Proyecto Hardware

# Práctica

# Proyecto Hardware

# 2017/18

# 

# Jorge Aznar López - 721556

# Alex Oarga Hategan - 718123

Índice

* 1 Resumen Página
* 2 Introduccion Página
* 3 Practica 2 Página
  + Objetivos Página
  + Implementacion Página
  + Validacion Página
* 4Practica 3 Página
  + Objetivos Página
  + Implementacion Página
  + Validacion Página
* 6 Conclusiones Página
* Anexo Página

# 1. Resumen

# 2. Introducción

Se van a desarrollar en código ARM y THUMB, para el procesador ARMv7, las funciones "ficha válida" y "patrón volteo" (sólo en ARM) en base al código proporcionado en lenguaje "C" del Otello (Reversi), para un tablero con dimensiones establecidas de 8x8.

# 3. Practica 2

**3.1. Objetivos**

En esta practica se van a configurar los timer y los botones eint para poder realizar mediciones de tiempo en la placa y poder jugar al juego reversi8 desarrollado en la practica anterior a traves de los botones. Para poder realizar esto sera necesario eliminar los rebotes que surgen al pulsar los botones. Ademas de esto se implementara una pila de depuracion y una rutina para excepciones.

**3.2. Implementación**

**3.2.1 Excepciones**

En el fichero excepcion.c se implementa la rutina de servicio exception\_handler. Las interrupciones que captura son:

- DABORT: Acceso no alineado a memoria

- SWI: Instrucción Software Interrup de ARM

- UNDEF: Instrucción indefinida

Cuando se declara la función en el fichero se indica que tratara las interrupciones anteriores mediante los atributos siguientes:

void exception\_handler(void) \_\_attribute\_\_((interrupt("DABORT")));

void exception\_handler(void) \_\_attribute\_\_((interrupt("SWI")));

void exception\_handler(void) \_\_attribute\_\_((interrupt("UNDEF")));

Para que dicha función sea la que se ocupe del tratamiento de las interrupciones es necesario indicarlo en la tabla de interrupciones ISR. Para ello en la dirección de la ISR de cada interrupción se asigna la dirección de la función de tratamiento exception\_handler:

pISR\_DABORT = (unsigned) exception\_handler;

pISR\_SWI = (unsigned) exception\_handler;

pISR\_UNDEF = (unsigned) exception\_handler;

siendo pISR\_DABORT, pISR\_SWI y pISR\_UNDEF direcciones de la tabla.

La asignación anterior se incluye dentro de la función init\_exception que es invocada solo para inicializar la función de tratamiento. Dentro de esta función también esta la llamada D8Led\_init que inicializa el periférico 8-led al que accede la rutina.

En cuanto a la implementación de la rutina exception\_handler, en primer lugar llama a la función CPSR\_read definida en 44init.asm. Esta función lee el registro CPSR (mediante mrs) y devuelve (en decimal) los 5 bits de menor indice (5 primeros). Con el resultado de esta llamada, la rutina detecta la interrupción causante, pudiendo ser 23 (DABORT), 27(UNDEF) o 31(SWI en este caso).

En función de la interrupción causante, mediante la llamada al periférico D8Led\_symbol, se muestran los dígitos D, E o F. Finalmente la ejecución termina con la llamada a un bucle recursivo.

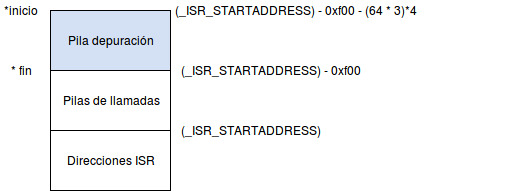
Para la validación del funcionamiento de la rutina se han implementado las siguientes funciones:

- genera\_dabort: ejecuta una instrucción ldr a una dirección de memoria impar

- genera\_undef: mediante la llamada asm() ejecuta una instrucción no definida.

- genera\_swi: ejecuta una instrucción swi.

