

## Experiencia interuniversitaria de docencia en un curso clásico de sistemas digitales dentro del EEES.

<sup>1</sup> Guillermo Botella, <sup>1</sup>Guadalupe Miñana, <sup>2</sup>Samuel F. Romero ,

<sup>1</sup> Departamento de Arquitectura de Computadores y Automática, Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid, España

<sup>2</sup> Departamento de Arquitectura y Tecnología de Computadores, Universidad de Granada, Granada, España

{gbotella,guamiro}@fdi.ucm.es; sromero@atc.ugr.es

**Abstract.** Reflexionamos respecto a los cursos clásicos de sistemas digitales impartidos dentro del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), contextualizamos dos casos prácticos de estudio: La Universidad Complutense de Madrid y la Universidad de Granada. Finalizamos el presente trabajo con los datos de una encuesta docente diseñada al efecto que nos permita correlacionar la opinión del estudiante con la distribución temática y organizativa de la asignatura. Creemos que esta primera experiencia puede ser utilidad para otros Centros de Educación Superior que aborden la misma temática.

**Keywords:** Sistemas Digitales, Fundamentos de Computadores, Docencia, Estudios de Grado, EEES, Encuesta docente.

### 1 Introducción

Esta contribución pretende presentar la experiencia docente y reflexionar sobre la percepción del alumnado sobre los conocimientos adquiridos en un curso clásico de introducción a los sistemas digitales. Este curso pertenece al primer cuatrimestre dentro de los estudios de Grado (EEES), se denomina Fundamentos de Computadores (nos centramos en el grupo más numeroso de todos) y se imparte en la Facultad de Informática de la Universidad Complutense de Madrid.

Si contextualizamos brevemente la misma, podemos afirmar que tiene 12 créditos BOE , 12 Créditos ECTS (teniendo 6 créditos correspondiente a sistemas digitales en el primer cuatrimestre y 6 a estructura de computadores en el segundo cuatrimestre), cada semana tiene 2 horas teóricas y 2 horas de contenido práctico: problemas o laboratorio alternos. El departamento responsable es el de Arquitectura de Computadores y Automática de la UCM.

Como objetivos en este primer cuatrimestre tenemos: Introducir la especificación y diseño digital de sistemas hardware y como conocimientos y destrezas que se adquieren: Aritmética Elemental; Especificación de sistemas digitales; Diseño de sistemas digitales síncronos; el método docente consta de la enseñanza presencial teórica, de problemas y de laboratorio.

## 2 Contextualización de la UCM

La Universidad Complutense de Madrid, como versa en su página web [1], fue pionera en España en el área de la Informática al introducirla como tema de investigación y docencia hace más de medio siglo. Ya en los años 50 existía un grupo de investigación de la UCM en estrecha colaboración con otros grupos de Cambridge y Harvard, universidades donde se estaba gestando lo que hoy conocemos como Informática. En la década de los 60, se impartieron cursos de doctorado en estos temas, así como cursos internacionales en el ámbito de la UNESCO. A principios de los 70, antes de la creación de las primeras Facultades de Informática del país, la UCM instaure especialidades de Informática en las Licenciaturas de Ciencias Matemáticas y Físicas.

En octubre de 1991 se crea en la UCM la Escuela Superior de Informática que después, en abril del año 2000, cambia su nombre por el de Facultad de Informática. En ella se han venido impartiendo las tres titulaciones oficiales de nivel universitario: Ingeniería en Informática, Ingeniería Técnica en Informática de Gestión e Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas. Esta facultad ha sido el centro universitario de la Comunidad de Madrid más demandado para las tres titulaciones impartidas.

A partir del curso 2010-2011 se ponen en marcha tres nuevas titulaciones de grado dentro del Espacio Europeo de Educación Superior [2, 3] y que cumplen las especificaciones del Acuerdo del Consejo de Universidades, (B.O.E. 4 de agosto de 2009), sobre los títulos oficiales en el ámbito de la Ingeniería Técnica Informática. Las tres titulaciones dan acceso directo al máster en Ingeniería Informática. Estas titulaciones son: Graduado en Ingeniería Informática, Graduado en Ingeniería de Computadores y Graduado en Ingeniería del Software. También se imparten en la Facultad de Informática estudios oficiales de posgrado y doctorado (con mención de calidad ANECA) y diversos títulos propios de especialización profesional.

