



MEMORIA DE LAS ACCIONES DESARROLLADAS  
PROYECTOS DE MEJORA DE LA CALIDAD DOCENTE  
VICERRECTORADO DE INNOVACIÓN Y CALIDAD DOCENTE  
XIII CONVOCATORIA (2011-2012)

## DATOS IDENTIFICATIVOS:

### 1. Título del Proyecto

Integración de Sensores y Actuadores con Sistemas Reconfigurables

### 2. Código del Proyecto

115007

### 3. Resumen del Proyecto

La asignatura Sistemas Electrónicos Digitales tiene un alto contenido práctico orientado al uso de sistemas empotrados en entornos industriales, el próximo curso se trabajará el manejo de sensores y actuadores controlados mediante tarjetas de prototipado FPGA.

Los alumnos siguen una metodología basada en proyectos, al final del curso los alumnos mostrarán sus diseños al resto de compañeros en una sesión de pósters. Los alumnos podrán puntuar el trabajo de sus compañeros. Además esta actividad servirá como acercamiento a la investigación.

Algunos proyectos de la asignatura Sistemas Electrónicos Digitales podrán incluir la implementación de un procesador en FPGA, las arquitecturas implementadas serán caso de estudio en la asignatura Microprocesadores.

### 4. Coordinador del Proyecto

| Nombre y Apellidos     | Departamento   | Código del Grupo Docente | Categoría Profesional      |
|------------------------|--|--------------------------|----------------------------|
| Joaquín Olivares Bueno | Arquitectura de Computadores, Electrónica y Tecnología Electrónica | G.D.: 030                | Profesor Contratado Doctor |

### 5. Otros Participantes

| Nombre y Apellidos          | Departamento   | Código del Grupo Docente | Categoría Profesional |
|-----------------------------|--|--------------------------|-----------------------|
| José María Castillo Secilla | Arquitectura de Computadores, Electrónica y Tecnología Electrónica | 030                      | PDI                   |
| José Manuel Soto Hidalgo    | Arquitectura de Computadores, Electrónica y Tecnología Electrónica | 030                      | PDI                   |

## 6. Asignaturas afectadas

| Nombre de la asignatura         | Área de conocimiento                      | Titulación/es   |
|---------------------------------|---|---|
| Sistemas Electrónicos Digitales | Arquitectura y Tecnología de Computadores | Ing. en Automática y Electrónica Industrial                   |
| Microprocesadores               | Arquitectura y Tecnología de Computadores | Ing. Técnico en Informática de Gestión                        |
| Informática Industrial          | Arquitectura y Tecnología de Computadores | Máster Interuniversitario en Control de Procesos Industriales |
| Sistemas en Tiempo Real         | Arquitectura y Tecnología de Computadores | Ing. Informática  |

## MEMORIA DE LA ACCIÓN

### Especificaciones

*Utilice estas páginas para la redacción de la Memoria de la acción desarrollada. La Memoria debe contener un mínimo de cinco y un máximo de diez páginas, incluidas tablas y figuras, en el formato indicado (tipo y tamaño de fuente: Times New Roman, 12; interlineado: sencillo) e incorporar todos los apartados señalados (excepcionalmente podrá excluirse alguno). En el caso de que durante el desarrollo de la acción se hubieran producido documentos o material gráfico dignos de reseñar (CD, páginas Web, revistas, vídeos, etc.) se incluirá como anexo una copia de buena calidad.*

### Apartados

#### 1. Introducción (justificación del trabajo, contexto, experiencias previas etc.)

Las FPGAs son dispositivos programables muy utilizados en la industria ya que permiten implementar desde pequeños controladores hasta sistemas multiprocesador.

A lo largo de los últimos años se viene realizando una metodología basada en proyectos que ha sido muy bien aceptada por los alumnos. Se pretende que aprendan a diseñar sistemas empotrados de uso industrial, y cada año se cambia el tipo de sistemas que deben implementar para dar frescura a la asignatura y evitar que puedan reutilizar proyectos de compañeros de cursos pasados.