**3.2.1 Pila de depuración**



La pila de depuración se ha implementado como mediante una dirección de inicio, una dirección de final y un puntero que actúa como iterador. La llama a *push\_debug* recibe 2 parámetros (enteros) que almacenara en la pila (ID\_evento y auxData). Ademas de esto la pila almacenara el valor que devuelve la función *timer2\_leer().* Se almacenaran 3 enteros por lo que cada llamada a *push\_debug* almacena en la pila 3 enteros \* 4 palabras/entero por lo que el tamaño de la pila deberá ser múltiplo de dicho valor (para que la pila quede alineada). Se ha decidido dar a la pila tamaño suficiente para 64 llamadas por lo que el tamaño de la pila es 64\*3\*4.

En cuanto a la dirección de la pila, la pila de llamadas comienza en la dirección *ISR\_STARTADRESS – 0xf00*. Dicha dirección marca el final de la pila de depuración (sin llegar a escribir en esa dirección). El comienzo sera por lo tanto la sustracción del tamaño de la pila a dicha dirección.

La función *debug\_init* se encarga de situar el iterador en la dirección de inicio:

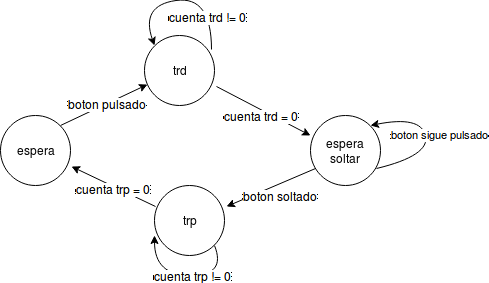
pos = (unsigned int\*)inicio

La función debug\_push compara que el iterador no haya llegado a la dirección final de la pila y en ese caso sitúa el iterador de nuevo al comienzo de esta. Escribe los 3 enteros seguidos en memoria a partir de la posición del iterador y aumenta la dirección del iterador en 3 unidades (porque ha escrito 3 enteros).

**3.2.2 Timer**

**3.2.3 Elimiacion de rebotes**

El diseño de la maquina de estados para la eliminacion de rebotes del boton es la siguiente:



Estados e implementacion:

El estado de la maquina se almacena mediante una variable compartida (definida en button.h) de tipo enum con los diferentes estados:

enum estados\_boton{

espera = 0,

trp = 1,

espera\_soltar = 2,

trd = 3,

aumenta = 4

} volatile estado;

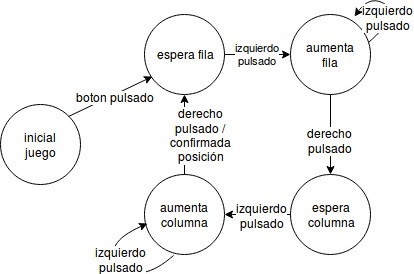
- espera: El estado inicial de la maquina comienza en la rutina de interrupcion del boton *Eint4567\_ISR.* En dicha rutina se comprueba la condicion de salida “boton pulsado”. Para la deteccion de la pulsacion de los botones 6 o 7 se comprueba el el bit 6 o 7 del registro Rpdtag esta a 0 (0 = pulsado, 1 = no pulsado). En caso de estar pulsado, se almacena cual de los botones es el pulsado y se avanza el estado al estado trd.

- trd: en este estado el timer decrementa en una unidad un contandor de interrupciones de reloj. Cuando este contador llega a 0 se avanza al siguiente estado. Iniciar este contador con 250 es suficiente para eliminar los rebotes.

- estado soltar: para controlar que se compruebe si el boton a sido soltado cada cierto intervalo de tiempo se define la variable *cuenta\_medio.* Como hay que controlar cada cierto intervalo de tiempo si el boton esta soltado, esta condicion se controla desde la rutina de interrupcion del timer0. En esta se comprueba si la variable de cuenta a llegado a 0. Si es el caso se evalua si el boton a sido soltado (leyendo el bit 6 o 7 de Rpdtag según el boton almacenado anteriormente). En caso de no haber sido soltado, se reinicia la cuenta y se repite el procedimiento. Cuando finalmente se suelta el boton se avanza al siguiente estado y se inizializa la cuenta de la fase trp.

