

PROGRAMA DE MEJORA DE LA CALIDAD  
PLAN ESTRATEGICO GENERAL 2015-2016  
Planes de formación e innovación

Proyecto de Innovación Docente ID2015/0112

# MEMORIA

## Cambios en la enseñanza del diseño con microcontroladores

Coordinador del proyecto:

**José Torreblanca González**

torre@usal.es

Miembros del equipo de trabajo:

**Teodoro Idelfonso Martínez Hernández**

teodoro@usal.es

Salamanca, Junio de 2016





## Índice:

<b>1.- Introducción.</b>	<b>4</b>
<b>2.- Objetivos.</b>	<b>5</b>
<b>3.- Metodología</b>	<b>6</b>
<b>4.- Recursos empleados.</b>	<b>8</b>
<b>5.- Memoria Económica.</b>	<b>10</b>
<b>6.- Resultados.</b>	<b>11</b>
<b>7.- Conclusiones.</b>	<b>11</b>

## **1.- INTRODUCCIÓN.**

La implantación de los nuevos títulos universitarios dentro del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) exige actuar en una serie de ámbitos que en pocos años han modificado de manera notable la interacción profesor/estudiante y el sistema de aprendizaje en el campo universitario.

El objetivo de estas actividades es facilitar el proceso de cambio al nuevo rol tanto para los estudiantes como para los profesores universitarios. Los primeros deben asumir una actitud más activa, más allá de ser meros receptores de conocimientos, y los segundos deben cambiar de transmisores de conocimiento en clases magistrales a impulsores (incluyendo diseño, planificación y coordinación) de diversas actividades docentes que aseguren la adquisición de las competencias por los estudiantes.

Estos cambios son particularmente útiles en las enseñanzas técnicas donde los estudiantes se enfrentan a los múltiples y variados problemas que engloba la ingeniería. Por tanto, conviene establecer de antemano cuáles son las metodologías didácticas y sistemas de evaluación más apropiados, o las actividades de nuevo diseño.

En particular, de la implantación de los nuevos títulos de Grado en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial (ETSII) de Béjar, surge la necesidad de idear una serie de nuevas actividades que complementen la formación teórico-práctica del estudiante en diferentes disciplinas de la Ingeniería Electrónica. Dentro de este marco, en el presente proyecto se han desarrollado una serie de actividades docentes encaminadas a mejorar el aprendizaje de la asignatura Sistemas Digitales y así incrementar el interés de los estudiantes por los contenidos incluidos en la asignatura.

El diseño de las actividades docentes desarrolladas en este proyecto de innovación persigue como objetivo fundamental vencer las dificultades que los estudiantes encuentran en el aprendizaje de los contenidos de la asignatura Sistemas Digitales. En esencia, dichas dificultades se pueden resumir en dos:

- 1.- El conocimiento interno de un microcontrolador y
- 2.- La programación que se debe llevar a cabo en él para que funcione y ejecute correctamente las instrucciones que deban resolver los problemas para los que se instala un microcontrolador.

Además de ayudar a superar las dificultades de comprensión mencionadas previamente, para la más problemática, la programación del microcontrolador,

---

este proyecto ha supuesto una gran oportunidad para realizar la docencia de otra forma que no se base en clases magistrales y prácticas estructuradas previamente.

También consideramos que ha supuesto una mejora del proceso de aprendizaje, por implicar directamente a los estudiantes con un rol más activo, pues deben realizar la práctica a la vez que se les explica la teoría, con lo que pasan de aprender unos nuevos conocimientos a aplicarlos directamente sin que pase por medio tiempo en el que olviden contenidos importantes de lo explicado.

Además, al poder estar a la vez con el ordenador, el microcontrolador, el software utilizado, las clases teóricas y el profesor delante, se pueden realizar unas clases más tutorizadas con los alumnos. También permite una evaluación continuada más precisa ya que se va viendo como el alumno avanza en su proceso de aprendizaje o se va estancando según se avanza en los conocimientos impartidos, pudiendo corregir dichas desviaciones y solucionarlas en un tiempo record con los alumnos que menos progresan.

Este método de enseñanza teórico-práctico permite ver con mejor precisión la adquisición de competencias por parte del alumno.

## **2.- OBJETIVOS.**

Los objetivos fundamentales de este proyecto planteados inicialmente han sido:

1.- Que el estudiante mejore la comprensión del funcionamiento de los microcontroladores, ya que a la vez que ve cómo funcionan y cuáles son sus partes más importantes se pueden programar y ver que realmente hacen las funciones para las cuales se diseñaron.