El edificio de la Facultad de Informática fue inaugurado en marzo de 2003 y alberga actualmente un total de 2200 alumnos.

En la asignatura Fundamentos de Computadores [4] (1er cuatrimestre, Grupo E) objeto de estudio de este trabajo, se tiene alumnado matriculado en Grado en Ingeniería de Computadores, Grado en Ingeniería Informática y Grado en Ingeniería del Software.

La Ingeniería de Computadores es una disciplina que se ocupa del diseño, desarrollo y administración de sistemas de proceso de información en sus aspectos hardware, software y de comunicaciones, con un conocimiento global de todas las áreas relacionadas con estos sistemas y con capacidad para liderar el desarrollo de proyectos y adaptarse de manera eficiente a un entorno de rápida evolución. El título de Graduado en Ingeniería de Computadores supone la adaptación, al Espacio Europeo de Educación Superior, del título existente en Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas que, en el caso de la Universidad Complutense de Madrid, lleva impartándose desde 1991.

La Ingeniería Informática es la ciencia y la tecnología del diseño, implementación y mantenimiento de las componentes software y hardware que forman los modernos sistemas informáticos. Está sólidamente fundamentada en teorías y principios de computación, matemáticas, física e ingeniería y aplica todos ellos a la resolución de problemas técnicos que requieran el desarrollo de arquitecturas software, hardware y de red que presenten un equilibrio entre diferentes requisitos y objetivos contrapuestos. El título de Graduado en Ingeniería Informática supone la adaptación, al Espacio Europeo de Educación Superior, del título existente con anterioridad a la Ley Orgánica de Universidades 4/2007, de 12 de abril, por la que se modifica la Ley 6/2001, de 21 de diciembre en Ingeniería en Informática que, en el caso de la Universidad Complutense de Madrid, lleva impartándose desde 1991.

La Ingeniería del Software es una disciplina que se ocupa de los sistemas de información en un entorno empresarial, con énfasis en el desarrollo de sistemas de información, bases de datos, modelos de gestión y gestión de la empresa y con capacidad para liderar el desarrollo de proyectos y adaptarse de manera eficiente a un entorno de rápida evolución. El título de Graduado/a en Ingeniería del Software supone la adaptación, al Espacio Europeo de Educación Superior, del título existente en Ingeniería Técnica en Informática de Gestión que, en el caso de la Universidad Complutense de Madrid, lleva impartándose desde 1991.

### **3 Metodología Docente y encuesta**

La asignatura se desarrolla en tres tipos de sesiones, como se ha apuntado previamente:

Clases de teoría: Exposición de los temas de programa y resolución de ejemplos ilustrativos; se realizan conjuntamente en el aula.

Clases de problemas: Resolución de problemas y dudas relacionados con los conceptos explicados en las sesiones de teoría; se realizan en grupos y la asistencia es obligatoria.

Clases de laboratorio: Realización de prácticas que consisten en el montaje de circuitos digitales y su estudio con herramientas de diseño y simulación; se realizan en grupos y la asistencia es obligatoria. Como bibliografía para la asignatura se recomienda [5-8].

## ENCUESTA SOBRE LA ASIGNATURA “FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES” 1er CUATRIMESTRE Grupo E.

### CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS:

- He asistido a clase :

Teórica →  Nada  Poco  Algo  Bastante  Mucho  
Problemas →  Nada  Poco  Algo  Bastante  Mucho  
Laboratorio →  Nada  Poco  Algo  Bastante  Mucho

- Teniendo en cuenta esta asistencia, considero que he adquirido un conocimiento teórico global de la asignatura:

Teórica →  Nada  Poco  Algo  Bastante  Mucho  
Problemas →  Nada  Poco  Algo  Bastante  Mucho  
Laboratorio →  Nada  Poco  Algo  Bastante  Mucho

- He hecho un esfuerzo en esta asignatura :

