



**UNIVERSIDAD
DE SALAMANCA**

Informe final del Proyecto de Innovación Docente ID2012/198

**“Ejecución de materiales docentes en las asignaturas de
la materia Computadores en el Grado en Ingeniería In-
formática en Sistemas de Información”**

Participantes: Beatriz García Vasallo
Miguel Ángel Rabanillo de la Fuente
Raúl Rengel Estévez

Departamento de Física Aplicada
Escuela Politécnica Superior de Zamora, Campus Viriato

Datos del Proyecto de Innovación Docente

TÍTULO: Ejecución de materiales docentes en las asignaturas de la materia Computadores en el Grado en Ingeniería Informática en Sistemas de Información

REFERENCIA: ID2012/198

PDI RESPONSABLE: BEATRIZ GARCÍA VASALLO

CENTRO: ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ZAMORA

MIEMBROS DEL EQUIPO:

BEATRIZ GARCÍA VASALLO

MIGUEL ÁNGEL RABANILLO DE LA FUENTE

RAÚL RENGEL ESTÉVEZ

DURACIÓN: CURSO ACADÉMICO 2012/13

SUBVENCIÓN CONCEDIDA: 200 €

OBJETIVOS

El principal objetivo del presente Proyecto de Innovación Docente ha sido mejorar de forma coordinada la docencia de las asignaturas impartidas por el Área de Electrónica relativas a la materia Computadores así como las optativas Diseño de Circuitos Lógicos Asistido por Ordenador (que se ha impartido por primera vez en este curso académico) y Sistemas de Entrada/Salida (que por ser una asignatura de cuarto curso se impartirá desde el próximo año académico), pertenecientes al Grado de Ingeniería Informática de Sistemas de Información (Escuela Politécnica Superior de Zamora). En particular, nos hemos propuesto abordar los siguientes puntos:

- Mejora de la calidad de la docencia en las asignaturas de la materia Computadores (Arquitectura de Computadores I y II, en primer y segundo curso, respectivamente) para optimizar la adquisición de competencias que permitan abordar fácilmente las asignaturas optativas más avanzadas: Diseño de Circuitos Lógicos Asistido por Ordenador (tercer curso) y Sistemas de Entrada/Salida (cuarto curso). Se ha tratado de determinar qué contenidos y acti-

vidades prácticas se deben desarrollar con mayor detenimiento para facilitar la asimilación de los contenidos prácticos de asignaturas más avanzadas en las que la adquisición de competencias previas es necesaria.

- Diseño y puesta en marcha de la asignatura optativa Diseño de Circuitos Lógicos Asistido por Ordenador (segundo semestre, tercer curso), que se ha impartido por primera vez este curso académico, lo que ha implicado que este punto sea el de mayor importancia. Se trata de la adaptación al EEES de la asignatura en la cual se basa, esto es, Sistemas Digitales (Ingeniería Técnica en Informática de Gestión). En su diseño se ha tenido en cuenta fundamentalmente el uso de materiales actualizados, que han aportado un valor añadido clave para la adquisición adecuada de las competencias específicas de la titulación. Por su carácter, esta asignatura es eminentemente práctica, para lo que se ha requerido la preparación de material docente adecuado y, sobre todo, actual. Se ha tenido en cuenta para el cumplimiento de este objetivo que en esta asignatura son muy necesarias las competencias adquiridas en el resto de las asignaturas de la materia Computadores.
- Preparación de la asignatura optativa Sistemas de Entrada Salida (segundo semestre, cuarto curso). Por ser una asignatura de cuarto año se impartirá a partir del próximo curso académico; no obstante, siendo el objetivo principal del presente Proyecto ofrecer una docencia coordinada del total de asignaturas relativas, es necesario también abordar este punto para prever la docencia en el próximo periodo docente. Para el desarrollo de esta asignatura también son necesarias las competencias adquiridas en las asignaturas de la materia Computadores.

