

SESIÓN DE LABORATORIO 11: EJERCICIOS DE ENTRADA/SALIDA

PARTE 1: EJERCICIO DEL PROFESOR

Se desea desarrollar una serie de rutinas para controlar un acelerómetro. En concreto el acelerómetro que vamos a usar tiene 3 ejes (x, y, z), proporcionándonos la aceleración en cada uno de los ejes con una resolución de 16 bits, y además tiene la capacidad de detectar la caída libre (Free Fall). Para controlarlo y leer los datos el acelerómetro posee 4 registros, situados en el mapa de E/S entre las posiciones 0x4F8 – 0x4FB:

Registro de estado (0x4F8): Es un registro de sólo lectura en el que podemos consultar el estado en el que se encuentra el acelerómetro. Cualquier cambio en este registro (salvo señales Busy y Ready) provoca el disparo, en caso de que esté habilitada, de la interrupción 0x1F.

7	6	5	4	3	2	1	0
X	X	X	X	Ready	Busy	Data Ready	Free Fall

- **Ready:** indica que el acelerómetro está listo para funcionar.
- **Busy:** indica que el acelerómetro está ocupado realizando alguna acción.
- **Data Ready:** indica que hay datos listos para leer en los registros de datos con la información de las aceleraciones.
- **Free Fall:** indica que el acelerómetro está en caída libre cuando está habilitada su detección.

Registro de control (0x4F9): Es un registro con el que configuramos la operación del acelerómetro, y ordenamos la lectura de la aceleración los ejes del acelerómetro.

7	6	5	4	3	2	1	0
X	X	Device En	IRQ En	Free Fall	Read Accel	Acel. Axis	

- **Device Enable:** con el bit a 1 habilita el acelerómetro (se supone siempre encendido, así que solo se pone en modo “on line” una vez haya sido configurado).
- **IRQ Enable:** Habilita el disparo de la interrupción del acelerómetro.
- **Free Fall:** Con el bit a 1 habilita la detección de la caída libre.
- **Read Acceleration:** Con este bit a 1 se lanza una lectura de la aceleración.
- **Acceleration Axis:** Selecciona el eje del acelerómetro que desea leerse (0 – eje x, 1 - eje y, 2 – eje z), ha de usarse en combinación con *Read Accel*.

Registro de datos (0x4FA-0x4FB): En estos registros se almacenan los datos de la aceleración del eje seleccionado en el registro de control para su lectura. Los datos de estos registros sólo son válidos cuando el bit *Data Ready* vale 1. Tras su lectura, este bit pasa a valer 0 automáticamente.

7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
Acel. Axis MSB								Acel. Axis LSB							

- a) Escribir las rutinas necesarias para inicializar, realizar una lectura secuencial de los tres ejes y detectar la caída libre, mediante entrada/salida por polling. Se deben de tener en cuenta los siguientes aspectos:
- Antes de escribir en el registro de control hay que consultar/esperar el bit de Busy.
 - Configurar con Free Fall activado e IRQ desactivado.
 - Tras habilitar el acelerómetro (Device Enable), hay que esperar a que el acelerómetro esté listo (bit de Ready).
 - Para leer la aceleración de un eje se escribe en el registro de control el número del eje que se desea leer y el bit Read Accel., y esperar a que se active Data Ready.

Los datos se guardarán en las variables globales predefinidas *int accel[3]* y *int freeFall*

- b) Realizar las mismas funciones que en el apartado anterior, pero habilitando y usando la interrupción del acelerómetro. Se debe de tener en cuenta que la interrupción del acelerómetro (con número de interrupción 0x1F) cada vez que se produce un cambio en el registro de estado (salvo señales Busy y Ready).

PARTE 2: EJERCICIO A REALIZAR POR EL ALUMNO

Se pretende diseñar un sistema domótico para controlar un acuario. Para ello se dispone de un computador que se comunica con múltiples dispositivos de E/S mediante un protocolo propio. El sistema tiene la siguiente descripción:

Registro Datos (0x45).

