

## Sistemas Electrónicos Digitales

# Práctica libre Sistema Final D

## Especificaciones

Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones  
Grado en Ingeniería Telemática  
Grado en Ingeniería en Sistemas de Telecomunicación  
Grado en Ingeniería en Tecnologías de la Telecomunicación

**Universidad de Alcalá**

---

**Curso Académico 2020/2021**

**Curso 3º**

## Introducción

En este documento se plantea el diseño de un sistema electrónico digital. La memoria técnica del proyecto debe contener los apartados siguientes:

- **Introducción.**
- **Diseño software:** Debe incluir un diagrama de estados de planteamiento del proyecto, grafos, diagramas de flujo y el algoritmo utilizado. Descripción de la funcionalidad de cada una de las funciones, variables, etc.
- **Diseño hardware:** Debe incluir un esquema de conexionado (cada señal a qué pin del microcontrolador se conecta).
- **Resultados:** Resultados de simulaciones y del funcionamiento real del sistema que avalen que cumple con las especificaciones requeridas.

Para evaluar la práctica libre es imprescindible entregar la memoria técnica en papel y en formato electrónico y que contenga TODOS los apartados mencionados anteriormente. No se admite entregarla únicamente en formato electrónico.

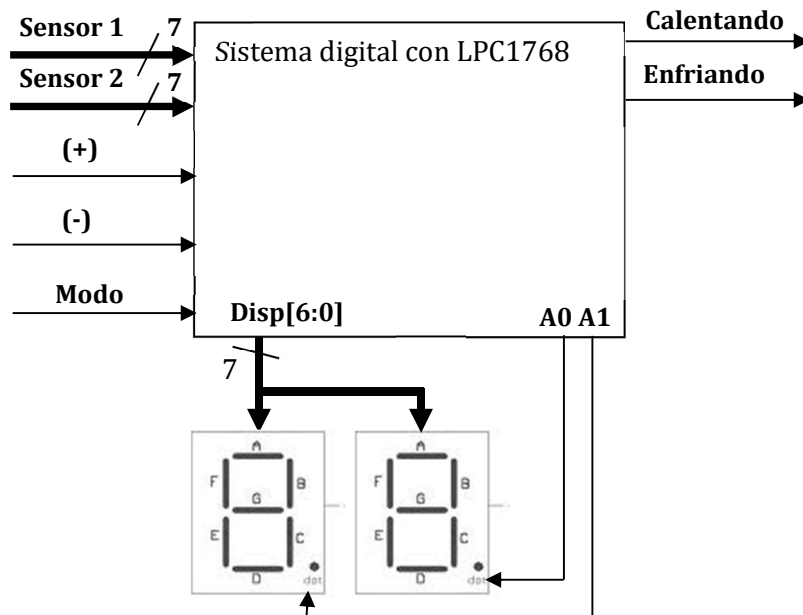
**Nota: Asuma cualquier especificación que estime necesaria para el correcto funcionamiento del sistema.**

## Especificación del sistema

Diseñe un sistema de climatización de un recinto industrial, utilizando el LPC1768. El sistema de control dispone de los siguientes terminales:

- Dos sensores temperatura (miden la temperatura del recinto en dos puntos diferentes), **Sensor 1** y **Sensor 2**, que entregan un código digital de 4 bits, (códigos entre 0 y 15 correspondientes a -10°C y 35°C, respectivamente). Cada sensor se emulará con 4 entradas/cables al microcontrolador conectados a L o H)
- Un pulsador **Modo** para seleccionar un modo de funcionamiento de los dos siguientes:
  - ✓ *Modo Normal*. Mide y visualiza la temperatura del recinto cada 7 segundos.
  - ✓ *Modo Programación de temperatura deseada en el recinto*. Permite que con dos pulsadores **(+)** y **(-)** se modifique la temperatura deseada.
- Pulsador **(+)** para aumentar el valor de la temperatura.
- Pulsador **(-)** para disminuir el valor de la temperatura.
- Dos displays de 7 segmentos, **Disp[6:0]**, para visualizar la temperatura medida en el recinto cuando se está en modo *Normal* y visualizar la temperatura que se está programando en modo *Programación de temperatura*. Estos displays están multiplexados en el tiempo y controlados por las salidas **A1** y **A0**.
- Dos salidas digitales, **Calentando** y **Enfriando**, que controlan si el sistema está enfriando o calentando, en función de que la temperatura del recinto sea superior o inferior a la programada, respectivamente. A estos terminales conectaremos dos LEDs para comprobar su funcionamiento.

La temperatura del recinto es la media de las suministradas por los dos sensores, salvo que su diferencia sea mayor de 3 grados, en cuyo caso debe producirse un aviso de alarma mostrando "AL" en los displays. Además, entre las 22:00 y las 8:00 horas el sistema debe mantener el recinto de forma automática a 12°C, y el resto del tiempo según la temperatura que se programe, tal como se ha descrito. (Se sugiere realizar un reloj horario basado en el SysTick)



## **Realización del sistema a lo largo de la impartición del laboratorio**

A continuación, se indican las partes que se recomiendan realizar del sistema asignado a lo largo de las prácticas 3 a 7 del laboratorio.