ACTUACIONES REALIZADAS

El cumplimiento de estos objetivos se ha realizado en diferentes fases organizadas como se especifica a continuación:

- En primer lugar se han realizado diferentes reuniones de coordinación entre los profesores implicados en las asignaturas que se pretenden innovar para determinar los objetivos concretos a conseguir, esto es, los conceptos y actividades, que serán eminentemente prácticas, que conviene desarrollar para la consecución de los objetivos descritos anteriormente. Se ha tenido en cuenta el propósito de facilitar una mejor asimilación de las asignaturas más avanzadas. Las primeras reuniones de coordinación se realizaron a lo largo de la primera quincena de diciembre y han continuado a lo largo del segundo

cuatrimestre del presente curso académico.

- Con anterioridad a la impartición de la asignatura Diseño de Circuitos Lógicos Asistido por Ordenador, se han preparado los sistemas electrónicos para su uso durante esta asignatura. En concreto, a lo largo del mes de enero se ha elaborado el material docente necesario para la impartición de la asignatura. Esto incluye, además de material docente que consideremos adecuado para el desarrollo de las clases teóricas y los documentos digitales previstos para dejar disponibles en el espacio de la asignatura en Studium, la implementación física de los sistemas electrónicos necesarios para las demostraciones prácticas. Cabe añadir que para la correcta consecución de esta actuación la financiación solicitada en este Proyecto ha resultado fundamental.
- A lo largo del período de impartición de las asignaturas objeto de este Proyecto, se han realizado diversos análisis y reuniones periódicas de coordinación entre los profesores para verificar el grado de cumplimiento de los objetivos fijados, así como para establecer acciones de mejora cuando éstas han sido necesarias para la correcta consecución de los objetivos propuestos.

Finalmente se ha elaborado el informe de resultados que expone a continuación donde se recogen todos los aspectos relevantes para la consecución de los objetivos del proyecto.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Para abordar el primer objetivo general, como se ha mencionado previamente, se realizaron varias reuniones para determinar los puntos que debían tratarse en profundidad en las asignaturas obligatorias de los primeros cursos (Arquitectura de Computadores I y II, que se imparten en el segundo cuatrimestre de primer curso y en el primer cuatrimestre de segundo curso) para mejorar en la medida de lo posible la asimilación de contenidos y la adquisición de competencias por parte de los alumnos de las asignaturas optativas de cursos superiores (Diseño Lógico Asistido por Ordenador y Sistemas de Entrada/Salida). Se determinó focalizar en las experiencias prácticas que realizaban los alumnos que afianzaran la adquisición permanente de las competencias más importantes. Además, se hizo especial hincapié en las experiencias y demostraciones llevadas a cabo en el Laboratorio de Electrónica, donde se realizan y explican los esquemas circuitales más importantes.

De forma esquemática, las diferentes prácticas en las asignaturas afectadas son fundamentalmente las siguientes:

- Arquitectura de Computadores I: Realización en *protoboard* de circuitos

combinacionales y secuenciales mediante la utilización de circuitos integrados (diferentes puertas lógicas, biestables de tipo JK, etc) y diferentes componentes discretos como LEDs adicionales, visualizadores de siete segmentos, etc.

- Arquitectura de Computadores II: Trabajo con microprocesador 8085 (realización de determinados programas en lenguaje ensamblador, incluyendo diferentes puntos como lecturas de teclado, escritura en memoria, operaciones aritméticas...). Cabe señalar que en esta asignatura la parte práctica realizada con simuladores en el Aula de Informática es importante (empleo de simuladores de CPU 8085 y 8086).
- Diseño de Circuitos Lógicos Asistido por Ordenador: Prácticas con FPGAs que incluyen, entre otras actividades, la realización de circuitos sumadores y restadores con números aleatorios mostrando operandos y resultado en display, diseño de un driver VGA para monitor, control de memoria RAM, control de un display de siete segmentos).
- Sistemas de Entrada/Salida: Entre otras, prácticas con microcontroladores como Arduino y diferentes sensores y actuadores (se trata de una previsión para el curso 2013-14 que estará sujeta a la adquisición de suficiente material complementario).