2.- Que el estudiante, para llevar esto a cabo, utilice un Material Didáctico específicamente desarrollado con este fin. Este material didáctico pasa por un ordenador con todo el software necesario, un banco de prácticas, un programador y el material fungible para desarrollarlo.

3.- El tercer objetivo consiste en que el alumno supere el reto de diseñar un prototipo controlado con el microcontrolador y que formará parte de la evaluación del mismo. En este prototipo se deben incluir unas premisas mínimas marcadas por los docentes para poder superar la asignatura.

Las diferentes prácticas y actividades se van desarrollando según se van explicando las diferentes partes del microcontrolador, y así poder entender el

---

funcionamiento del mismo por partes que luego unirán en un todo y harán que el microcontrolador pueda desarrollar diferentes tareas programadas.

En consecuencia tenemos por un lado que compactar teoría y práctica para introducir en un mismo espacio temporal el aprendizaje del microcontrolador, por otro lado tenemos que los alumnos realizan un número de prácticas más elevado con lo que afianzan mucho mejor las clases teóricas al verlas reproducidas en la práctica y, finalmente, tenemos el reto de realizar un prototipo, con la gran dificultad que conlleva la atención y guía del alumno en este tipo de tareas.

Todo ello ha supuesto el desarrollo de un nuevo material docente ajustado a los nuevos escenarios que se plantean en el aula y laboratorio y que tendrá que ir siendo probado o descartado en función de los resultados obtenidos.

### **3.- METODOLOGÍA**

Se ha desarrollado material propio para cada puesto de trabajo, y se han ideado y programado actividades cuya realización sea factible de acuerdo con el grado de formación de los estudiantes, y que aseguren la consecución de las competencias específicas y transversales asignadas a la asignatura de Sistemas Digitales en el título de Grado en Ingeniería Electrónica y Automática. Con todo esto el alumno es capaz de:

- Adquirir una buena capacidad de análisis y síntesis.
- Capacidad de organización y planificación ya que debe realizar un prototipo a la finalización de la asignatura.
- Resolver los problemas que se le vayan presentando.
- Aunque el prototipo es individual todas las demás tareas son en grupo por lo que deben trabajar en equipo para ir resolviendo las prácticas realizadas.
- Aprender a manejar software diferente en la programación del microcontrolador.

La estructura de la asignatura se ha dividido en tres partes:

Una primera parte introductoria que abarca las cuestiones generales sobre las arquitecturas con procesadores específicos y microcontroladores para abordarlo en las dos primeras semanas del curso.

Una segunda parte de nueve semanas de duración en las que se han impartido los contenidos propios de la materia junto con la realización de las prácticas.

Una tercera parte de tres semanas que coincide con las últimas del curso para la realización del prototipo que además les va a servir de evaluación.

### **Fase I.**

En estas primeras semanas la docencia se ha realizado en el aula para introducir al alumno en todo el proceso que va a llevar la adquisición de conocimientos a partir la segunda semana. También se han introducido conocimientos teóricos básicos para el estudio de los microcontroladores y que son necesarios para entender su funcionamiento.

Así mismo en estas dos semanas se han dejado un par de horas para realizar una introducción de nuevos elementos electrónicos de los cuales le alumno no tiene todavía conocimientos, pero que les servirán básicamente para la última parte del curso en el que han realizado su prototipo.

### **Fase II.**

Se han integrado los contenidos teóricos con los prácticos, haciendo desaparecer las horas de aula al desarrollar todas las clases en el laboratorio o en el aula de informática (en caso de hacer simulaciones). De este modo los contenidos teóricos se han impartido todos ellos en el laboratorio o en el aula de informática teniendo una aplicación inmediata en la práctica de ese mismo día.

Realización de las prácticas con el nuevo material que hemos elaborado de forma que queden estructuradas en bloques (9 bloques, uno por semana). Cada uno de esos bloques de hardware/software se ha utilizado de forma modular con el fin de que constituya por un lado una unidad didáctica más o menos independiente para el aprendizaje y por otro un posible módulo para el desarrollo final del prototipo.

Durante ese periodo de 9 semanas se ha desarrollado un seminario en relación con el material necesario para la realización de las aplicaciones y las cuestiones técnicas imprescindibles para su manejo.

En paralelo a esas 9 semanas, tal como habíamos planificado, los alumnos han ido haciendo propuestas sobre el prototipo a desarrollar de modo que han ido diseñando y aprovechando los conocimientos en paralelo al momento que se iban impartiendo.

### **Fase III.**

Las últimas semanas del curso el laboratorio ha estado abierto para las pruebas en el desarrollo de los prototipos de cada alumno y en paralelo se han desarrollado en el aula los contenidos más importantes teóricos cuya impartición se pospuso al principio del curso.