Teórica →  Nada  Poco  Algo  Bastante  Mucho  
Problemas →  Nada  Poco  Algo  Bastante  Mucho  
Laboratorio →  Nada  Poco  Algo  Bastante  Mucho

- Pienso que voy a obtener una calificación en la asignatura :

Teórica →  Nada  Poco  Algo  Bastante  Mucho  
Problemas →  Nada  Poco  Algo  Bastante  Mucho  
Laboratorio →  Nada  Poco  Algo  Bastante  Mucho

### CONTENIDOS Y ORGANIZACIÓN DE TEORÍA/PROBLEMAS/LABORATORIOS [4, 5, 6, 7]:

Teniendo en cuenta el programa de la asignatura siguiente:

- A. Puntuar de 1 a 5 los conocimientos adquiridos
- B. Distribuir 5 prácticas que refuercen los conocimientos de teoría (P1,..P5)
- C. Repartir (en %) las horas de teoría que el profesor dedicaría al temario
- D. Repartir (en %) las horas de problemas que el profesor dedicaría al temario

#### 1. Representación de la información.

- Representación de números en un computador. Sistemas de numeración
- Conversión entre bases. Conversión a potencias de la base.
- Representación de números naturales y enteros
- Representación de la información alfanumérica. Códigos.

#### 2. Especificación de sistemas combinatoriales.

- Especificación mediante funciones de conmutación.
- Especificación mediante expresiones de conmutación.
- Algebra de Boole. Manipulación algebraica de expresiones de conmutación.
- Formas canónicas de expresiones de conmutación.

- Mapas de Karnaugh. Simplificación de expresiones de conmutación.

**3. Implementación de sistemas combinacionales.**

- Puertas lógicas.
- Análisis y síntesis de redes de puertas AND-OR-NOT.
- Conjuntos universales de módulos.

**4. Módulos combinacionales básicos.**

- Descodificador.
- Codificador.
- Multiplexor.
- Read-Only memories* (ROM)
- Programmable Logic Arrays* (PLA)
- Sumador/restador.

**5. Especificación de sistemas secuenciales.**

- Concepto de estado y diagrama de estados.
- Sistemas síncronos y asíncronos.
- Máquinas de Mealy y de Moore.
- Ejemplos: Diseño de contadores, generadores y reconocedores de secuencias.

**6. Implementación de sistemas secuenciales.**

- Biestables RS y D
- Método de obtención de una especificación binaria.
- Ejemplos: Implementación de contadores, generadores y reconocedores de secuencias.

**7. Módulos secuenciales básicos**

- Registros y Registros de desplazamiento
- Contadores
- Diseño con Registros y Contadores

## 4 Resultados de la encuesta

Encuesta realizada con 68 personas: Se adjuntan valores medios.

| Tema I   | A | B | C  | D  |
|--|---|---|----|----|
| Representación de números en un computador. Sistemas de numeración | 4 |   | 3% | 3% |
| Conversión entre bases. Conversión a potencias de la base.         | 4 |   | 3% | 4% |
| Representación de números naturales y enteros                      | 5 |   | 5% | 5% |
| Representación de la información alfanumérica. Códigos.            | 4 |   | 1% | 0% |

|              |      |           |     |     |
|--------------|------|-----------|-----|-----|
| <b>TOTAL</b> | 4,25 | No Práct. | 12% | 12% |
|--------------|------|-----------|-----|-----|

| Tema 2   | A   | B             | C   | D   |
|--|-----|---------------|-----|-----|
| Especificación mediante funciones de conmutación.                        | 3   |               | 3%  | 1%  |
| Especificación mediante expresiones de conmutación.                      | 3   |               | 3%  | 1%  |
| Algebra de Boole. Manipulación algebraica de expresiones de conmutación. | 4   |               | 5%  | 7%  |
| Formas canónicas de expresiones de conmutación.                          | 4   |               | 2%  | 1%  |
| Mapas de Karnaugh. Simplificación de expresiones de conmutación.         | 5   |               | 6%  | 8%  |
| <b>TOTAL:</b>  | 3,8 | No Prácticas. | 19% | 18% |