Se determinó que, por sus características, los contenidos teóricos y las experiencias prácticas de Arquitectura de Computadores I son fundamentales especialmente en correlación con Diseño de Circuitos Lógicos Asistido por Ordenador y que los de Arquitectura de Computadores II pueden ser importantes para las de Sistemas de Entrada/Salida, si bien la correlación no es tan marcada en este caso. Como hemos visto, varias experiencias consisten en el trabajo con simuladores y exigen su impartición en el Aula de Informática, como es el caso de Arquitectura de Computadores II, si bien por la complejidad de su tratamiento en coordinación con el resto de actividades, relacionadas con el funcionamiento de sistemas electrónicos reales, no se ha tratado en profundidad este punto en el presente Proyecto.

Los objetivos parciales determinados durante las reuniones de coordinación fueron los siguientes: (1) Conseguir que los alumnos trabajaran de la forma más autónoma posible en el Laboratorio de Electrónica en Arquitectura de Computadores I, de manera que tanto la realización de circuitos en *protoboard* como el conexionado de los diferentes componentes discretos disponibles no presentara problemas en el futuro; para su consecución se han empleado metodologías anteriores (evaluación de prácticas mediante vídeos, libertad relativa en la elección de los circuitos implementados) mejoradas con la experiencia de cursos anteriores. (2) Conseguir una comprensión en pro-

fundidad del funcionamiento de circuitos combinacionales y secuenciales para la comprensión de las primeras experiencias con FPGAs en Diseño de Circuitos Lógicos Asistido por Ordenador, por lo que se ha hecho hincapié en la explicación teórica de los mismos y el diseño de circuitos durante los seminarios destinados a este fin. La distancia temporal que separa ambas asignaturas (dos cursos académicos) hace imprescindible que la competencia adquirida sea sólida para que se mantenga durante este tiempo. Adicionalmente, hemos apreciado que el seminario habitualmente impartido sobre el funcionamiento de FPGAs es bastante adecuado por el interés que presenta su funcionamiento para los alumnos, pero es necesario acercarlo más en el tiempo a las asignaturas optativas (por ejemplo, durante el segundo curso, durante el periodo de impartición de Arquitectura de Computadores II, en un seminario extraordinario en el que se presenten las asignaturas optativas cuya docencia es responsabilidad del Área de Electrónica). Esta cuestión será tenida en cuenta para el futuro.

El segundo objetivo tratado en este Proyecto ha sido la elaboración del material docente necesario para la impartición de la asignatura Diseño de Circuitos Lógicos Asistido por Ordenador. Como ejemplo, mencionamos el diseño del *driver* VGA para monitor que consiste en realizar un barrido en pantalla y mostrar los colores en líneas con letras parpadeantes. En la figura 1 se muestra uno de los montajes realizados durante el periodo de impartición de la asignatura. En este caso, se trasladó uno de los sistemas FPGA al Aula de Informática para el trabajo.

Tras la impartición y evaluación de esta asignatura, se ha encontrado como puntos fuertes de la misma la gran cantidad de experiencias de tipo práctico que se realizan, la conexión con la realidad de la práctica profesional futura, y la experiencia con material completamente actualizado. Los alumnos han mostrado un gran interés en la realización de las diferentes experiencias prácticas y las calificaciones obtenidas, en consecuencia, han sido muy satisfactorias (100% de aprobados; más concretamente, de los 7 alumnos matriculados 4 de ellos han conseguido la calificación de notable y 3, de sobresaliente). Entre los puntos débiles encontramos la contrapartida del empleo de material completamente actualizado, que obliga a realizar una revisión cada curso. Asimismo, para la mayoría de las experiencias son necesarios tanto los sistemas electrónicos y componentes discretos como el empleo del ordenador. Este problema se ha podido subsanar bien llevando ordenadores portátiles (tanto el profesor como los estudiantes) al Laboratorio de Electrónica, bien llevando las FPGAs al Aula de Informática. Para el futuro nos planteamos completar el equipamiento del Laboratorio de Electrónica con ordenadores portátiles que soporten el software necesario, de manera que este laboratorio sea lo más completo y autónomo posible.



