

MICROCONTROLADORES PIC EN EL LABORATORIO DE SISTEMAS DIGITALES

J. JIMÉNEZ Y G. ARANGUREN.

Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones. Escuela Técnica Superior de Ingenieros. Universidad del País Vasco. Alda. Urquijo s/n. 48.013 Bilbao. España

Si bien el uso de microprocesadores excede las posibilidades del Laboratorio de Sistemas Digitales, los microcontroladores han demostrado ser idóneos para tal asignatura. Los de Microchip, en concreto, son lo bastante versátiles y sencillos como para que los alumnos monten un sistema real práctico. Ahora bien, esta metodología implica impartir la docencia en grupos pequeños y admitir que los montajes sean muy diversos. Aunque el profesor siga los circuitos individualmente, el alumno no tiene suficiente con las horas docentes oficiales, por lo que se le suministra un programador barato, que le permite trabajar en casa.

1. Introducción

En el congreso TAEE-96 se presentó la concepción y puesta en marcha de esta experiencia, el uso de microcontroladores como alternativa a los microprocesadores en el Laboratorio de Sistemas Digitales [1]. A pesar de que los primeros son más simples que los segundos y no permiten mostrar todas las posibilidades de un sistema digital basado en microprocesador, su capacidad resulta suficiente desde el punto de vista de una asignatura de laboratorio, en la que se pretende diseñar y montar un prototipo real con aplicación práctica. Como además su sencillez facilita un aprendizaje rápido, se optó por trabajar con microcontroladores. En estos momentos ya es posible recapitular y hacer una valoración de los resultados obtenidos en estos 5 cursos de puesta en práctica. Han sido presentados más de 50 circuitos al año, luego ya son cerca de 300 los circuitos construidos.

La asignatura de Laboratorio de Sistemas Digitales se imparte en el 4º cuatrimestre (2º curso) de la carrera de Ingeniería de Telecomunicación. Le corresponden 4'5 créditos, es decir 3 horas a la semana durante un cuatrimestre. A esas alturas, los alumnos han completado su formación en Matemáticas y Física, así mismo se han iniciado en la Electrónica Básica y han recibido los fundamentos teóricos de la Electrónica Digital. No obstante, hasta el momento no se han enfrentado a la concepción, diseño y puesta en marcha de un sistema electrónico real.

2. Metodología

Durante las dos primeras semanas de la asignatura los alumnos reciben unas explicaciones teóricas sobre los fundamentos de los microcontroladores PIC de Microchip: arquitectura general, funcionamiento y ejecución de instrucciones, lenguaje de programación, descripción

de algunos módulos y programas de ejemplo. A partir de la tercera sesión, se establecen grupos de unas 20 personas y las clases se imparten en el laboratorio. Allí, durante las dos primeras semanas aprenden a utilizar las herramientas de desarrollo de Microchip para microcontroladores, el entorno MPLAB sobre todo [2]. En las siguientes sesiones se profundiza en ciertos módulos específicos, el convertidor A/D, el puerto serie, gestión de una LCD, etc [3]. Para esto se establecen grupos de interés, no todos los miembros de la clase atienden a la explicación, sino sólo aquellos que lo necesiten para su aplicación.

Durante este periodo de tiempo los alumnos por parejas han tenido que elegir un montaje concreto, viable y de cierta utilidad, el cual deberá ser construido físicamente antes de acabar la asignatura. Este diseño será el que determine la nota final; para ello se valoran el acabado, el funcionamiento, la complejidad y la documentación. Tan pronto como el trabajo por parejas en el laboratorio se diversifica debido a las diferentes elecciones de los alumnos, la labor del profesor es más de tutoría que de lecciones magistrales. No sólo para ayudar a resolver dudas y dificultades concretas sino para establecer la complejidad mínima necesaria para aprobar, orientar sobre la viabilidad y complejidad del circuito y asesorar en los pasos para la adquisición y montaje de los componentes.

Adicionalmente se ha elaborado un manual para la asignatura en el que se recoge sobre todo documentación técnica de Microchip. Sin embargo, se han añadido una serie de recomendaciones que procuran orientar a los alumnos en la elección del montaje, en la búsqueda de documentación técnica adicional y evitar que se cometan los errores más habituales, según la experiencia docente acumulada. Con todo ello se persigue marcar un ritmo de trabajo que ajuste la dedicación real de los alumnos al número de créditos asignados en el plan docente. Aun así, resulta insoslayable realizar un buen número de tareas fuera del laboratorio.

3. Valoración de los resultados

De entre los circuitos presentados durante estos 5 cursos cabe destacar por su complejidad y buen funcionamiento: un órgano electrónico, capaz de generar diferentes formas de onda, simulando de esta manera instrumentos musicales distintos; un grabador y reproductor de mensajes; un mando a distancia para TV, vídeo y equipo de música; un juego electrónico que gestiona dos LCD gráficas; y un osciloscopio elemental.

Hasta ahora se habían utilizado microcontroladores EEPROM (16C84 y 16F84) y UVPRM (16C74) de Microchip. El mayor inconveniente de estos radicaba en que el alumno dependía de los equipos de borrado y grabación que, habitualmente, sólo encontraba en el laboratorio, por lo que el trabajo fuera de él quedaba limitado a diseñar, editar programas, compilarlos y simularlos, sin poder realizar pruebas físicas. Por este motivo se procedió a evaluar otras alternativas, en concreto los microcontroladores de la casa Atmel, ya que permiten la programación en sistema (ISP, "in system programming"). Con esta posibilidad, tanto la grabación del dispositivo como las pruebas reales se pueden realizar fuera del laboratorio, con las consiguientes ventajas en ahorro y distribución del tiempo disponible. Además, al no tener que extraer el microcontrolador cada vez que se desea grabar, aumenta la velocidad de diseño, la comodidad y la protección contra agresiones mecánicas. No obstante, debido a que la familia Atmel carece de la simplicidad de Microchip, y a que esta última ha lanzado al

mercado la serie de bajo coste 16F8XX tipo flash y por tanto programable en sistema, se ha seguido trabajando con Microchip.

