

Práctica 1

Conexión y gestión remota de la plataforma

Introducción

Una vez que tenemos instaladas las herramientas de desarrollo es necesario aprender a usarlas. En esta práctica nos centraremos en el uso de *OpenOCD* para gestionar la placa de desarrollo desde nuestro PC.

Objetivos

Los objetivos que se persiguen con el desarrollo de esta práctica son:

- Familiarizarse con el uso de documentación técnica.
- Saber conectar, tanto física como lógicamente, la placa de desarrollo al PC.
- Iniciarse en la configuración y uso de *OpenOCD*.

Obtención de los manuales

Antes de empezar a desarrollar para una plataforma, lo primero es obtener toda la información disponible, de forma que sepamos qué puede hacer nuestra plataforma y cómo hacerlo.

Lo primero es obtener el manual de la placa, en el que nos informarán sobre todos los dispositivos que contiene. En el caso de la *Econotag*, al estar basada en un SoC que contiene todos los componentes del sistema, no existe dicho manual, ya que la placa sólo añade tres botones, dos diodos y una antena al SoC, así como la interfaz USB para conectar el SoC al PC. Por tanto, en este caso, al tratarse de una placa tan sencilla, no tiene mucho sentido hacer un manual, aunque sí que necesitaremos el esquemático de la placa, para saber a qué pines del SoC están conectados los leds y los botones, de cara a poder gestionarlos más adelante. Podemos encontrar el esquemático de la placa en <https://github.com/malvira/econotag>.

Dado que prácticamente todo el sistema está implementado dentro del SoC de la *Econotag*, el siguiente paso es bajarnos su manual. Si nos fijamos en la placa, podremos observar que se trata del chip MC13224V de *Freescale*. Podemos encontrar su manual de referencia en www.freescale.com.

Ejercicios

1. Determinar a qué pines del MC13224V están conectados el led rojo y el led verde de la placa.
2. Como en cualquier microcontrolador, los pines de E/S se gestionan por el SoC desde un GPIO. Consultar el capítulo 11 del manual de referencia del *Freescale* MC13224V para determinar qué bits del GPIO gestionan los pines del SoC al que se han conectado los leds.
3. Dado que el objetivo final de esta práctica es poder encender y apagar los leds de la *Econotag* mediante órdenes a *OpenOCD*, determinar los registros del GPIO que se encargan de fijar la dirección de los pines de E/S, y la recepción/envío de datos a través del GPIO, así

como sus direcciones en el mapa de memoria.

Conexión de la placa al PC de desarrollo

Como se ha explicado en las lecciones de teoría, los procesadores tienen una interfaz de depuración que nos permitirá subir imágenes ejecutables desde nuestro PC a la plataforma de ejecución, iniciar su ejecución y depurar nuestras aplicaciones remotamente.

Aunque existen diferentes estándares de depuración *on-chip*, el más extendido es JTAG, que es precisamente el que usa la plataforma que usaremos en prácticas. La forma de conexión del procesador empotrado al PC que ejecuta el depurador se muestra en la Figura 1, en la que se pueden apreciar los componentes básicos: el procesador empotrado con su circuitería de depuración *on-chip*, la placa de desarrollo que saca los pines de depuración del procesador a un conector, un adaptador que se conecta a dicho adaptador y ofrece una interfaz estándar (USB, serie, ethernet, etc.) al PC de desarrollo, y el propio PC.