En el presente curso se tenía previsto que los alumnos manejarán diversos sensores y actuadores, pudiendo construir pequeños autómatas y sistemas robotizados, para ello deberán desarrollar circuitos de acoplamiento, programar controladores específicos y los programas en si. Cada alumno realiza un proyecto individual y personalizado. Se considerará la posibilidad de que algunos proyectos incorporen módulos de comunicaciones de forma que los proyectos sean complementarios y puedan enviarse información y utilizarla entre ellos. Para las comunicaciones se utilizarán módems ZigBee de bajo coste. En estos casos se fomentará el trabajo en equipo.

Además los alumnos presentarán sus proyectos en una sesión de pósters, con ello podrán evaluarse unos a otros, se hará más atractivo el curso y también servirá como acercamiento al mundo investigador. Esta acción no se ha realizado al no concederse financiación para ella.

La evaluación de los alumnos ha mejorado desde que se aplica la metodología basada en proyectos, como se muestra en la gráfica, por ello se considera muy apropiado continuarla.

### **Objetivos** (concretar qué se pretendió con la experiencia)

Que los alumnos alcancen la capacidad de desarrollar proyectos industriales similares en complejidad a los que se encontrarán en la vida real.

Realizar una evaluación cruzada en la que unos los alumnos se evalúen los unos a los otros.

### **2. Descripción de la experiencia** (exponer con suficiente detalle lo realizado en la experiencia)

Que los alumnos desarrollen proyectos individuales con procesamientos típicos industriales cuya característica común sea mostrar los datos de salida a través de un monitor TFT.

Fases de la experiencia:

- **Iniciación:** Al inicio del curso se proporciona a los alumnos los conocimientos básicos necesarios, posteriormente se realizan trabajos de simulación, y a continuación se inician en prácticas de desarrollo de dispositivos reales.
- **Asignación de proyectos:** Los alumnos de este segundo ciclo provienen de diferentes titulaciones, por ello poseen conocimientos muy diferentes y desnivelados, además tienen intereses diferentes. Por ello se permite a los alumnos que propongan proyectos, las propuestas son evaluadas por el profesor y son admitidas o no. Cuando los alumnos no aportan una propuesta viable es el profesor el que propone un proyecto en función de las características del alumno.

### **3. Materiales y métodos** (describir la metodología seguida y, en su caso, el material utilizado)

- El dispositivo principal: la FPGA



Necesidad primordial en conocer su funcionamiento básico.

Dispositivo accedido a través del puerto paralelo.

Existen diferencias en cuanto a:

- Chip.
- Encapsulado.
- Número de puertas.

- La interfaz hardware: el monitor y el cable VGA (bus de datos)



- El software básico: la ISE de Xilinx y línea de comandos



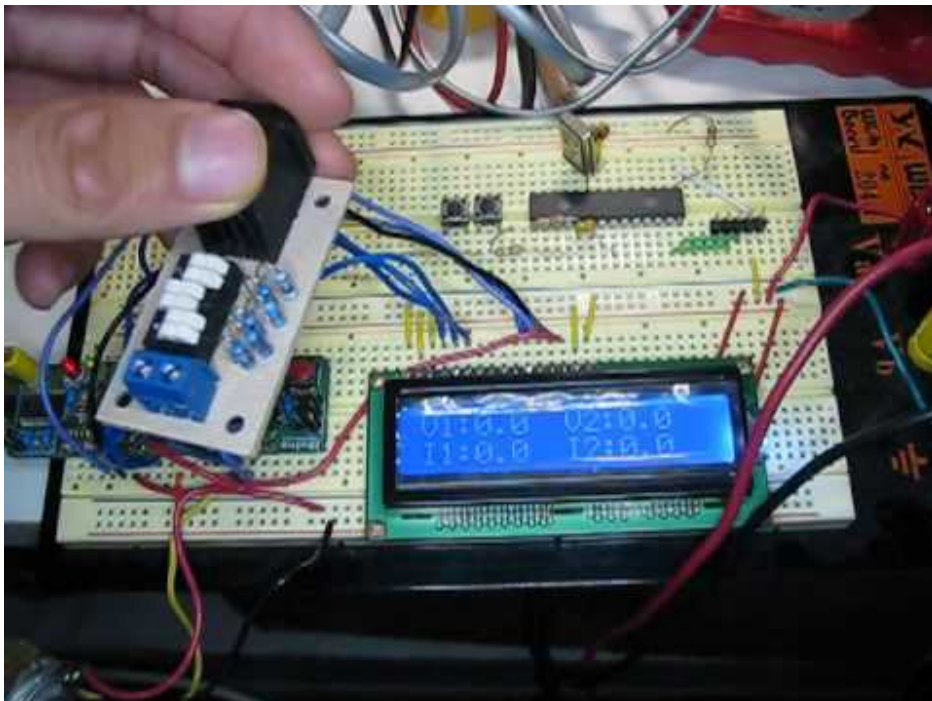
Es la que llevará a cabo los procesos de síntesis e implementación.  
 Actúa de interfaz entre la ISE y la aplicación web.  
 Permite interactuar con el software específico para:  
 Especificar qué archivos sintetizar e implementar (xflow)  
 Analizar el/los fichero/s de resultados: .syr y .log.

