

# Práctica de Laboratorio sobre implementación Joystick HID-USB de interfaz con una emisora RC

Rafael Paz Vicente, Elena Cerezuela Escudero, Ángel Jiménez Fernández, Manuel Domínguez Morales, Gabriel Jiménez

José Ignacio Villar de Ossorno

Dpto. Arquitectura y Tecnología de Computadores  
Universidad de Sevilla

Dpto. Tecnología Electrónica

E.T.S. Ingeniería Informática. Avda. Reina Mercedes s/n  
41012 Sevilla  
rpaz@atc.us.es

## Resumen

Actualmente, la interconexión de cualquier tipo de periférico con un ordenador se realiza utilizando el bus USB. Dentro de este tipo de dispositivos, podemos resaltar un tipo especial denominado HID (Human Interface Device) destinada a la conexión de periféricos de interfaz humana, como pueden ser teclados, ratones, joysticks.

Este tipo de dispositivos se caracterizan por ser reconocidos por el sistema operativo sin necesidad de utilizar ningún driver. En este artículo se describe la implementación de un dispositivo de este tipo por parte de los alumnos.

Al no necesitar el desarrollo de un driver simplifica el número de elementos que el alumno deberá desarrollar para poder completar satisfactoriamente la práctica.

La siguiente práctica permite al alumno profundizar en los mecanismos por el cual dichos dispositivos se identifican y enumeran sus características y posibilidades, resultando atractivo al poder programar un microcontrolador que se comporte como un joystick.

## Summary

Currently, the interconnection of all types of peripherals to a computer is performed using the USB bus. Within these devices, we highlight a special type called HID (Human Interface Device) used for connecting peripherals human interface such as keyboards, mice, joysticks. Such devices are characterized by being recognized by the operating system without using any driver. This article describes the implementation of a device of this kind from the students.

By not requiring the development of a driver simplifies the number of items that the student must develop in order to successfully complete the practice.

This lab session allows the student to gain insight into the mechanisms by which these devices are identified and listed its features and capabilities, resulting in attractiveness the ability to program a microcontroller to behave as a joystick.

## Palabras clave

Aprendizaje basado en problemas, trabajo en equipo, aprendizaje colaborativo, redes de sensores inalámbricos, programación orientada a objetos.

## 1. Motivación

La adaptación del Espacio Europeo de Educación Superior y, en particular, la adopción del sistema de crédito europeo (ECTS) están determinando un cambio de modelo educativo. Evolucionamos desde un modelo centrado en la “enseñanza del profesor” a uno basado fundamentalmente en el “aprendizaje del alumno” [1]. Esto ha determinado que prácticamente todas las universidades hayan promovido planes de innovación docentes que faciliten la implantación de nuevas metodologías por parte del profesorado..

En la Universidad de Sevilla, en el curso 2007, se puso en marcha el Plan de Renovación de las Metodologías Docentes 2007 [2]. Este plan estaba dividido en varias líneas promoviendo, entre otras cuestiones, la formación del profesorado en nuevas las metodologías docentes,

implantación de dichas metodologías en las asignaturas, dotación de espacios docentes, etc.

Con la implantación de los nuevos grados, los profesores están ultimando los contenidos, metodologías y planificaciones de las nuevas asignaturas. En muchos casos nos hemos encontrado con la novedad de la carga docente no presencial por parte del alumno, esto nos ha supuesto plantearnos nuevas cuestiones acerca de cómo implementar dicha carga. Estas cuestiones giran en torno a cómo elaborar actividades y tareas que ocupen esta carga por parte del alumno, así como su seguimiento y evaluación por parte del profesor. En definitiva, las universidades han invertido una elevada cantidad de recursos en formar al profesorado en nuevas metodologías didácticas y de aprendizaje, sin embargo, poco se invertido en la formación en nuevos contenidos.

Esta deficiencia se agudiza en el ámbito de la ingeniería informática, y en particular en el ámbito de la arquitectura de computadores, sistemas empujados, dispositivos móviles, etc., ya que esta es una tecnología en continuo cambio y evolución, y además resulta crucial para el desarrollo tecnológico que los ingenieros informáticos posean conocimientos de la tecnología más actual posible, estando esta responsabilidad casi exclusivamente sobre el profesor.

En el ámbito de las ingenierías, las cuales son ciencias aplicadas, opinamos que el uso de las metodologías del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) resulta muy adecuado para su uso en las partes no presenciales de las asignaturas. Está tratado ampliamente en numerosos trabajos [3,4,5] y a pesar de que es una metodología relativamente nueva, ha demostrado ser eficaz en la enseñanza de las más diversas ramas de conocimiento [5]. Sin embargo, puede que no todo sea ventajoso, el uso del ABP en la carga no presencial de las asignaturas demanda un elevado nivel de motivación por parte del alumno, ya que es el propio alumno el que tiene que "obligarse" a participar en el ABP.