- trp: estado con funcionamiento analogo a trd.

**3.2.4 Incorporacion de botones en el juego**



Primero, para detectar la pulsacion de los botones izquierdo o derecho se han declarado las variables *izq\_pulsado* y *dech\_pulsado* en el fichero *button.c.* Cada vez que se pulsa uno de los botones en la rutina de interrupcion del boton *Eint4567\_ISR* pone a 1 su valor (dependiendo de cual haya sido el boton pulsado). Posteriormente el proceso que quiera detectar una pulsacion de alguno de los 2 botones sera el encargado de poner a 0 el valor de dicha variable al detectar que su valor es 1 (ha sido pulsado).

La maquina de estados para incorporar los botones se ha implementado en la funcion *esperar\_mov()* dentro del fichero *reversi8.c.* Mientras no se haya hecho la eleccion del movimiento (*eleccion\_hecha* == 1) se iterara dentro de un bucle en el cual se comprueba el estado actual y si se cumplen las condiciones de salida. La maquina implementada corresponde con la de la imagen. A continuacion se explican cada uno de los estados:

- inicial juego: en este estado se compruba si uno de los 2 botones a sido pulsado. En ese caso muestra la letra “F” en el 8 led mediante la llama *D8Led\_symbol(0x000f).* Finalmente se actualiza el estado a “espera fila”

while(eleccion\_hecha==0){

switch(estado\_juego){

case 0:

if(izq\_pulsado == 1 || dech\_pulsado == 1){

izq\_pulsado = 0;

dech\_pulsado = 0;

estado\_juego = espera\_fila;

}

-espera fila: en este estado solo se comprueba si el usuario a pulsado el boton izquierdo (izq\_pulsado = 1) para pasar al siguiente estado.

- aumenta fila: en este estado el usuario introduce la fila de la ficha a colocar. Para almacenar la fila y la columna seleccionada se utilizan 2 variables globales. En caso de pulsarse el boton izquierdo se aumenta el valor de la variable aplicando el modulo de 8. Se actualiza tambien el 8-led mostrando el valor de dicha variable mediante *D8Led\_symbol(cuenta\_fila & 0x000f).* Para confirmar la eleccion de la fila se pulsa el boton derecho. Una vez que se ha pulsado se muestra el carácter “C” en el 8-led y se avanza el estado del juego a “espera fila”.

- espera columna: el funcionamiento es homologo al de la eleccion de la fila. El estado se actualiza cuando se pulsa el boton derecho.

- aumenta columna. Se aumenta el valor de la columna introducida con el boton izquierdo y se actualiza el 8-led. Una vez que se pulsa el boton derecho se actualiza la variable *eleccion\_hecha* a 1 para que finaliza el bucle de *espera\_mov.* La eleccion de posicion hecha se corresponde con el valor de las variables globales *cuenta\_fila* y *cuenta\_col*. Finalmente se situa el estado de nuevo en “espera fila” para la siguiente eleccion de posicion.

**3.3 Resultados**

# 4. Practica 3

**4.1. Objetivos**

Se va a incorporar a la practica anterior la posibilidad de jugar a traves del periferico touchscreen. Primero se muestra una pantalla de calibracion para el touchpad. Se pedira al usuario que pulsa distintas posiciones hasta obtener unos valores de calibracion coherentes. Seguidamente se mostrara una pantalla de inicio y se esperara a que el usuario pulse la pantalla o el boton. Se mostrara el tablero con las casillas. El usuario pulsara un cuadrante y se mostrara un zoom a esa zona. El usuario seleccionara una casilla o volvera atrás. Una vez seleccionada podra cancelar su eleccion durante unos segundos. Esta eleccion tambien se podra realizar con los botones. El usuario tambien dispone de la opcion de pasar de turno o finalizar la partida. Finalmente se muestra el resultado de la partido. Durante el juego se muestra el tiempo total y el tiempo de calculo.