| Tema 3  | A   | B             | C  | D  |
|---|-----|---------------|----|----|
| Puertas lógicas.                                    | 4   |               | 2% | 1% |
| Análisis y síntesis de redes de puertas AND-OR-NOT. | 4   |               | 2% | 1% |
| Conjuntos universales de módulos.                   | 3   |               | 3% | 1% |
| <b>TOTAL:</b>                                       | 3,7 | No Practicas. | 7% | 3% |

| Tema 4                                 | A   | B             | C   | D   |
|--|-----|---------------|-----|-----|
| Descodificador.                        | 4   | P1(propuesta) | 4%  | 3%  |
| Codificador.                           | 4   | P1(propuesta) | 4%  | 5%  |
| Multiplexor.                           | 4   | P2(propuesta) | 4%  | 5%  |
| <i>Read-Only memories</i> (ROM)        | 3   |               | 2%  | 1%  |
| <i>Programmable Logic Arrays</i> (PLA) | 3   |               | 2%  | 1%  |
| Sumador/restador.                      | 2   | P2(propuesta) | 6%  | 3%  |
| <b>TOTAL:</b>                          | 3,4 | 3 Prácticas.  | 22% | 18% |

| Tema 5   | A    | B            | C   | D   |
|--|------|--------------|-----|-----|
| Concepto de estado y diagrama de estados.                                  | 4    |              | 4%  | 7%  |
| Sistemas síncronos y asíncronos.   | 5    |              | 1%  | 0%  |
| Máquinas de Mealy y de Moore.  | 5    |              | 3%  | 5%  |
| Ejemplos: Diseño de contadores, generadores y reconocedores de secuencias. | 5    |              | 6%  | 9%  |
| TOTAL:   | 4,75 | No Prácticas | 14% | 19% |

| Tema 6   | A | B             | C   | D   |
|--|---|---------------|-----|-----|
| Biestables RS y D  | 4 |               | 5%  | 3%  |
| Método de obtención de una especificación binaria.                                 | 4 |               | 3%  | 4%  |
| Ejemplos: Implementación de contadores, generadores y reconocedores de secuencias. | 4 | P4(propuesta) | 5%  | 8%  |
| TOTAL:   | 4 | 1 Práctica    | 11% | 15% |

| Tema 7                                  | A | B             | C   | D   |
|---|---|---------------|-----|-----|
| Registros y Registros de desplazamiento | 4 |               | 5%  | 1%  |
| Contadores                              | 4 |               | 6%  | 6%  |
| Diseño con Registros y Contadores       | 4 | P5(propuesta) | 4%  | 8%  |
| TOTAL:                                  | 4 | 1 Práctica    | 15% | 15% |

## 5 Universidad de Granada

En la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Informática y de Telecomunicaciones de la Universidad de Granada, el departamento de Arquitectura y Tecnología de Computadores imparte materias directamente relacionadas con los contenidos detallados para el caso de la Universidad Complutense de Madrid.

En concreto, en las titulaciones de Ingeniería Informática (a extinguir), así como en las Ingenierías Técnicas en Informática de Gestión y de Sistemas, se contemplan las materias de Tecnología de Computadores I [9] y Tecnología de Computadores, respectivamente se imparten contenidos asimilables a los descritos en

apartados anteriores.

Sin embargo, en la fase actual de implantación de los nuevos títulos de grado, las mencionadas asignaturas se encuentran ya extintas por pertenecer a los primeros cursos, y por tanto, no existe docencia presencial de la misma.

Estas asignaturas encontrarán (parcialmente) cobertura en la nueva materia de Tecnología y Organización de Computadores, que en el presente curso 2010/2011 se impartirá en el segundo cuatrimestre.

Por tanto, en la fase en la que actualmente nos encontramos, no es posible la aplicación de dicha experiencia, si bien, los resultados de la misma en el caso de la UCM nos permiten anticipar mecanismos similares que prevemos ensayar en la puesta en marcha de nuestra nueva asignatura de Grado en Ingeniería Informática. Los resultados que entonces se recogerán nos permitirán modelar y reajustar la docencia en la materia en su momento inicial, de forma que podamos obtener un mejor rendimiento académico.