4. Líneas de mejora

A fin de aprovechar esa cualidad de la programación en sistema, ha sido desarrollado un grabador de bajo coste y pequeño tamaño que se distribuye entre los alumnos. El programador se conecta al puerto serie del ordenador y permite descargar programas en el microcontrolador. La tarjeta configura al PIC para ser grabado, adapta los niveles eléctricos de la línea serie y permite la grabación y verificación del microcontrolador. También se ha desarrollado una aplicación informática de libre distribución para el manejo del programador, que incorpora en las ayudas toda la documentación necesaria para el funcionamiento del sistema de grabación (ver Figura 1). El programa se puede obtener en la dirección: <http://det.ehu.es/gde>. Por su parte, el alumno debe incluir en la tarjeta de su diseño un conector debidamente adaptado al proceso de grabación, siguiendo las indicaciones que ofrece la ayuda de la aplicación informática.

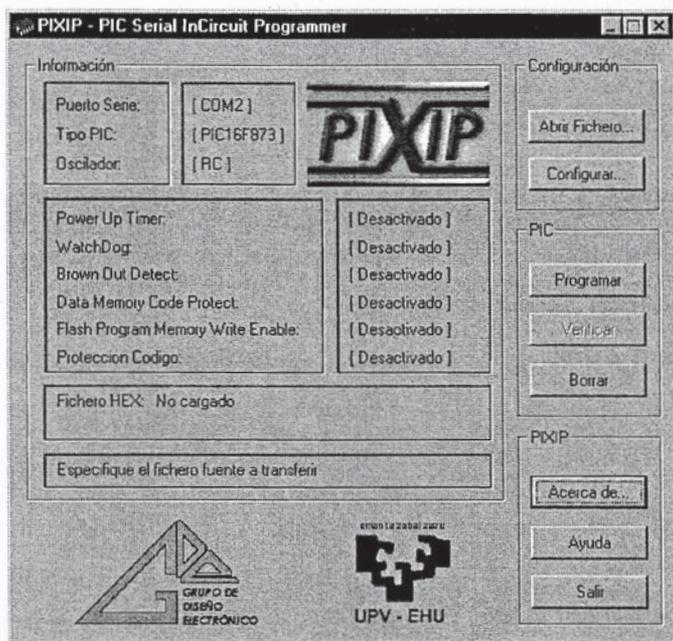


Figura 1: Pantalla principal del programa de grabación PIXIP.

Otro sistema de grabación en sistema es el ofrecido por Microchip. Consiste en un cargador de rutinas (boot loader, PICLOADER) grabado en el microcontrolador que permite la comunicación con un ordenador para la transferencia de programas. Equivale a un sistema operativo elemental.

En el segundo cuatrimestre del curso 99-00 la utilización del sistema de grabación ha sido lo bastante amplia como para hacer una valoración de su aplicación y ventajas. En un principio, el alumnado se mostró algo reacio a tener que adquirir más componentes y a introducir nuevos elementos en su circuito. No obstante, al comprobar que el rendimiento era considerable y que les permitía hacer innumerables pruebas fuera del laboratorio la aceptación fue general. A modo de ventajas se puede mencionar que los fallos y problemas debidos a la extracción del microcontrolador, patillas dañadas o descargas electrostáticas, han desaparecido. Pero, sobre todo, se ha percibido una mejor administración del tiempo de dedicación a la asignatura, ya que cada alumno podía distribuirlo indistintamente dentro y fuera del laboratorio. De esta manera, se han realizado diseños más complejos que otros años y el avance no ha dependido de la disponibilidad del laboratorio. También el coste se ha reducido gracias a que los microcontroladores de tecnología "flash" son más baratos que los UVPRM; además se ha eliminado el tiempo de borrado que requieren estos últimos, así como el irradiador de rayos ultravioleta.

5. Conclusiones

A modo de síntesis se puede destacar que: (a) Los microcontroladores responden idóneamente a los objetivos de una asignatura de laboratorio de sistemas basados en microprocesador. (b) Sus principales ventajas son la simplicidad y la facilidad de aprendizaje. (c) Resulta viable montar un prototipo electrónico real basado en un microcontrolador. (d) Los montajes no tienen por qué ser meramente didácticos, pueden tener una aplicación práctica, incluso comercial. (e) En este contexto el profesor se enfrenta a una diversidad de montajes, su tarea pasa a ser más la de tutor u orientador. (f) El disponer de un programador de bajo coste posibilita a los alumnos una mejor administración del tiempo de dedicación a la asignatura. (g) Existe una aplicación informática de libre distribución que complementa el citado programador.

Referencias

- [1] G. Aranguren y L. Nozal. *Prácticas con microcontroladores PIC*. II Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica. Vol. II, pág. 50-55. (1996).
- [2] Microchip Technology Inc. *Planet Microchip*. Technical Library CD-ROM (July 1999).
- [3] C. Tevernier. *Microcontroladores Pic*. Ed. Paraninfo (1997).