La evaluación se ha hecho principalmente de forma oral consistiendo en la defensa y explicación del prototipo realizado. Además se ha completado la nota, a modo de evaluación continua, con algunas pruebas parciales sobre las prácticas más importantes.

## **4.- RECURSOS EMPLEADOS.**

Los recursos empleados han sido numerosos y que detallamos a continuación.

Por parte del profesor se ha utilizado un ordenador y un cañón de proyección con el que a la vez de dar las clases teóricas ha ido explicando todo el software relacionado con la asignatura:

Software MPLAB IDE v8.40. Programa utilizado básicamente para programar y compilar los archivos que luego deben introducirse en el microcontrolador.

Software WINPIC800. Programa que se encarga de introducir el archivo HEX generado con el software MPLAB IDE v8.40 en el microcontrolador para su correcto funcionamiento.

Software NOTEPAD. Programa utilizado básicamente para programar, utilizado como un procesador de textos básico.

y compilar los archivos que luego

Software PICSIMULATOR. Programa de simulación de microcontroladores, muy útil y utilizado por los alumnos para poder ver como se modifican internamente los registros del microcontrolador y ver su funcionamiento antes de pasarlo al circuito real.

Por parte del alumno se ha utilizado un ordenador, un banco de ensayos dotado de fuentes de alimentación, interruptores, diodos led y displays, además se introducido la placa Universal Trainer V3 que contiene todo el sistema de desarrollo con microcontroladores. También ha tenido en cada puesto el material clásico de un laboratorio de electrónica, osciloscopios, fuentes de alimentación y generadores de señal.



A todo este material hay que añadir material fungible como resistencias, condensadores, cristales de cuarzo, diodos led, etc.



Figura 1.- Puesto de trabajo de los alumnos.



Figura 2.- Puesto de trabajo de los alumnos.

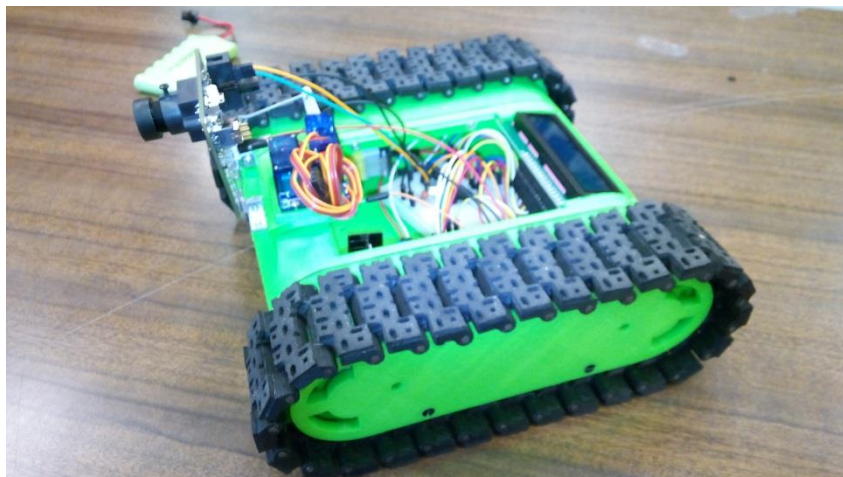


Figura 3.- Trabajo realizado por un alumno. Robot que sigue una pelota de color.

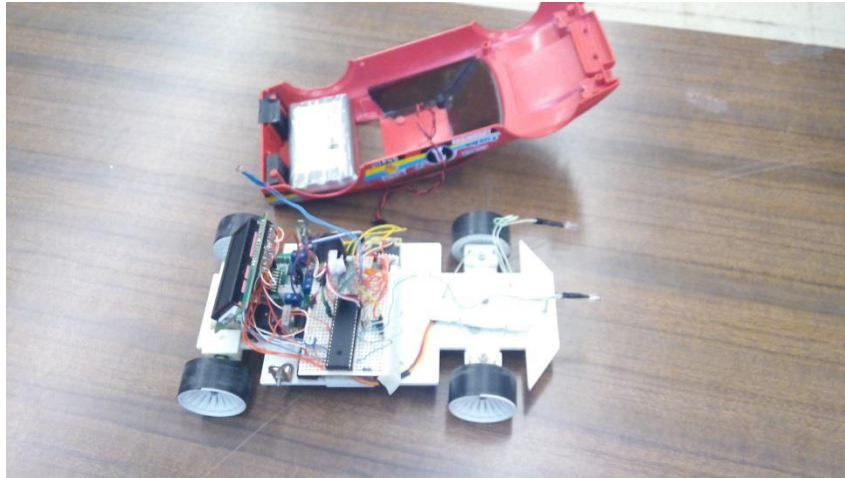


Figura 4.- Trabajo realizado por un alumno. Coche dirigido por el teléfono móvil.