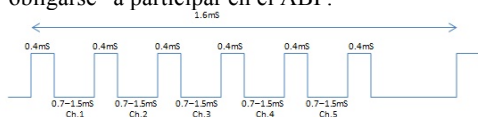


Figura 1: Fotografía trama PPM

## 2. Material proporcionado para la elaboración de la práctica

### 2.1. Placa Silabs C8051F342 con USB

Para desarrollar la práctica de la asignatura, que ocupará un total de dos sesiones prácticas, se proporcionará a los alumnos una placa de circuito impreso basada en el microcontrolador de Silabs C8051F342. Dicho microcontrolador se basa en el popular 8051 de Intel, uno de los microcontroladores más significativos de 8 bits (junto al Motorola 68HC11 y posteriormente los microcontroladores PIC de Microchip). El núcleo de dicho procesador se halla licenciado en la actualidad por un gran número de fabricantes de microcontroladores, y existen en el mercado una amplia oferta de utilidades de desarrollo, compiladores, etc.

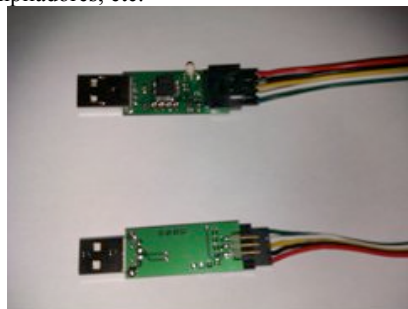


Figura 2: Fotografía de placa USB.

La placa que se proporciona a los alumnos se basa fundamentalmente en el microcontrolador antes mencionado. Dicho microcontrolador integra un controlador USB, que permitirá su interconexión con el ordenador. Adicionalmente, cuenta con un divisor de tensión que permitirá obtener el nivel de tensión de una batería externa (por ejemplo, la de una emisora RC), que permitirá estudiar el muestreo de señales analógicas utilizando el ADC que incorpora el microcontrolador. Mediante el empleo del Timer del microcontrolador, se pretenderá emitir patrones intermitentes de luz utilizando un led bicolor (Rojo y Verde, o amarillo mediante la mezcla de los dos otros dos colores).

Dos conectores situados en el otro extremo del circuito, permitirán la interconexión a un dispositivo externo. En nuestro caso, la señal PPM proveniente de la emisora RC.

## 2.2. Compilador de C para 8051

Tradicionalmente los microcontroladores se han programado siempre utilizando el lenguaje ensamblador específico de cada microcontrolador debido a las restricciones de memoria y a la baja velocidad de los microcontroladores, que hacían necesario que el desarrollador realizaría la programación del microcontrolador a bajo nivel.

En la actualidad, el aumento de las capacidades y de las prestaciones de los microcontroladores ha permitido el empleo de lenguajes de alto nivel en su programación. Al utilizar un lenguaje de alto nivel como el lenguaje C, se ha simplificado significativamente la tarea de programación y depuración de los programas que se desarrollan.

El alumno no deberá aprender un nuevo lenguaje de programación al abordar la programación de una nueva familia de microcontroladores. Así mismo, la utilización de un lenguaje de alto nivel permite programar utilizando un mayor nivel de abstracción, obviándose muchos detalles específicos de cada familia.

En nuestro caso, se podrá utilizar varios compiladores de C disponibles para microcontroladores 8051, como son el Keil y el SDCC (gratis GPL).

## 2.3. Programa de ejemplo para el manejo del bus USB desde el microcontrolador.

Para facilitar el comienzo del desarrollo de la práctica por parte del alumno, y a fin de reducir el tiempo que se pierde inevitablemente al comenzar a trabajar con un nuevo entorno de desarrollo, hasta que uno se familiariza con el entorno y sus peculiaridades, se le ofrece al alumno un proyecto de ejemplo completamente funcional que podrán compilar y descargar en la placa de desarrollo para comprobar fácil y rápidamente que la instalación del entorno se ha hecho de manera satisfactoria, y de que se comprende adecuadamente la mecánica de trabajo en el nuevo entorno.

## 2.4. Software y documentación para creación de descriptores HID.

El interés de desarrollar un dispositivo HID es doble. Por un lado se enseñará al alumno el funcionamiento del bus USB, y los mecanismos

utilizados por el controlador USB y por el sistema operativo para enumerar los diferentes dispositivos USB que se pueden conectar a los distintos puertos USB, directamente o mediante el uso de concentradores o HUBs.

Por otro lado, dentro de los dispositivos USB, los dispositivos HID se caracterizan por no necesitar el desarrollo de un driver para el sistema operativo que se utilice. En el proceso de enumeración del dispositivo, un dispositivo HID se identifica como tal, y le describe sus características al sistema operativo mediante unas tablas o descriptores. Dentro de los dispositivos HID posibles, como son teclados, ratones, trackballs, joysticks, tarjetas gráficas, etc. Nos vamos a centrar en el Joystick, que puede resultar atractivo a los alumnos, al permitirles a partir de esta práctica, realizar distintas modificaciones para fabricar sus propios joysticks o gamepads.

Se le proporcionará al alumno la documentación necesaria para la creación de los descriptores de dispositivo.