Figura 1. Sistema experimental con FPGA.

Como objetivo final de este Proyecto, se han determinado las líneas a seguir en la asignatura Sistemas de Entrada/Salida. Asimismo, se ha elaborado parte del material docente que se empleará durante el desarrollo de la misma. En particular, se ha elaborado un robot controlado mediante un Arduino y que incorpora un sensor de ultrasonido que permite calcular la distancia a la que está situado un posible obstáculo y un puente H para el control de los servomotores cuyo movimiento permite esquivar dicho obstáculo de forma programada. En la Figura 2 se observa el robot fabricado.

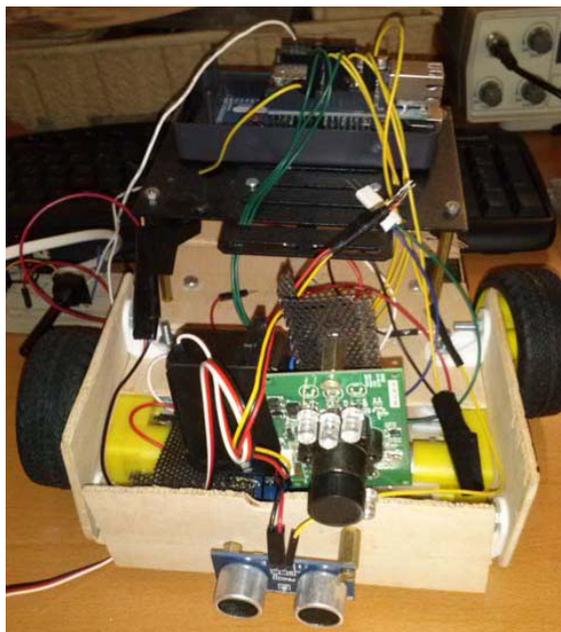


Figura 2. Sistema controlado mediante Arduino: un robot que elude obstáculos.

En resumen, consideramos que todos los objetivos marcados en el presente Proyecto de Innovación Docente han sido conseguidos. Asimismo, la observación de los resultados abre líneas de actuación futuras (consideración de un seminario al finalizar la asignatura Arquitectura de Computadores II donde se presente el material que se empleará en las asignaturas optativas, inclusión de ordenadores portátiles en el Laboratorio de Electrónica). Con este Proyecto consideramos que se ha alcanzado un notable impacto sobre la docencia de la Electrónica en el Grado de Ingeniería Informática en Sistemas de Información, de manera que se ha mejorado la calidad del aprendizaje de los estudiantes, además de aumentar el grado de motivación hacia las materias, tanto obligatorias como optativas, ofertadas. Creemos que redundará muy positivamente en la motivación, el grado de interés y, en consecuencia, la calidad de los conocimientos adquiridos.

JUSTIFICACIÓN DE GASTO

La financiación solicitada en el presente Proyecto ha permitido la realización de los objetivos marcados en base a los siguientes puntos:

- Se han continuado las tareas comenzadas en cursos anteriores relativas a la elaboración de materiales docentes consistentes en demostraciones prácticas de sistemas electrónicos de especial interés para los ingenieros informáticos, precisamente por su carácter práctico.
- Se han diseñado nuevos materiales docentes de tipo práctico para las asignaturas de nueva impartición.

Así, hemos empleado el material adquirido para aplicaciones electrónicas que han posibilitado la mejora de la comprensión, por parte de los alumnos, tanto del funcionamiento como de las posibilidades reales de los circuitos estudiados.