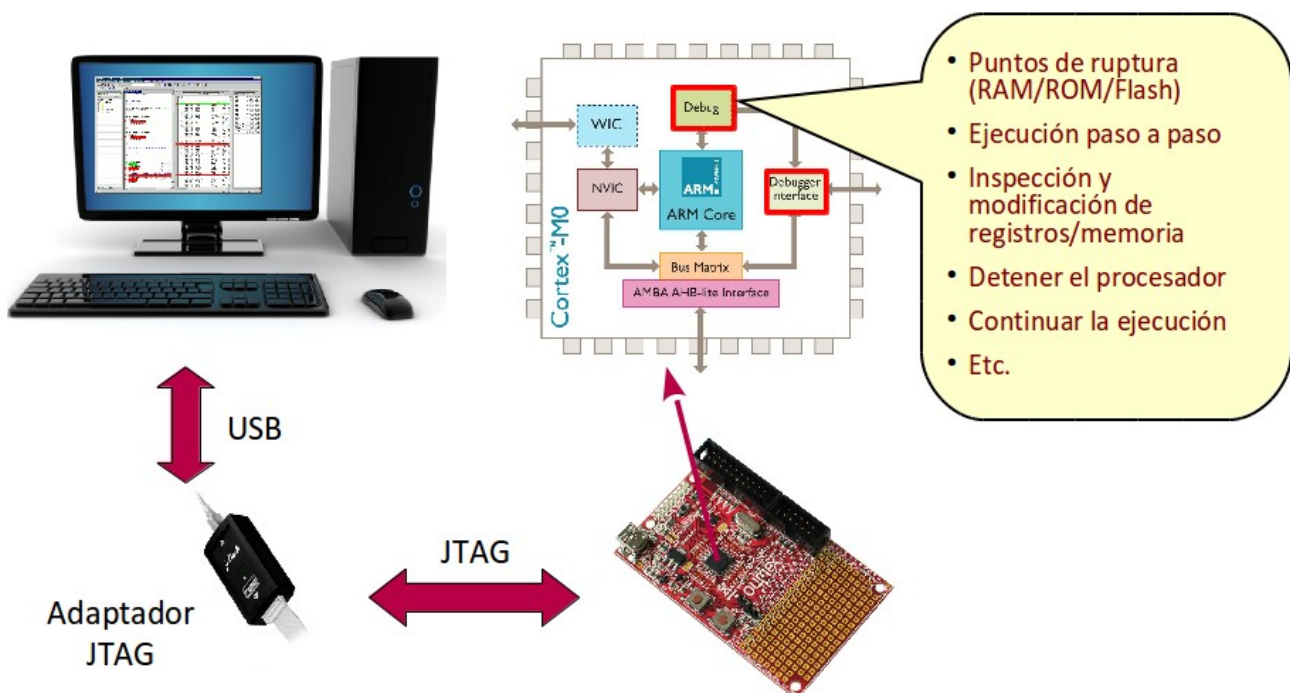


Figura 1: Conexión física de la placa de desarrollo al PC.

Sin embargo, y aunque el protocolo JTAG sea estándar, las interfaces JTAG que proporcionan los fabricantes y sus adaptadores no suelen ser compatibles entre sí, lo que hasta hace un tiempo dificultaba bastante la depuración remota con herramientas libres, ya que *gdb*, el depurador de GNU, no era compatible con la mayoría de dichas interfaces y era necesario el uso de herramientas de depuración propietarias. Para solucionar este problema, en 2005 aparece *OpenOCD*, el resultado de la tesis doctoral de Dominic Rath, que se encarga de hacer transparente a *gdb* los detalles de conexión entre el PC de desarrollo y la plataforma de ejecución.

OpenOCD

OpenOCD es un demonio que se ejecuta en el PC en el que está conectado el adaptador JTAG de la plataforma de ejecución y que soporta la mayoría de adaptadores JTAG y cables usados para varios procesadores, entre los que están los procesadores de ARM. La ventaja de usar *OpenOCD* es que, independientemente del adaptador y cable usado para conectarse a la placa de desarrollo, la interfaz que *OpenOCD* ofrece al depurador es un canal de comunicación estándar (TCP) y un protocolo de depuración único, tal y como muestra la Figura 2, que se puede usar para controlar la ejecución y depuración de código en la placa, e incluso grabar su memoria flash con una imagen ejecutable.