Registro Control y Estado (0x46):

7	6	5	4	3	2	1	0
DISP ₂₋₀	DISP ₁	DISP ₀	COM ₁	COM ₀	SEND	ERROR	DATO

- DISP₂₋₀: indicación numérica del dispositivo sobre el que actuar.
 - 0: termómetro (medir temperatura)
 - 1: calentador (subir la temperatura)
 - 2: enfriador (bajar la temperatura)
 - 4: sensor de Ph (medir la calidad del agua)
 - 5: bomba del filtro (limpiar la pecera)
 - 6: sensor de luminosidad externa (medir luz ambiental)
 - 7: luces (encendido y apagado de luces)
- COM₁₋₀: comando a indicar al elemento seleccionado. En nuestro sistema:
 - 0: apagar.
 - 1: encender.
 - 2: leer valor.
 - Termómetro: ver temperatura del agua (devuelto por el reg. de datos). Si está apagado, devuelve -128.
 - Sensor de Ph: ver valor de Ph del agua (devuelto por el reg. de datos como real de punto fijo con dos decimales). Si está apagado, devuelve -128;
 - Sensor de luminosidad: ver luminosidad ambiental (devuelto por el reg. de datos como valor porcentual, en punto fijo con 2 decimales). Si está apagado, devuelve -128.
 - Resto: comprobar si están encendidos (1) o apagados (0), devuelto por el reg. de datos.
- SEND: activar para mandar el comando.
- ERROR: detectado error en el funcionamiento habitual del dispositivo al actuar sobre él.
- DATO: dato devuelto en el registro de datos. Se ha de esperar cada vez que se solicita un dato.

Funcionamiento general:

1. Colocamos número de dispositivo en DISP₂₋₀
2. Colocamos comando en COM₁₋₀
3. Activamos "SEND"
4. Esperamos a "DATO"
5. Leemos del Registro de datos.

- a) Realice un control por polling del encendido de las luces. Para ello, implemente una función que lea la luminosidad externa de la pecera y, si esta disminuye del 50%, active las luces. Si supera este umbral, deberá encenderlas.
- b) Realice un control por polling de la calidad del agua. Para ello, implemente una función que lea el valor de Ph del agua y, si se encuentra fuera del rango [6.6, 7.6], deberá activar la bomba del filtro. En caso de encontrarse dentro de los umbrales, deberá apagarla.
- c) Realice un control por polling de la temperatura del acuario. Sabiendo que la temperatura objetivo del acuario es de 22 grados, vaya controlando de forma continua la temperatura para que se mantenga en dicho estado. Si se sobrepasa la temperatura, deberá encender el enfriador (y apagar el calentador en caso de que estuviera encendido); si la temperatura desciende del valor objetivo hará justo lo contrario; y si se mantiene en los 22 grados, apagará tanto enfriador como calentador. Tenga en cuenta que, a la hora de apagar cualquier dispositivo, solo podrá realizarlo si éste se encontraba encendido anteriormente. Si, en algún momento, se produce un error en cualquiera de los dispositivos, deberá parar la ejecución del programa.
- d) Como medida de seguridad, se quiere implementar la utilidad del apagado de todos los dispositivos del acuario. Para ello, implemente una función que apague todos los dispositivos que están encendidos: deberá leer el valor individualmente para cada uno de ellos y, aquellos que estén encendidos, enviarles un comando de apagado. La función devolverá el número de dispositivos que se han apagado (no contabilizar los que ya lo estaban).
- e) Programe la función principal del programa de control del acuario, que realizará las comprobaciones y actuaciones pertinentes sobre luces, calidad de agua y temperatura de forma continua (haciendo uso de las funciones anteriores). Además, realizará comprobación de errores tras cada actuación y, en caso de detectarse, activará el apagado de todos los dispositivos, mostrando finalmente por pantalla cuántos se han apagado.
- f) Suponga ahora que su controlador se configura para funcionar de forma continua, leyendo el valor de todos los dispositivos ininterrumpidamente, pero queremos hacerlo mediante E/S por interrupciones. Para ello, se le agrega una única fuente de interrupción concerniente en la activación de las señales "DATO" OR "ERROR". En caso de que "DATO" sea la fuente de interrupción, lea el valor pertinente (guardándolo en una variable global) y configure la lectura del siguiente dispositivo. En caso de que la fuente sea "ERROR", realice el apagado de todos los dispositivos.