

## SISTEMAS EMPOTRADOS

### 3º Grado en Ingeniería Informática

### PRÁCTICA 8: Conversor Analógico/Digital

#### 8.1. Introducción

El conversor analógico/digital del LPC2378 es un conversor de aproximación sucesiva de 10 bits con un tiempo de conversión de 2,44  $\mu$ Sec o por debajo de 410 Kbps. Dispone de 8 canales de conversión.

Los registros, desde el punto de vista del programador, son los siguientes:

- **ADxCR:** Registro de control del conversor A/D del canal  $x(0..7)$
- **ADxGDR:** Registro de datos global del conversor A/D.
- **ADxSTAT:** Registro de estado del conversor A/D.
- **ADxINTEN:** Registro de habilitación de las interrupciones para el ADC.
- **ADxDRy:** Registro de datos y del canal  $x$ .

El registro de control del conversor (**ADxCR**) es el de la siguiente tabla, cuyos campos se describen a continuación:

				ED GE	START					PDN		CLKS			BURST	CLKDIV								SEL							
31				28	27	26	25	24		21		19	18	17	16	15							8	7							0

- ü **SEL:** Selecciona los pines que van a ser convertidos. Para el pin AD0.0 activaremos (a uno) el bit 0 del registro AD0CR
- ü **CLKDIV:** El reloj del bus APB (PCLK) se divide por este valor más uno para obtener el reloj del ADC, que debe ser menor o igual a 4.5 MHz.
- ü **BURST:** Cuando este bit vale cero, la conversión es controlada por software y requiere 11 ciclos de reloj.
- ü **CLKS:** Número de ciclos utilizados para cada conversión cuando BURST=1. Si BURST=0 debe estar a 000, utilizando 10 bits para la conversión.
- ü **PDN:** Si está a uno se habilita el ADC, si está a cero está en modo *power-down*.

ü **START:** Cuando BURST=0, estos bits controlan si se produce la conversión o bajo qué condiciones. 000 (no hay conversión) 001 (comienza la conversión).

ü **EDGE:** Este bit sólo se utiliza cuando START es 010 ó 111.

- El registro de habilitación de las interrupciones (**ADxINTEN**) es el siguiente:

No usado																ADGINTEN	ADINTEN 7:0							
31															9	8	7							0

ü **ADINTEN 7:0:** Estos bits permiten controlar qué canales A/D generan una interrupción al completar la conversión. Cuando el bit 0 es uno, la finalización de una conversión en el canal A/D 0 generará una interrupción, cuando el bit 1 es uno, la finalización de una conversión en el canal A/D 1 generará una interrupción, etc.

ü **ADGINTEN:** Cuando vale 1, habilita el indicador DONE del ADGDR para generar una interrupción. Cuando vale 0, sólo los canales A/D individuales habilitados por ADINTEN 7:0 generarán una interrupción.

- **ADxDRy:** Registro de datos y del canal  $x$ .

DONE	OVERRUN	No usado														V/V <sub>REF</sub>								No usado							
31	30	29													16	15									6	5					0

ü **DONE:** Este bit se pone a “1” cuando se completa una conversión A/D. Al leer este registro se coloca a “0”.

ü **OVERRUN:** Este bit es 1 en modo ráfaga si los resultados de una o más conversiones se ha perdido y se sobrescribió antes de la conversión que produjo el resultado en los bits menos significativos. Este bit se borra al leer este registro.

ü **V/VREF:** Cuando DONE es 1, este campo contiene la división del voltaje en el pin  $A_{in}$  entre el voltaje en el pin  $V_{REF}$ . Cuando este campo es 0x0000 indica que el voltaje en el pin  $A_{in}$  es menor o igual o cercano a  $V_{REF}$ , mientras que 0x03FF indica que el voltaje en  $A_{in}$  era cercano, mayor o igual a  $V_{REF}$ .

## 8.2. Objetivos

El objetivo de esta práctica será configurar correctamente el canal 0 del conversor AD del LPC2378 para visualizar por un terminal (*Hyperterminal*) del puerto serie (COM1) la conversión que se realiza en el puerto P0.23 configurado como conversor AD. Al ser un conversor de 10 bits el rango de la visualización debe de ser de 0x0000 hasta 0x03FF.

El potenciómetro de la placa MCB2300 está conectado al puerto 0.23 (AD0.0) cuando el *jumper* AD0.0 está habilitado. El rango de tensión es 0.0–3.3 V.

### 8.3. *Material necesario:*

- Ordenador personal con Windows 7.
- Placa de desarrollo MCB2300 de Keil.
- Adaptador USB–JTAG de la familia ULINK para depurar programas.
- Dos cables USB A–B.
- Cable serie RS232.

### 8.4. *Desarrollo de la práctica:*

Crearemos una carpeta nueva para la realización de la práctica donde copiaremos los ficheros `serial.c`, `retarget.c`, `misTipos.h`, y `LPC2300.s` de cualquiera de las prácticas anteriores. Los ficheros en que realizaremos modificaciones son los siguientes:

- `ADMain.c`: En este fichero se realizará el programa principal de la aplicación, desde donde llamaremos al resto de las funciones.
- `HAL.c`: Fichero para definir el *hardware* que utilizaremos en la aplicación, en esta práctica el conversor A/D y el *timer* 0.

Al crear un nuevo proyecto deberemos de incluir estos archivos de manera que el manejador de proyectos quede, por ejemplo, como se indica en la figura 8-1.

Para configurar el canal 0 del conversor A/D necesitaremos buscar en el manual del fabricante del microcontrolador los siguientes registros:

- `PCONP`: Registro para controlar la potencia de cada periférico.
- `PINSEL`: Registro donde deberemos buscar el periférico AD0.0 que es el que utilizaremos por estar conectado al potenciómetro de la placa MCB2300.
- `AD0INTEN`: Registro para habilitar las interrupciones en el canal ADC0.
- `AD0CR`: Registro de control del ADC0 descrito en la introducción.

- AD0DR0: Registro donde se almacena el resultado de la conversión que será utilizado en la programación.

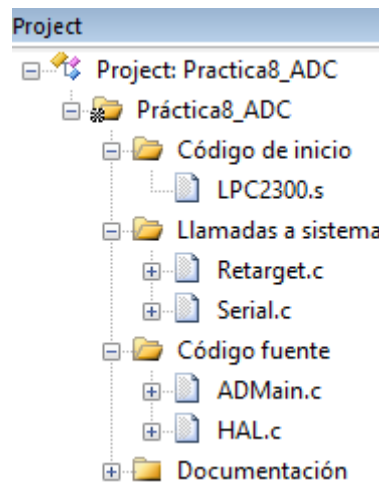


Figura 8-1: Vista previa del manejador de proyectos (*Project Manager*).

Hay que tener en cuenta que hay que configurar el temporizador (*timer 0*) en modo hardware al igual que en las primeras prácticas por sondeo (*polling*).