Enviar los .bit a la FPGA (impact).

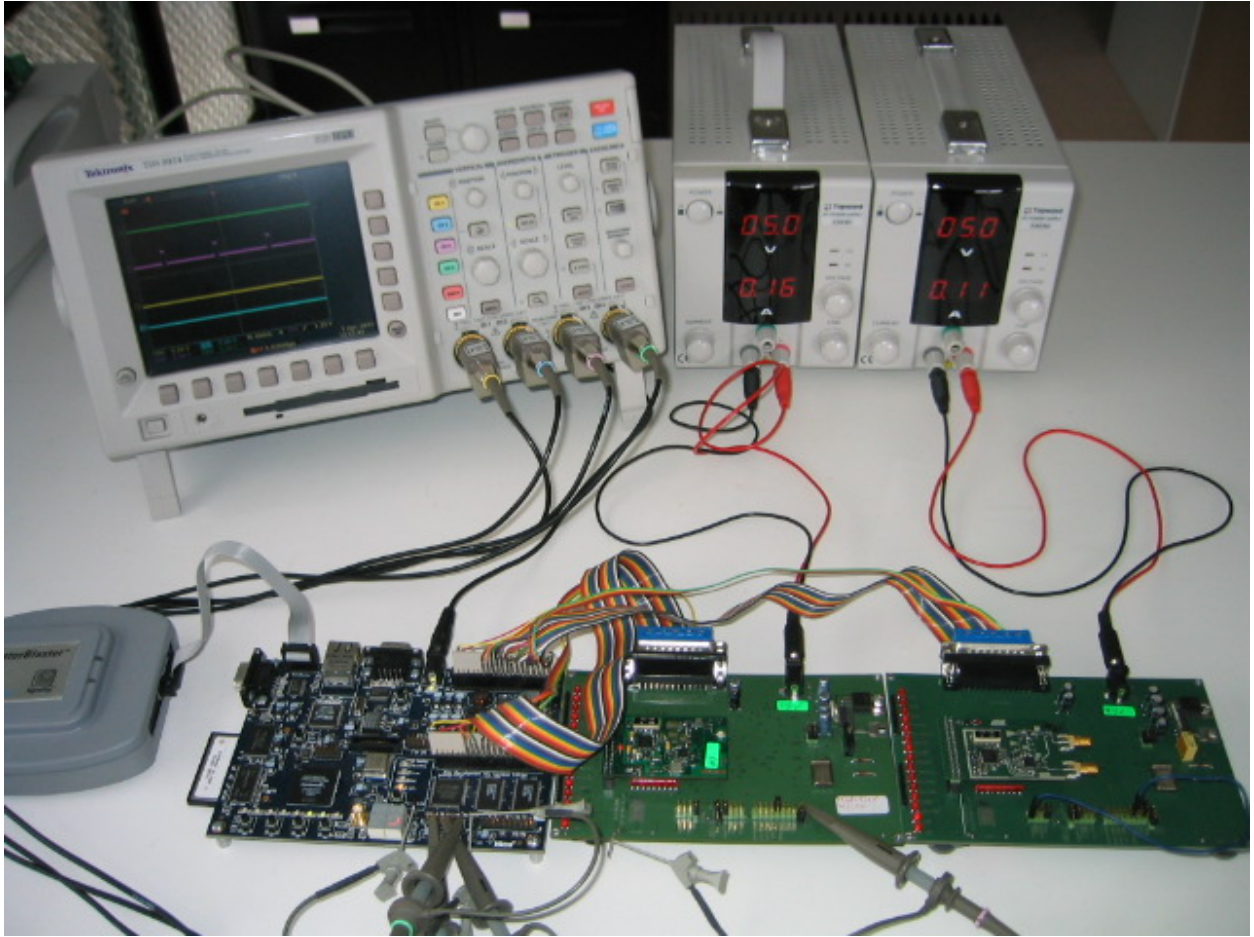
**4. Resultados obtenidos y disponibilidad de uso** (concretar y discutir los resultados obtenidos y aquéllos no logrados, incluyendo el material elaborado y su grado de disponibilidad)