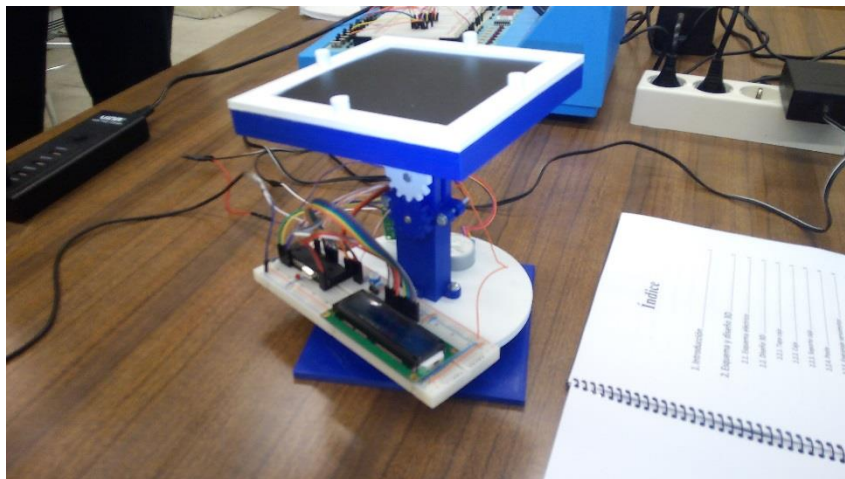


Figura 5.- Trabajo realizado por un alumno. Seguidor solar.

## 5.- MEMORIA ECONÓMICA.

Para la realización del proyecto se pidió una ayuda de 300€ que al final se quedaron en 100, al ser ésta la cantidad asignada a la realización de dicho proyecto.

Con este dinero se han comprado una serie de microcontroladores ya implementados en placa para poder abordar el desarrollo de las prácticas de una manera más eficiente al no tener el alumno que montar todos los elementos necesarios para el funcionamiento del microcontrolador.

Así mismo se han comprado unas placas ya montadas con relés para actuar desde el microcontrolador sobre ellos. El coste ha sido el siguiente:

Unidad	Descripción	Coste
5	Placa arduino Mega	39,75
5	Fuente de alimentación 9V 2A	23,48
4	Placas Relés 5V	18,72
	Total	81,95
	IVA 21%	17,21
	<b>TOTAL</b>	<b>99,16</b>

## 6.- RESULTADOS.

Es sumamente motivador en ingeniería para los alumnos poder ver un resultado práctico a sus conocimientos. Si bien es verdad que las prácticas regladas se ven las aplicaciones esto se hace de forma fragmentada, mientras que cuando se realiza una aplicación se integran todos los conocimientos y además se ha convertido en un prototipo real que han podido mostrar a personas de fuera (familia, otros compañeros...) lo cual siempre es un apoyo. Además el alumno ha podido elegir la aplicación que más le ha interesado de entre las infinitas posibles, tantas como su imaginación le ha podido proporcionar.

El alumno se ha enfrentado a las dificultades reales a la hora de hacer un desarrollo, que son muchas e inesperadas y que requieren de una gran creatividad para ser resueltas y con las que en las prácticas regladas de laboratorio nunca se van a encontrar.

Como consecuencia de la metodología que hemos expuesto y realizado a la vez que este proyecto de innovación docente, la aplicación de los contenidos teóricos se han puesto en práctica a la vez que son asimilados. Esto ha ayudado a la mejor integración de las cuestiones hardware y software junto con las herramientas de desarrollo y ha conllevado una mayor implicación del alumno, más allá de la simple recepción de los contenidos.

Algunos de los contenidos teóricos se han impartido al final, justo después de las prácticas. Algo inusual en este tipo de cursos, pero que además de tener la ventaja de liberar el tiempo para las prácticas al principio supone que los alumnos ven todas estas ideas sobre dispositivos físicos que ya han visto y probado y no sobre ideas teóricas "en el aire".

## 7.- CONCLUSIONES.

Con este método de enseñanza nos hemos aproximado a lo requerido en la nueva concepción de la enseñanza que surge de Bolonia en relación a las actitudes y competencias que deben desarrollar los alumnos.

Los alumnos se han motivado más con estas clases teórico/prácticas que con las normales de teoría y luego prácticas a parte, han obtenido mejores resultados en la adquisición de los conocimientos de la asignatura y les ha servido para poder ver el problema real que existe en la concepción de un prototipo con todos los problemas que conlleva su diseño y montaje.