



Estructura de Computadores **Departamento Arquitectura de Computadores**

Grado en Ing. Informática, en Ing. de Computadores
e Ing. del Software



Prácticas Tema 4: E/S en Raspberry Pi

PRIMER BLOQUE: E/S CONTROLADA POR POLLING

1. Escribe un programa que encienda el primer led rojo de la placa de expansión (señal GPIO 9). Sabemos que, en el arranque van a estar todos apagados. Llámale Ejer1.s. Recuerda que ante la inexistencia de un SO al que retornar, tus programas deben terminar en un bucle infinito.
2. En el arranque, el código de Ejer2.s dejará encendidos los dos LEDs rojos. A continuación, quedará sondeando la pulsación de cualquiera de los dos botones. En función de cuál de los botones ha sido pulsado se quedará encendido sólo el LED rojo del mismo lado, apagándose el otro.
3. Ahora, modifica el programa Ejer1.s para crear el nuevo Ejer3.s en el que se alterne el encendido y apagado del led rojo conectado al GPIO 9. ¿Qué observas? ¿Funciona como esperabas?
4. Leyendo el contador CLO del timer para controlar el tiempo transcurrido, alterna el encendido y apagado del led rojo conectado a la señal GPIO 9 de manera que se haga visible al ojo humano (mantenlo 1 seg., en cada estado).
5. Modifica Ejer4.s para que en vez de actuar sobre el led, genere un tono de 440Hz (nota La) en el altavoz, generando para ello una onda cuadrada (serie de ceros y unos consecutivos de idéntica duración) sobre el GPIO 4 y llama al programa Ejer5.s.
6. Modifica Ejer4.s para que el LED pase por una cadencia de 1 seg., luego 500 ms y seguidamente 250 ms., y vuelve a repetir esta secuencia de cadencias de manera indefinida. El tiempo que se tarda en pasar de una cadencia a otra puede ser el que quieras, siempre que sea suficiente para apreciar el efecto. Llama al ejercicio Ejer6.s
7. Escribe un programa, Ejer7.s que sondee si se ha pulsado el botón 1 (GPIO 2) o el botón 2 (GPIO 3). En caso de que se haya pulsado el primero, se generará un sonido correspondiente a la nota Do (262Hz). Si por el contrario se pulsa el segundo, se generará un sonido correspondiente a la nota Sol (391Hz).



Estructura de Computadores
Departamento Arquitectura de Computadores

Grado en Ing. Informática, en Ing. de Computadores
e Ing. del Software



SEGUNDO BLOQUE: E/S CONTROLADA POR INTERRUPCIÓN

8. Crea un nuevo programa, Ejer8.s, que configure el comparador C1 del timer para que transcurridos 4 segundos se produzca una IRQ cuya rutina de servicio encienda el LED asociado al GPIO 9.
9. Prepara un código, que llamarás Ejer9.s, que haga parpadear el LED asociado al GPIO9 usando interrupciones. Para ello, la RTI deberá reprogramar la IRQ del comparador del timer para que vuelva a producirse, además de encender o apagar el led en función de lo que hizo en su última invocación. Tanto el encendido como el apagado durarán medio segundo.
10. El nuevo código Ejer10.s, basado en el ejercicio anterior, hará parpadear los 6 leds simultáneamente.
11. El nuevo código Ejer11.s, basado en el ejercicio anterior, hará parpadear los 6 leds uno detrás de otro en secuencia, de tal manera que cada uno de ellos permanecerá encendido 1seg. Cuando se alcance el led del extremo se volverá a empezar por el primero, continuándose con la secuencia de encendidos y apagados de forma indefinida.
12. El código de Ejer12.s en el arranque dejará encendidos los dos LEDs rojos. La pulsación de cualquiera de los dos botones provocará una IRQ, cuyo servicio consistirá en determinar cuál de los botones ha sido pulsado y encender sólo el LED rojo del mismo lado, apagándose el otro. Se trata de conseguir la misma funcionalidad que con Ejer2.s, pero utilizando en este caso interrupciones en vez de polling/sondeo.
13. En este ejercicio vamos trabajar simultáneamente con las IRQs de los comparadores C1 y C3 del timer. Con C1 controlaremos el encendido consecutivo de los 6 LEDs con una cadencia de 200msg, de forma similar a lo que hicimos en Ejer11.s: el primer led se enciende durante 200msg, pasados los cuales se apagará para encenderse el siguiente LED, y así sucesivamente (cuando se apague el sexto, volvemos a empezar con el primero). Con C3 controlaremos el altavoz para que se produzca un sonido con una frecuencia de 440Hz. Inicialmente, el programa principal programará la interrupción del timer para dentro de 200msg. La rutina de tratamiento de la IRQ, tras determinar cuál de los dos comparadores ha provocado la interrupción, lo reprogramará para que interrumpa con la periodicidad deseada.



Estructura de Computadores
Departamento Arquitectura de Computadores



Grado en Ing. Informática, en Ing. de Computadores
e Ing. del Software

14. Este ejercicio es similar al anterior pero el encendido de cada LED tendrá asociado un sonido simultáneo distinto. Para ello ahora vamos a utilizar además de la IRQ, una FIQ, de manera que las rutinas de tratamiento serán independientes. C1, que controla el encendido sucesivo de los 6 LEDs, interrumpirá con una IRQ, mientras que C3, que controla el altavoz, lo hará con una FIQ. Le damos más prioridad a C3 porque es la interrupción que se va a producir con más frecuencia. Los LEDs se mantendrán encendidos durante 500msg. La secuencia de notas que sonará será: Re Re Mi Re Sol Fa# Re Re Mi Re La Sol Re Re Re' Si Sol Fa# Mi Do' Do' Si Sol La Sol. La siguiente tabla indica las frecuencias de cada nota:

Nota	Frecuencia
La	440 Hz
Si	494 Hz
Mi	330 Hz
Sol	392 Hz
Re	293 Hz
Fa#	370Hz
Re'	587 Hz
Do'	523 Hz

PRACTICA FINAL:

En cuanto se cargue el programa empezará a sonar una conocida melodía. Las notas que la componen se os proporcionan en el fichero "vader.inc", que a su vez utiliza constantes que se definen en el "notas.inc". Tu fichero fuente, al que deberás renombrar con tu DNI antes de la entrega, los debe incluir en el orden correcto. Adicionalmente, los 6 leds de la placa deberán cambiar su patrón de encendido al ritmo de la melodía. Cuál es el patrón activo estará controlado por la pulsación de los botones de la placa. Al menos deberás programar dos patrones de encendido, asociados a cada uno de los dos botones. Un patrón consistirá en el encendido y apagado simultáneo de los 6 leds, y el otro en el encendido en secuencia de cada uno de ellos, de forma similar a ejercicios previos (Ejer10 y Ejer11).