**Desde el punto de vista docente y de la ejecución del proyecto:** los resultados han sido satisfactorios, los alumnos han alcanzado los objetivos docentes y han desarrollado sus respectivos proyectos.

**Algunos proyectos en particular:** (Se ofrecen a continuación algunos proyectos a modo de ejemplo)

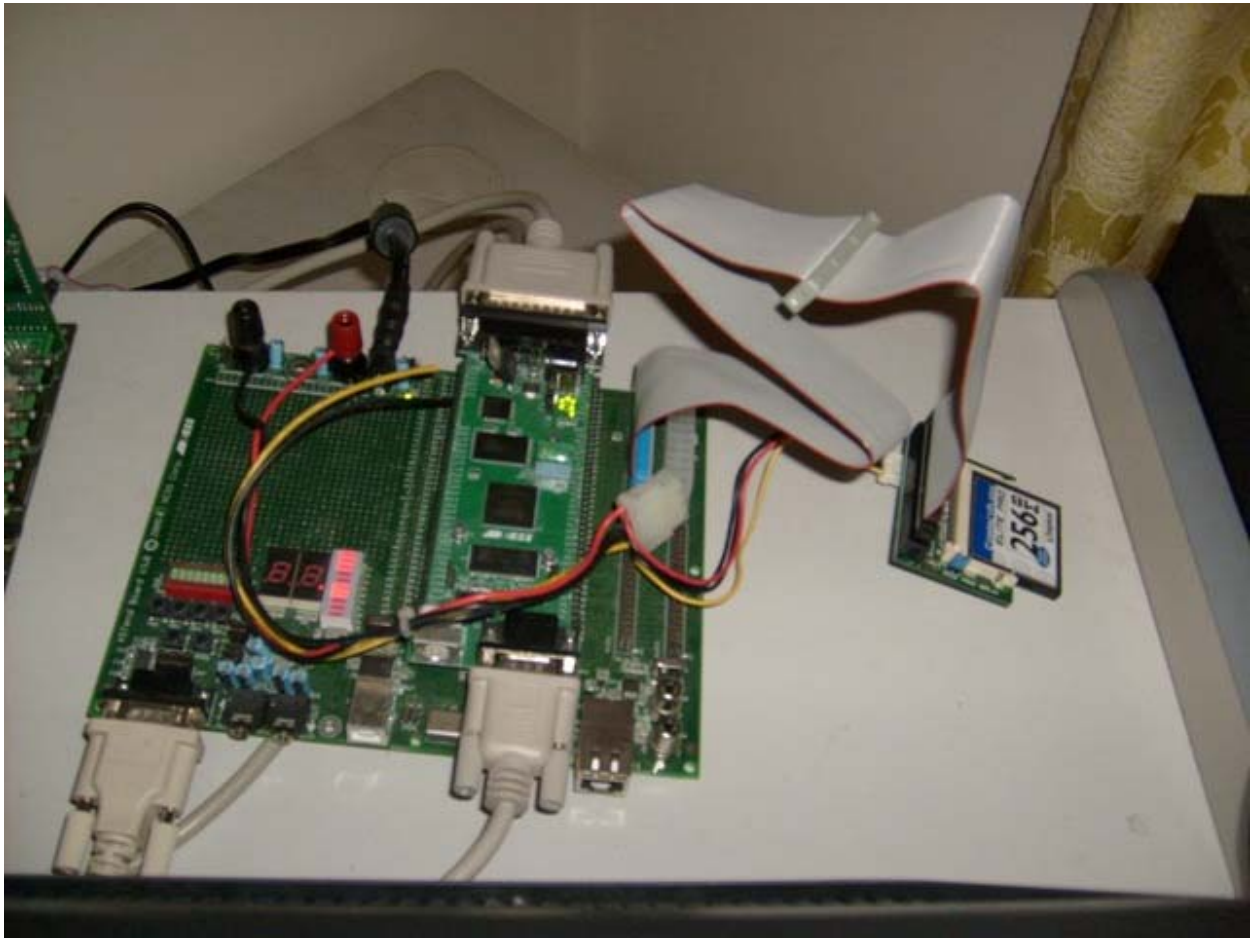


Velocímetro con sensores y displays integrados

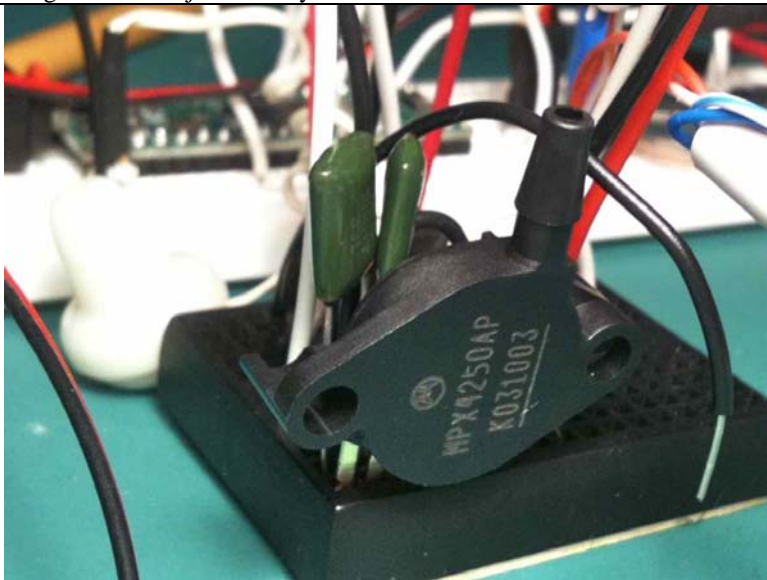


Fase de test en un proyecto

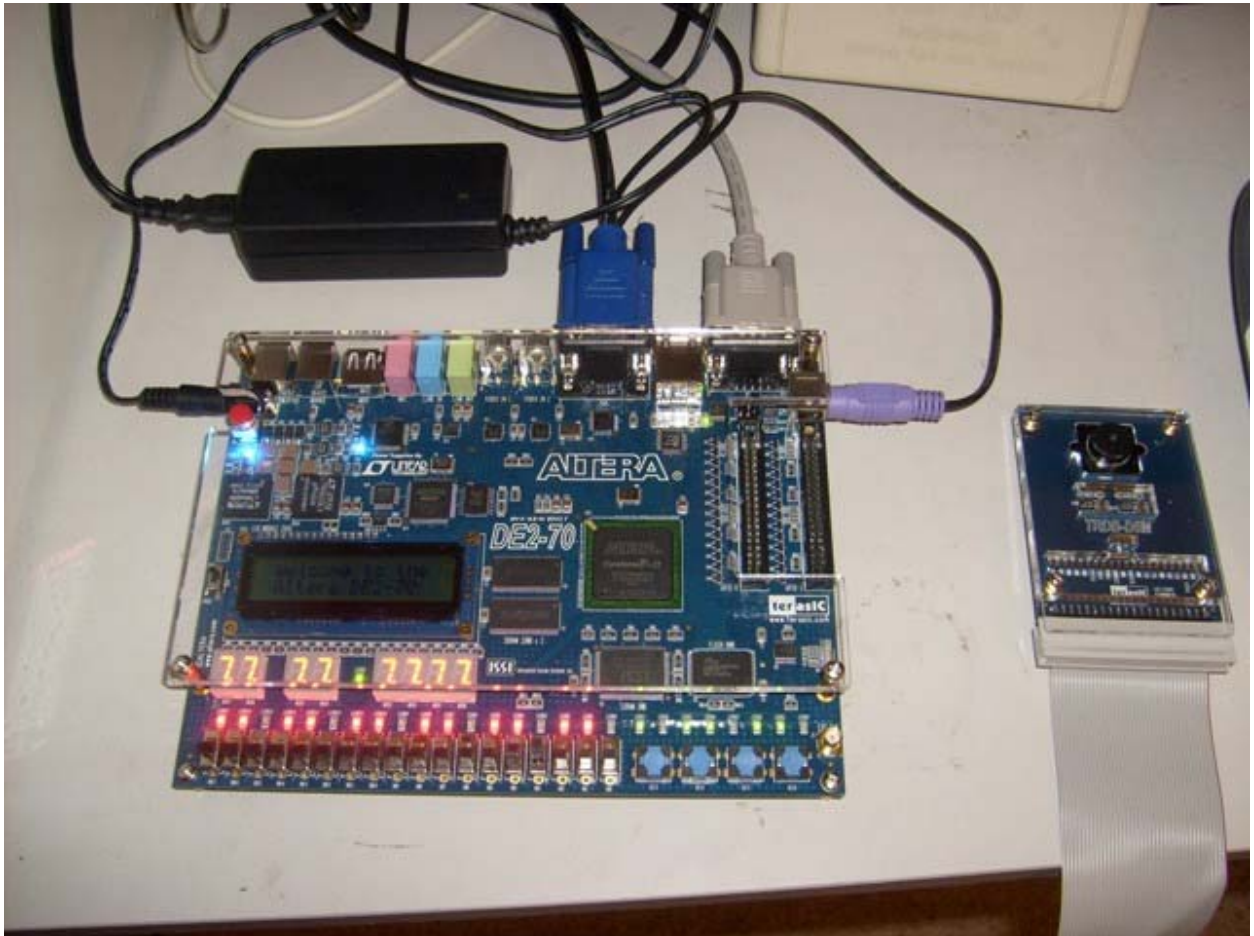




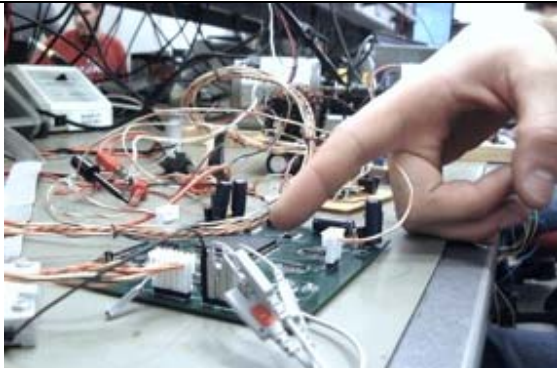
Integración de tarjetas XSA y XST



Sensor de presión y circuitería auxiliar



Placa de Altera con sensor de cámara



Circuitería de control de motor



Componentes de servocontrol

**5. Utilidad** (comentar para qué ha servido la experiencia y a quiénes o en qué contextos podría ser útil)

Esta metodología se viene mostrando útil en esta asignatura año tras año, y parece estar muy indicada en asignaturas de ingeniería a las que se pueda dar un enfoque eminentemente práctico. Por otra parte, los materiales y proyectos realizados servirán de base para futuros proyectos tanto para esta asignatura como para dos asignaturas del Grado en Ingeniería Informática con las que está estrechamente relacionada, dichas asignaturas se implantarán en los próximos cursos.

**6. Observaciones y comentarios** (comentar aspectos no incluidos en los demás apartados)

El uso de esta metodología además de ser muy bien recibido por los alumnos, ha sido suficientemente significativo como para que haya servido para realizar varias publicaciones en el campo docente recogidas en congresos internacionales de prestigio y en una revista con un elevado índice de impacto:

*Joaquín Olivares, José M. Palomares, José M. Soto, Juan C. Gámez, Ignacio Bravo, Alfredo Gardel. "Learning FPGA Design by a Methodology Based on Projects". International Journal of Engineering Education. vol 27-3: 509-517. 2011*