### ***Práctica 3: Puertos de E/S y Tarjetas de Desarrollo***

Definición de todos los pines de E/S del sistema.

Diagrama de estado/grafó de funcionamiento del sistema. Conexión en una placa de pruebas de; las resistencias, los leds, 2 displays de 7 segmentos y otros elementos adicionales necesarios.

Configurar como entrada o salida los diferentes pines.

Tras el reset y en condiciones iniciales, el sistema debe mostrar el valor “00” en los displays. Definir el funcionamiento de los leds “Calentando” / “Enfriando” en función del valor de los datos en “sensor 1” y “sensor 2”.

Generar un programa de prueba que en función del valor que tenga el pin de modo muestre el valor “00” o un valor “22” en los displays. En este momento ambos displays no están multiplexados en el tiempo por tanto muestran el mismo valor.

### ***Práctica 4: Controlador de Interrupciones (NVIC)***

Saber definir y configurar las interrupciones NVIC, niveles de prioridad, etc. atendiendo a los pulsadores (pines) Modo, (-) y (+).

Generar las funciones de manejo/tratamiento de interrupción para dichos pines.

Definir una máquina de estados que pase del modo normal (tras el reset) al modo programación, mediante la pulsación alternada del pin “Modo”.

Los pines (-) y (+) serán responsables de modificar el valor de temperatura configurado. Mientras se va avanzando en el resto de las prácticas, para realizar pruebas, el valor que se irá mostrando en los displays será, por el momento, sólo un dígito repetido 22, 33, 44, 33, 22, 11, 00...

### ***Práctica 5: Funcionamiento y manejo del System Tick Timer***

Hacer uso del SysTick Timer para contemplar el horario de funcionamiento de 22:00 a 8:00 horas.

### ***Práctica 6: Funcionamiento y manejo del Timer***

Modificar el funcionamiento del sistema, haciendo uso de los Timer, para realizar la multiplexación temporal de los 2 displays y mostrar los valores de temperatura, bien en modo normal (valor dado por los sensores de temperatura) o bien en modo programación (valor de temperatura de consigna modificado por las pulsaciones de los pines (-) o (+).

### ***Práctica 7: Conversor Digital Analógico (DAC)***

Este sistema no hace uso del DAC para obtener una señal de tensión variable en un pin de salida.

## Cuestiones para tener en cuenta en la realización del sistema

A continuación, se indican algunas cuestiones que deben ser tenidas en cuenta en la realización práctica del sistema. Se debe chequear previamente la siguiente lista de comprobación:

- Tener claro el funcionamiento del sistema habiendo realizado una secuencia de test completa. A modo de ejemplo se muestra la siguiente:
  - Configuramos en los switches un valor 0;
  - Descargamos el programa;
  - Reseteamos el sistema;
  - Inicialmente el sistema tiene el led XX encendido, y se ve en los displays el valor "00" durante 5 segundos, luego los displays se apagan.
  - Pulsamos el pulsador P1 y se visualiza un valor YY en los displays; ...
- No realizar una llamada software a una subrutina de atención a interrupción. Es un mecanismo hardware que se configura, para que la llamada a dicha función ocurra frente a cierto evento marcado (p.e. porque se pulse un botón o cambie el valor de un pin o finalice un timer).
- En la función **main** se tienen que inicializar todas las variables, arrays de datos, configurar timers, interrupciones y configurar los pines necesarios de la tarjeta. Una vez realizada la configuración/inicialización se un código de bucle indefinido que contendrá únicamente la instrucción "while(1);"
- Dentro de cualquier otra función no se debe utilizar la sentencia *while(condición)*, ya que el sistema no puede quedarse a la espera (sondeo) de que se tenga cierta condición para salir de dicho segmento de código.
- Debe haber una correspondencia entre el *pseudocódigo* con el funcionamiento deseado y el código final del programa.
- En la calificación se tendrá en cuenta la eficiencia del código, es decir que se ejecuten las instrucciones cuando se debe, sin repetir innecesariamente operaciones.
- También se tendrá en cuenta la "legibilidad" del código, primando positivamente un código reducido, fácil de entender y sencillo de modificar.
- Incluir la función de retardo "delay" únicamente es válida para anular los rebotes de los pulsadores durante algunos milisegundos en una subrutina atención a la interrupción de dicho botón. No se puede utilizar en ningún otro caso.
- Incluir opciones adicionales, alternativas de diseño y hacer uso de distintos elementos en el sistema se considerará de forma positiva en la nota de la práctica final.

## Criterios de Evaluación

La evaluación de esta práctica será individual.

En la evaluación se tendrá en cuenta: el funcionamiento del sistema, la forma de solucionar los diferentes problemas, la calidad de la documentación técnica presentada y la capacidad de explicar las soluciones adoptadas y de realizar modificaciones sobre el programa diseñado.

Es imprescindible para aprobar que los alumnos demuestren la autoría de los programas. Si se detecta código copiado entre dos alumnos, se suspenderá la práctica a los dos alumnos por lo que se recomienda custodiar el código convenientemente, no dejándolo en los ordenadores del laboratorio y borrando la papelera de reciclaje.

La práctica se evaluará el último día de clase mediante un examen oral ante uno o varios profesores de la asignatura.