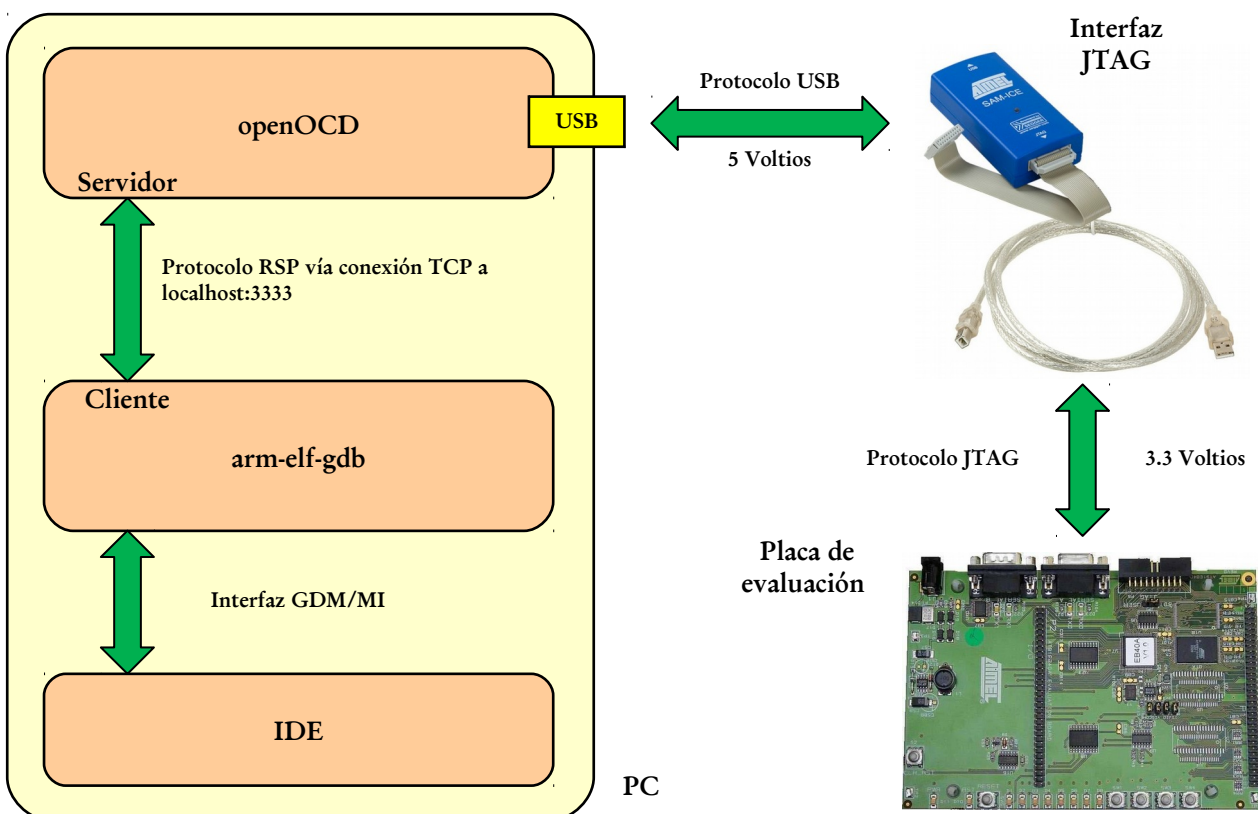


Figura 2: Conexión de la placa de desarrollo mediante *OpenOCD*.