## **6 Conclusiones y trabajo Futuro:**

Se observa dentro del apartado A, un conocimiento por encima del valor medio exceptuando en el caso del sumador/restador donde se ha recibido una calificación de 2/5.

Si analizamos el apartado B el alumnado propone prácticas en el tema 4. Aquí tenemos sendas propuestas de prácticas empatadas en porcentaje: Uso de Codificadores y uso de Descodificadores por un lado y uso de multiplexores y sumador /restador por otro. En el tema 6 tenemos una propuesta mayoritaria de diseño de sistemas secuenciales y en el tema 7 la mayoritaria es el diseño con contadores.

Las prácticas realizadas este curso consistieron en:

- 1ª Sesión: Diseño y simulación de un circuito combinacional usando puertas lógicas,
- 2ª Sesión: Montaje de un circuito combinacional usando puertas lógicas,
- 3ª Sesión: Diseño, simulación y montaje de un Conversor de código Gray a Binario,
- 4ª Sesión: Diseño, simulación y montaje de un reconocedor de patrón,
- 5ª Sesión: Diseño y montaje de un registro.

Vemos como exceptuando la última donde el alumnado propone usar contador, registro en lugar de diseñar uno, las prácticas coinciden con las realizadas este curso.

Los apartados C,D dedicación de horas de teoría y problemas están bastante repartidos predominando los siguientes epígrafes:

Manipulación Algebraica (7%), Mapas de Karnaugh (8%), Contadores (6%), Diseño con registros y contadores (8%), Implementación de Contadores, reconocedores de secuencia (9%). Respecto a problemas sólo estos puntos suponen casi un 40% del tiempo total de problemas. Sin embargo respecto a horas de teoría, por bloques podemos decir que predominan los temas 2 y 4 con un 41 % de contenido propuesto.

Este último balance es bastante curioso ya que el alumnado considera más importante aumentar el tiempo que se dedica a clases prácticas en sistemas secuenciales y simultáneamente aumentar las horas docentes en teoría de sistemas combinatoriales.

Esta experiencia ha servido para obtener unos resultados visibles que impulsen nuestra mejora como docentes dentro del EEES, como trabajo futuro correlacionaremos estos resultados con los obtenidos en la evaluación de Febrero y Junio y compararemos los resultados con otras universidades.

## 7 Bibliografía

1. <http://www.ucm.es>
2. Bologna Working Group on Qualifications Frameworks. A Framework for Qualifications of the European Higher Education Area (2005), [online] en [http://www.bologna-bergen2005.no/Docs/00-Main\\_doc/050218\\_QF\\_EHEA.pdf](http://www.bologna-bergen2005.no/Docs/00-Main_doc/050218_QF_EHEA.pdf)
3. De Miguel, M. Cambio de paradigma metodológico en la educación superior. Exigencias que conlleva. Cuadernos de Integración Europea, 2, 16-27. (2005).
4. Asignatura de Fundamentos de Computadores en la UCM, Guía Docente [online] [http://www.fdi.ucm.es/Guia\\_Docente/ver\\_prog\\_asig.asp?Titulo=0846&Asignatura=803265&fdicurso=2010-2011](http://www.fdi.ucm.es/Guia_Docente/ver_prog_asig.asp?Titulo=0846&Asignatura=803265&fdicurso=2010-2011)
5. Hermida, R., del Corral, A.M., Pastor, E., Sánchez, F., "Fundamentos de Computadores", Ed. Síntesis. 1998.
6. Daniel D. Gajski, "Principios de Diseño Digital", Ed. Prentice Hall.
7. A. Cuesta, J.I. Hidalgo, J. Lanchares, J.L. Risco, "Problemas de Fundamentos y estructura de Computadores", Ed. Prentice Hall, 2009".
8. Baena, C.; Bellido, J.; Molina, A.; Parra, M.; Valencia, M., "Problemas de Circuitos y Sistemas Digitales", Ed. McGraw-Hill, 1997.
9. Asignatura de Tecnología de Computadores I en la UGR, Guía Docente [online] <http://etsiit.ugr.es/planes/index.php?id=3&id2=12>