Ademas de lo anterior, se haran las interrupciones del timer FIQ para darles mayor prioridad y se editaran los fucheros para volcar el juego en la memoria flash de la placa.

**4.2. Implementación**

Todas las implementaciones de Lcd y Touchscreen se incluyen en el codigo del juego en el fichero reversi8.c A continuacion se explicaran las diferentes vistas de pantallas y su funcionalidad:

**4.2.1 Comentarios**

En varios casos es necesario mostrar por pantalla cadenas de texto o numeros. Para esta finaliadad de utiliza la funcion de la librería del *LCD Lcd\_DspAscII8x16.*

En la pantalla del tablero los diferentes elementos como el tablero, las fichas y los tiempos se implementan en funciones separadas. Cada una de estas funciones por separado carga en el buffer las instrucciones y finalmente en la funcion *esperar\_mov* se muestra todo lo cargado en el buffer con *Lcd\_Dma\_Trans().*

Para detectar pulsaciones en el touchscreen se ha definido la variable *contador\_pulsaciones.* Cada vez que se llama a la rutina de interrupciones del touchpad esta variable aumenta su valor en una unidad. Para detectar una pulsacion se lee en 2 momentos diferentes el valor de dicha variable mediante la funcion *ultima\_pulsacion* implementada en *tp.c.* En caso de haber variado el valor se ha pulsado la pantalla.

**4.2.2 Calibración**

**4.2.3 Pantalla de inicio**

La pantalla de inicio viene implementada en la funcion *pantalla\_inicial* de *reversi8.c. Primero se* muestra el mensaje “Toque la pantalla para jugar”. Seguidamente la funcion lee los valores del touchpad y los botones hasta que uno u otro es pulsado.

**4.2.4 Tablero**

El tablero se ha parametrizado para que ocupe el mayor tamaño posible en función de *LCD\_XSIZE* y *LCD\_YSIZE* (tamaño del lcd). La pantalla del tablero esta a su vez dividida en 4 partes:

display\_cuadricula(CHAR\_HOR, CHAR\_VER, DIM, tamano\_casilla, 0, 0);

dibujar\_fichas\_tablero(tablero, 0, 0, DIM, CHAR\_HOR, CHAR\_VER,

tamano\_casilla);

display\_tiempo((CHAR\_HOR \* 4) + (tamano\_casilla \* DIM), CHAR\_VER, 9);

display\_boton(CHAR\_HOR + (tamano\_casilla \* DIM) + DIM, (tamano\_casilla \* DIM)-CHAR\_VER\*4,"PASAR",11);

display\_boton( CHAR\_HOR + (tamano\_casilla \* DIM) + DIM , (tamano\_casilla \* DIM)-CHAR\_VER,"FINALIZAR", 11);

, siendo CHAR\_VER y CHAR\_HOR la longitud vertical y horizontal de los caracters mostrados (16 y 8).

Las funciones anteriores tienen como funcionar dibujar la cuadricula del tablero junto con la numeracion de las lineas, dibujar las fichas sobre el tablero, mostrar el tiempo en la parte derecha de la pantalla y mostrar los recuadros para pasar/finalizar respectivamente. A su vez tamano\_casilla (tamaño de una casilla de la cuadricula) se define como:

tamano\_casilla = (LCD\_YSIZE - 2\*CHAR\_VER) / DIM

Se asume que la pantalla sera de mayor anchura asi que el tamaño maximo de la pantalla depenedera de la menor dimension, en este caso *LCD\_YSIZE.* Se le sustrae 2 veces el tamaño vertical de un carácter para poder mostrar en dicho lugar la numeracion de las filas y el mensaje “Toque la pantalla o introduzca (8,8) para pasar”.

A continuación se explica la implementacion de cada una de las funciones anteriores:

- display\_cuadricula: la funcion recibe la posicion en el lcd de la esquina superior izquierda del tablero a dibujar, el tamaño de cada casilla y la dimension del tablero (la funcion se reutiliza para mostrar el zoom). A partir de esto la funcion itera dimension + 1 veces mostrando en cada iteracion una linea horizontal y una linea vertical (mediante *Lcd\_Draw\_Hline* y *Lcd\_Draw\_VLine* ) y la numeracion de la fila correspondiente.