Conexión de *OpenOCD* a la placa de desarrollo

Para que *OpenOCD* pueda conectarse a nuestra placa de desarrollo es necesario que le indiquemos todos los detalles acerca del adaptador que se va a usar, el tipo de cable, el procesador al que vamos a conectarnos, la placa de desarrollo, etc. Todos estos detalles se indican en uno o varios ficheros .cfg, que se pasan a *OpenOCD* mediante el *flag* -f, tal y como se indica a continuación:

```
openocd -f file1.cfg {-f file2.cfg}
```

Si no se indica ningún archivo de configuración, *OpenOCD* tratará de usar un fichero llamado openocd.cfg en el directorio actual. Por otro lado, si se indica uno o varios ficheros, el comportamiento de *OpenOCD* a la hora de buscar los ficheros dependerá de si se usa una ruta

relativa o absoluta para indicar el fichero. Si se usa una ruta absoluta, *OpenOCD* tratará de encontrar el fichero en la ubicación indicada. Por el contrario, si se usa una ruta relativa, *OpenOCD* probará primero a buscar el fichero en el directorio actual, y si no lo encuentra, en el directorio de *scripts* por defecto, localizados en el directorio `$(HOME)/se/toolchain/share/openocd/scripts` (o la ruta correspondiente, si es que se ha instalado la *toolchain* en otro directorio).

En el caso de la *Econotag*, sus ficheros de configuración se encuentran ya entre los *scripts* de conexión que trae *OpenOCD* con sus fuentes. Concretamente nos harán falta los ficheros:

- `$(HOME)/se/toolchain/share/openocd/scripts/interface/ftdi/redbee-econotag.cfg`, en el que detalla la configuración de la interfaz de depuración de la placa, y
- `$(HOME)/se/toolchain/share/openocd/scripts/board/redbee.cfg`, en el que detalla la configuración propia de la placa.

Por tanto, para indicar la configuración de nuestra placa lo más cómodo es usar direccionamiento relativo a partir del directorio de *scripts* de *OpenOCD*:

```
openocd -f interface/ftdi/redbee-econotag.cfg -f board/redbee.cfg
```

Aunque la creación de *scripts* de configuración para *OpenOCD* cae fuera del alcance de esta práctica, se recomienda echar un vistazo a estos archivos para entender el tipo de detalles que se deben indicar a *OpenOCD* para establecer la comunicación. Para entender mejor dichos archivos, se puede consultar el manual de usuario de *OpenOCD*¹.

Uso de OpenOCD

OpenOCD ofrece una serie de órdenes para gestionar la ejecución del programa en la plataforma, detener el procesador, escribir en la memoria flash, depurar, etc. Existen dos interfaces diferentes:

- Un servicio Telnet en el puerto TCP 4444 en el que se pueden mandar órdenes directamente a *OpenOCD* o al procesador
- Una servicio RSP en el puerto TCP 3333 para que el depurador *gdb* pueda gestionar la plataforma remota

Además, si se desea mandar una orden a *OpenOCD* desde una sesión *gdb*, se puede hacer mediante la orden `monitor` seguida por la orden para *OpenOCD*. Por ejemplo `monitor halt` para detener el procesador de la placa.

En el manual de usuario de *OpenOCD* se puede encontrar una lista completa de todas las órdenes disponibles.

Ejercicios

1. Conectar la *Econotag* al PC, abrir una terminal y establecer una conexión entre *OpenOCD* y la placa.
2. Abrir otra terminal y hacer un telnet a `localhost:4444` para conectar con la terminal de *OpenOCD*.
3. Resetear y detener el procesador de la *Econotag* (ver la orden `soft_reset_halt` en el manual de *OpenOCD*).

¹ <http://openocd.sourceforge.net/doc/>

4. Encender el led rojo de la *Econotag*. Para ello usaremos la orden *mw* de *OpenOCD*, que escribe una palabra de 32 bits en la dirección de memoria que indiquemos. Usaremos esta orden dos veces, una para fijar la dirección del pin al que está conectado el led rojo como de salida, y otra para encender el led.
5. Ejecutar el programa “*Hola Mundo*” del seminario 2. Para ello, conectaremos la placa, le haremos un *soft reset* (*soft_reset_halt*), le subiremos la imagen ejecutable (*load_image*) al comienzo de la RAM del sistema (mirar los manuales de *Freescale*), y la ejecutaremos (*resume*).