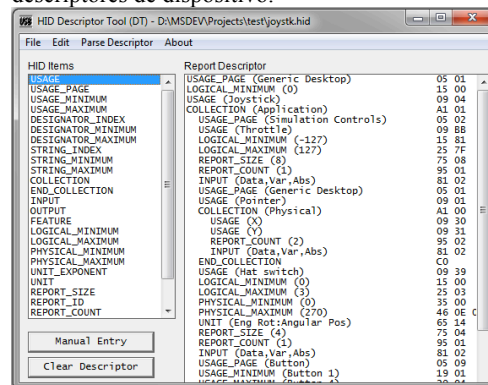


Figura 3: Fotografía aplicación descriptores HID

## 2.5. Documentación de la trama PPM

Para realizar la captura de la señal PPM de la emisora RC, se repasará a los alumnos el uso del PCA ("Programable Counter Array") del microcontrolador para la captura de señales digitales, permitiendo medir con precisión la anchura de cada uno de los pulsos enviados desde la emisora.

Se les dará a los alumnos una introducción a la señal PPM, sus características, y cómo se codifica en un único canal para ser transmitido por

radio el valor de los diferentes sticks e interruptores de la emisora.

### 3. Metodología de elaboración y seguimiento

La asignatura se divide en varias prácticas, donde el alumno se familiarizará progresivamente con el entorno de desarrollo. Para esta práctica, estructurada en dos sesiones diferentes, se supone que el alumno se ha familiarizado en prácticas anteriores con el entorno de desarrollo, así como con la documentación del microcontrolador proporcionada por su fabricante, permitiendo que esta práctica se centre en el desarrollo de un dispositivo USB, y en la profundización del manejo de otros componentes del microcontrolador, como son los timers, ADC, etc.

La primera de las sesiones se centrará en explicar las nociones necesarias sobre el USB y el HID, y la estructura y funcionamiento del código de ejemplo facilitado, así como las modificaciones que deberán realizar. Los alumnos tendrán el resto de la sesión de práctica, para realizar estas modificaciones. Para que puedan completar dicha tarea antes de la siguiente sesión de prácticas, se les cederá a modo de préstamo el material que utilizan en la práctica para que puedan completar los ejercicios en casa, permitiéndoseles también el acceso a un laboratorio.

En la segunda sesión, se trabajará con el PCA para capturar la señal PPM proveniente de la emisora. Con ayuda del ADC se podrá monitorizar el nivel de batería de la emisora. Utilizando el timer, se emitirán distintos patrones de luz para indicar distintas condiciones (no hay señal PPM, batería baja, etc).

### 4. Conclusiones

En este trabajo se ha presentado el enfoque adoptado en dicha asignatura para realizar una aproximación amena y atractiva al alumno a la programación de microcontroladores. Se le enseña a manejar de forma ágil la documentación técnica proporcionada por el fabricante, así como abordar de manera progresiva la programación de un microcontrolador.

La programación del controlador USB suele ser una tarea laboriosa debido a que hay que manejar de forma correcta los diferentes mensajes

y descriptores intercambiados entre el ordenador personal y el microcontrolador. Gran parte de esta tarea se le facilita al alumno al aportarle un código de ejemplo básico que deberán modificar adecuadamente para alcanzar los objetivos planteados en la práctica.

Se les intenta motivar al pedirles que implementen un dispositivo Joystick, para que el objetivo les resulte atractivo. Aportándoles una ayuda adicional en los aspectos más arduos y complicados, garantizando así un máximo aprovechamiento de las horas de trabajo. Evitando así que se desanimen al encontrar dificultades que les puedan provocar la pérdida de mucho tiempo, sin sentir que van avanzando en el desarrollo de la práctica.

### Agradecimientos

Este proyecto ha sido posible en parte gracias al proyecto VULCANO (TEC2009-10639-C04-02).

### Referencias

- [1] M. Valero-García, J. Navarro, FAQ sobre la docencia centrada en el aprendizaje. <http://epsc.upc.edu/~miguel%20valero/continut3.html>.
- [2] Universidad de Sevilla. Plan de Renovación de Metodologías Docentes 2007. [http://www.institucional.us.es/plan\\_renovacion](http://www.institucional.us.es/plan_renovacion).
- [3] T. Markham Project Based Learning, a guide to Standard-focused Project based learning for middle and high school teachers. *Buck Institute for Education, (2003)*.
- [4] G. Solomon. Project Based Learning: a Primer, *Technology a Learning*, vol. 23, num. 6 (Jan 2003).
- [5] H. Dolmans, et al. Problem-based learning: future challenges for educational practice and research. Blackwell Publishing Ltd 2005. *Medical Education (2005)*; 39.
- [6] M. Hedley, S. Barrie. An undergraduate microcontroller systems laboratory., *IEEE Transactions on Education*, Volume: 41, Issue: 4, (Nov.1998).
- [7] M. Valero-García. Las dificultades que tienes cuando haces PBL. Cap. 8 La Educación Superior hacia la Convergencia Europea.
- [8] <http://www.usb.org/developers/hidpage>