- dibujar\_fichas\_tablero: la funcion recibe las dimensiones del tablero (esquina superior izquierda, tamaño de casilla y dimension) ya que se reutiliza para mostrar las fichas del zoom. Por este motivo recibe tambien los indices de inicio en el tablero para los casos de zoom en los que no se empieza a iterar en el tablero desde 0.0 sino desde 0.4, 4.0 o 4.4 (cuadrante inferior izquierdo, superior derecho e inferior derecho respectivamente). En cuanto al procedimiento, se itera en la variable tablero desde los indices introducidos. En el caso del tablero completo se comienza en 0.0. La iteracion se realiza hasta la dimension recibida. En cada iteracion se comprueba si la posicion contiene una ficha blanca o negra. En caso de ser así, se utiliza la funcion *dibujar\_ficha()* para mostrar un cuadrado blanco o negro en la posicion correspondiente en la pantalla (obtenida a partir de la esquina superior del tablero).

- display\_boton: esta funcion recibe la posicion superior izquierda del boton a dibujar y su longitud horizontal. A partir de esto con la llamada *Lcd\_Draw\_Box()* se muestra un rectangulo con una altura de el doble de la altura de un carácter y en su interior se incluye el texto que recibe por parametro.

**4.2.4 Zoom**

Como se ha mencionado anteriormente, mostrar el tablero cuando se hace zoom es analogo a mostrar el tablero completo. Se hacen llamadas a display\_cuadricula y dibujar\_fichas\_tablero variando la dimension (4 en este caso), el tamaño de la ficha (el doble en este caso) y el indice de inicio que puede ser 0.0, 0.4, 4.0 o 4.4 según el cuadrante seleccionado. Esta funcionalidad viene implementada en *display\_zoom().*

**4.2.4Incorporacion del touchpad en el juego**

Primero, para obtener las coordenadas de la pulsacion en la pantalla se han definido las funciones pulsacion\_X\_CORD() y pulsacion\_Y\_CORD() en los ficheros tp. La finalidad de estas es devolver las coordendas del touchpad actualizadas cada vez que se entra en la rutina de interrupcion del touchpad. El valor obtenido a partir de esto se encuentra dentro del intervalo de calibración del touchpad (Xmin – Xmax, Ymin – Ymax). Para poder comparar las pulsaciones en el touchpad con los dispuesto en el lcd, se aplica una conversion de las medidas del touchpad al lcd:

puls\_x = (pulsacion\_X\_CORD() - Xmin) \* LCD\_XSIZE / (Xmax - Xmin);

puls\_y = (pulsacion\_Y\_CORD() - Ymin) \* LCD\_YSIZE / (Ymax – Ymin);

A partir de esto se va a incorporar la funcionalidad del touchpad. La implementacion se ha incluido en la funcion esperar\_mov() con el fin de que se pueda jugar tanto con el touchpad como con los botones. Para incluir esta funcionalidad de han añadido 3 estados nuevos a la anterior maquina de estados:

- zoom: cuando se pulsa en un cuadrante del tablero. En este estado solo se muestra el nuevo tablero.

- zoom\_pulsado: cuando se selecciona una posicion dentro de la pantalla de zoom. Para diferenciar este estado del anterior se ha utilizado una variable que indica si la pantalla actualmente se encuentra en zoom o no.

- eleccion hecha: es un estado en el que no se realiza ninguna accion. Se llega a el cuando se ha pulsado en pasar o finalizar.

Las comprobaciones para detectar las pulsaciones en el touchpad se hacen antes de entrar en la maquina de estados del boton, por lo que el primero tendra prioridad sobre el segundo. Las funciones imlpementadas para detectar los diferentes casos de pulsaciones son: pulsa\_en\_pasar(), pulsa\_en\_fin() y pulsa\_en\_tablero(). Su funcionalidad es comprobar si las coordenadas x e y corresponden con alguno de los elementos dispuestos en la pantalla lcd.