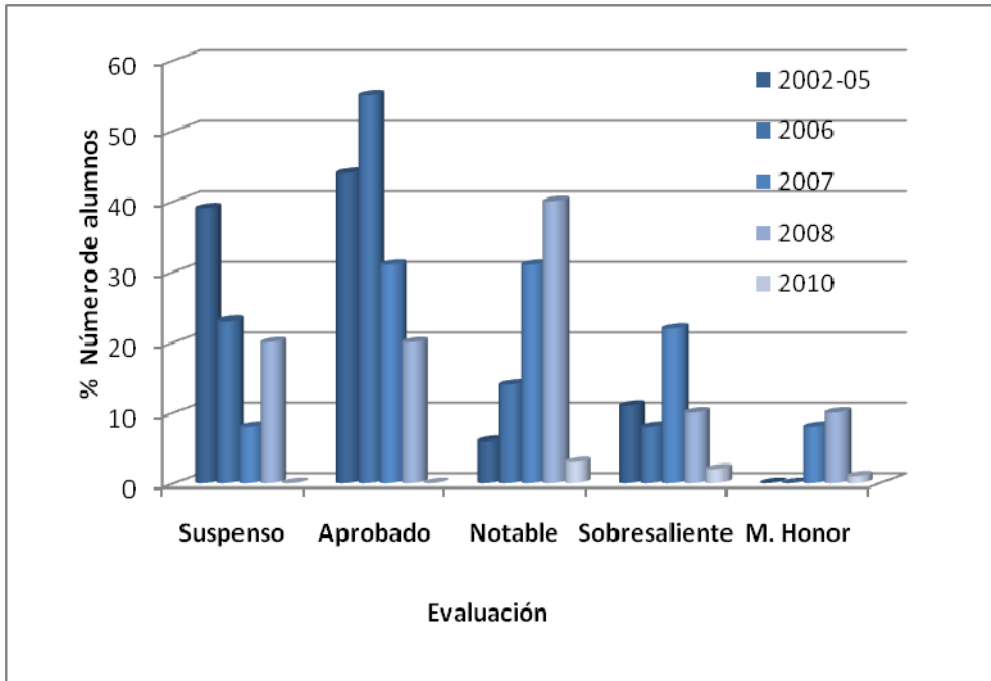
*Joaquín Olivares, José M. Palomares, José M. Soto, Juan C. Gámez. "Learning Engineering by Modeling a Guitar Effects Pedal with FPGAs". Proceedings of the ACM - 2nd Workshop on Methods and Cases in Computing Education. pp. 61-70. 2009*

*Joaquín Olivares, Juan Gómez, José M. Palomares, and Miguel A. Montijano. "Biprocessor SoC in an FPGA for Teaching Purposes". Advanced Learning Technologies, 2008. ICALT '08. Eighth IEEE International Conference on. 2008*



**7. Autoevaluación de la experiencia** (señalar la metodología utilizada y los resultados de la evaluación de la experiencia)

La evaluación de los alumnos ha mejorado desde que se aplica la metodología basada en proyectos, como se muestra en la gráfica, por ello se considera muy apropiado continuarla. En particular en la convocatoria de Febrero de este curso han aprobado todos los alumnos, a excepción de tres, uno que no se ha presentado y otros dos que han abandonado la carrera para ir a trabajar al extranjero.



Personalmente considero que hemos desarrollado una magnífica experiencia, ahora queda la evaluación por parte de los alumnos, para ello se ha desarrollado el siguiente cuestionario, se presentan resultados acumulados:

| Statements  | Responses |    |    |   |    |
|---|-----------|----|----|---|----|
|   | SA        | A  | N  | D | SD |
| Myself  |           |    |    |   |    |
| My learning was productive  | 10        | 26 | 4  | 3 | 0  |
| My learning was funny   | 24        | 13 | 2  | 1 | 3  |
| I'm feel qualified to design embedded systems for industry                          | 8         | 16 | 12 | 4 | 3  |
| Methodology   |           |    |    |   |    |
| I prefer a methodology based on projects than one based on traditional exams        | 36        | 5  | 1  | 0 | 1  |
| Games are useful to introduce real life industrial problems                         | 26        | 14 | 3  | 0 | 0  |
| Games are useful to capture my interest for the subject                             | 41        | 0  | 0  | 1 | 1  |
| Facilitators  |           |    |    |   |    |
| The facilitator was an effective tutor  | 12        | 21 | 7  | 2 | 1  |
| The facilitator helped me to underlying basic information                           | 12        | 19 | 9  | 2 | 1  |
| The facilitator encouraged me through questioning, challenging, and critiques       | 18        | 16 | 4  | 2 | 1  |
| The facilitator promoted a comfortable learning environment                         | 12        | 20 | 8  | 1 | 2  |
| Learning material   |           |    |    |   |    |
| I found that working through the problems increased my understanding of the subject | 16        | 16 | 6  | 1 | 2  |
| I could identify gaps in my knowledge base and address these as learning issues     | 14        | 18 | 8  | 3 | 0  |
| I found that using the resources increased my understanding                         | 22        | 18 | 3  | 0 | 0  |
| Resuming  |           |    |    |   |    |
| I'm satisfied with the subject learning methodology                                 | 25        | 12 | 3  | 2 | 1  |

