el curso). A la hora de desarrollar, es habitual el planteamiento de una solución en capas, que vayan desde el uso directo del hardware del microcontrolador (es decir, los recursos), a funciones de alto nivel que abstraigan al desarrollador de la complicación de gestionar dichos recursos. ST Microelectronics proporciona una serie de bibliotecas HAL, así como otras bibliotecas relacionadas con la placa de desarrollo. Estas últimas se suelen denominar **Board Support Packages (BSP)**, y en el caso de la STM32L-DISCOVERY, nos van a facilitar el uso de los botones, los LEDs, el LCD, etc. (de hecho, ya se ha utilizado el BSP del LCD en ejemplos previos del curso). Para el uso de las HAL es necesario consultar otro manual, que explica todas y cada una de las

bibliotecas proporcionadas, por lo que se menciona la estructura que tiene dicho manual para cada una de ellas.

Una vez visto esto, se muestran dos versiones de ejemplo, una sin utilizar interrupciones, y otra utilizando interrupciones. Como se verá, en ambos ejemplos se utilizarán los dos tipos de abstracción hardware, tanto la parte visual, como el uso de HAL y BSPs. El ejemplo trata de hacer conversiones de un canal analógico (IN4) a ritmo de 44KHz, sacando por el LCD la media de las 10 últimas medidas. El botón USER encenderá y apagará la funcionalidad.

- Primero se muestran los recursos a utilizar.
- Después, el diagrama de bloques.
- Luego el diagrama de flujo.
- Después los ajustes generales necesarios en CubeMX, y los necesarios para el ADC y el TIM3.
- A continuación las funciones HAL que disponen el ADC y el TIM3.
- Y por último, el código ejemplo (inicialización y funcionalidad continua).

La misma estructura se utiliza para explicar la versión del ejemplo en el que se usan interrupciones, haciendo hincapié en las diferencias respecto a la versión anterior. Es importante destacar que ahora ya no se programan RAIs, sino que la RAI ya la proporciona la HAL correspondientes, y el programador sólo tiene que crear aquella función a la que llamará la RAI, cuando ocurra el evento deseado. Esas funciones se denominan funciones **callback**.