Note: SA = Strongly Agree, A = Agree, N = No Opinion, D = Disagree, SD = Strongly Disagree

## 8. Bibliografía

1. J.D. Vermunt. Relations Between Student Learning Patterns and Personal and Contextual Factors and Academic Performance. *Higher Education*. 49, 2005, pp 205 – 234.
2. T.-C. Liu, Y.-C. Lin, Kinshuk, M. Chang. Individual Differences in Learning with Simulation Tool: A Pilot Study. *Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, Santander, 2008, pp 501 – 503.
3. Z. Lekkas, N. Tsianos, P. Germanakos, C. Mourlas, G. Samaras. The Role of Emotions in the Design of Personalized Educational Systems. *Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*. Santander, 2008, pp. 886 – 890.
4. J. Olivares. *Guía Docente de Sistemas Electrónicos Digitales*. Universidad de Córdoba, Córdoba. Escuela Politécnica Superior. <http://www.uco.es/organiza/centros/eps/doc/programas/570006.pdf>. Accessed 10 May 2008.
5. J. Olivares, J. Gómez, J.M. Palomares, M.A. Montijano. Biprocessor SoC in an FPGA for Teaching Purposes. *Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*. Santander, 2008, pp. 250 – 251.
6. I.S. Gibson. Group Project Work in Engineering Design-Learning Goals and their Assessment. *International Journal of Engineering Education*. 17(3), 2001, pp 261 – 266.
7. H. Hassan, C. Dominguez, J.M. Martinez, A. Perles, J. Albadalejo, J.V. Capella. Integrated Multicourse Project-based Learning in Electronic Engineering. *International Journal of Engineering Education*. 24, 2008, pp 581 – 591.

8. Mathematical Sciences Education Board. *Measuring What Counts, A Conceptual Guide for Mathematics Assessment*. National Academy Press, 1993
9. D. Mioduser, N. Betzer. The contribution of Project-based-learning to high-achievers' acquisition of technological knowledge and skills. *International Journal of Technology and Design Education*. **18**(1), 2007, pp. 59 – 77
10. *Tuning Project*. Tuning General Brochure. 2007
11. V. Sklyarov, I. Skliarova. Teaching Reconfigurable Systems: Methods, Tools, Tutorials, and Projects. *IEEE Trans. on Education*, 48(2). 2005
12. Digilent Nexys2. <http://www.digilentinc.com> Accessed 27 February 2010
13. C. Carmona, D. Bueno, M.A. Jiménez. Adapting an Educational Game for Spanish Orthography to Make it Adaptive and Accessible. *Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*. Santander, 2008, pp. 159–161.
14. V. Tam, Z.X. Liao, A.C.M. Kwan, C.H. Leung, I.K. Yeung. Developing an Interactive Game Platform to Promote Learning and Teamwork on Mobile Devices: An Experience Report. *Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*. Santander, 2008, pp. 366 – 368.
15. R. Waters, M. McCracken. Assessment and Evaluation in Problem-Based Learning. *The 27th Frontiers in Education Conference*. 1997, pp.689–693.
16. A. Baker, E. Navarro, A. van der Hoek. An Experimental Card Game for Teaching Software Engineering. *Journal of Systems of Software*, **75**. 2005
17. Scalextrix Official Web Page <http://www.scalextrix.es/>. Accessed 27 February 2010
18. C. Goga and F. Andrei. *Ricochet Game Design*. Technical University Cluj - Napoca, 2005
19. D. Hunter. *Guitar Effects Pedals – The Practical Handbook*. Backbeat Books. London. 2004
20. Xess. Xstend Board V3.0 Manual. [http://www.xess.com/manuals/xst-manual-v3\\_0.pdf](http://www.xess.com/manuals/xst-manual-v3_0.pdf). Accessed 25 July 2008

### **Lugar y fecha de la redacción de esta memoria**

Córdoba, a 28 de Septiembre de 2012,



Fdo: Joaquín Olivares Bueno