

INGENIERÍA INFORMÁTICA

Asignatura: **SISTEMAS DIGITALES AVANZADOS** (6 créditos, 5º curso)
Profesores: Paulino Ruiz de Clavijo y Manuel Valencia
Curso académico 2002/2003

1. CONTENIDOS Y OBJETIVOS:

En esta asignatura se tratarán aspectos avanzados de los sistemas digitales desde la perspectiva de los circuitos VLSI. Entre otros, se tratarán técnicas de diseño *hardware* de circuitos aritméticos y de circuitos secuenciales para altas prestaciones temporales y/o bajo consumo de potencia, técnicas de análisis y verificación de gran exactitud a nivel lógico-temporal, y técnicas de implementación con dispositivos programables de alta densidad.

Los principales objetivos que se persiguen son:

- Capacitar a los alumnos para aplicar sus conocimientos a la resolución de problemas de diseño electrónico concretos, para comunicarse adecuadamente en el mundo profesional y para lograr buenas bases para la autoformación.
- Reconocer los principales aspectos temporales y de consumo de potencia en los circuitos digitales y operar con circuitos reales de acuerdo con los modelos desarrollados.
- Diseñar circuitos aritméticos, tanto en punto fijo como en punto flotante bajo diferentes compromisos entre velocidad y coste, así como circuitos secuenciales de altas prestaciones.
- Utilizar herramientas CAD para diseño VLSI: entornos globales de diseño lógico y software específico para el análisis/verificación lógico-temporal y simulación eléctrica.
- Operar con entornos de diseño comerciales para diseñar-implementar-probar circuitos digitales.
- Aplicar herramientas de análisis/simulación en la caracterización de circuitos.

2. ACTIVIDADES:

La materia se cubrirá en clases **teóricas** y en clases **prácticas**. En éstas, que se pretenden desarrollar principalmente como prácticas en laboratorio, se abordarán problemas de simulación y de diseño digital VLSI. Habrá tres tipos de **prácticas**: 1/ obligatorias con monitor, que están destinadas a enseñar/aprender; 2/ tuteladas en modo proyecto, destinadas a evaluar por curso; y 3/ las de examen (sin monitorización ni tutela de profesor), destinadas a examinar por *finales*. Además, habrá asistencia de **tutorías** a requerimiento del alumno en los horarios que determinen los profesores.

3. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN:

La calificación de un alumno (Nota) vendrá dada por la media entre la que obtenga en los exámenes teóricos (N_T) y la que obtenga en la evaluación de laboratorio (N_L),

$$\text{Nota} = (N_T + N_L) / 2,$$

siempre que obtenga más de un 3 en cada una de ellas. Para la 1ª convocatoria el sistema de evaluación contempla dos casos, que son mutuamente excluyentes: **por curso** (que será el procedimiento normal) o por **prueba final**. La calificación **por curso** sólo será posible durante el cuatrimestre en que se imparta la asignatura (1ª convocatoria). Las 2ª y 3ª convocatorias sólo tienen **pruebas finales**.

La evaluación **por curso** genera las dos notas, una teórica (N_T) y otra de laboratorio (N_L), de igual peso en la calificación final:

- La nota N_T se obtendrá como la *media* entre las obtenidas en los *exámenes de teoría* que se realizarán durante el cuatrimestre de clases (salvo acuerdo entre profesores y alumnos asistentes para realización de otros tipos de pruebas). Durante las clases se acordará el número de exámenes a realizar y sus fechas de realización. Estos exámenes en general poseerán preguntas de teoría y problemas cortos.

Si $N_T > 3$, se promediará con la nota de laboratorio para obtener la calificación final de la asignatura; si $N_T \leq 3$, será necesario aprobar en el examen final en las siguientes convocatorias.

- La nota de laboratorio N_L se obtendrá del trabajo final por curso. Este trabajo consiste en una *práctica-examen*, que es asignada por el profesor a cada alumno con suficiente antelación, y que los alumnos realizarán de forma *tutelada* por el profesor (pero no monitorizada) durante la última sesión de laboratorio. Tras su realización y en todo caso antes de que transcurra una semana, cada alumno deberá entregar una **memoria** de su práctica.

La nota de esta prueba procederá tanto de la evaluación durante el desarrollo de la práctica como de la memoria entregada, atendiendo en este caso a los logros de carácter técnico y de consecución de objetivos, así como a lo adecuado de la presentación y del nivel de comunicación. Excepcionalmente se requerirá la defensa oral del trabajo.

Si $N_L > 3$, se promediará con la nota de teoría N_T ; si $N_L \leq 3$, será necesario aprobar en el examen final en las siguientes convocatorias.

La evaluación **por finales** tendrá dos pruebas, una para cada **nota** (N_T y N_L).

- El *examen final* consistirá en un único examen de toda la materia, con teoría y problemas, que se realizará cuando lo establezca el calendario de exámenes de la ETSII.
- El *trabajo final de prácticas*, que será similar al de las prácticas del curso pero sin monitorización ni tutela del profesor durante su ejecución, se realizará según determine el profesor de prácticas previa petición del alumno interesado.

Las calificaciones que estén aprobadas ($N_T \geq 5$ o $N_L \geq 5$) se reservarán hasta la 3ª convocatoria (*la de Diciembre*).

En todo caso, el **proceso** de evaluación será **flexible** para adaptarse a situaciones no contempladas aquí.

4. PROGRAMA:

1. INTRODUCCIÓN

2. CARACTERIZACIÓN TEMPORAL

Caracterización de señales, de circuitos digitales con/sin memoria y de conexiones. Generación y distribución de reloj. Temporización de circuitos secuenciales síncronos.

3. CIRCUITOS ARITMÉTICOS

Representación de números y aritmética digital. Circuitos básicos: Sumadores. Multiplicadores y divisores en punto fijo. Circuitos para aritmética en punto flotante.

4. SINCRONIZACIÓN

Aspectos básicos. Metaestabilidad. Estructuras de sincronizadores y la estimación de la probabilidad de fallo. Diseño de arbitradores. Alineación de señales de reloj en sistemas.

5. VERIFICACIÓN Y ANÁLISIS TEMPORAL DE ALTA PRECISIÓN EN CMOS VLSI

La simulación temporal. El nivel de puertas: modelado de retraso, técnicas de simulación. El nivel de conmutación: modelos, particionado de circuitos. Ejemplos.

6. DISEÑO DE CIRCUITOS SIN RELOJ

Terminología y clasificaciones. Diseño en modo fundamental. Diseños autotemporizados: Protocolos, arquitecturas, implementaciones CMOS, metodología y herramientas de diseño, aplicaciones.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO (según recursos)

1. Introducción al diseño digital con FPGA: herramienta y fases de diseño, *Xilinx*. Tutorial.
2. Diseño, implementación y prueba con la placa de desarrollo XS40.
3. Diseño y comparación de sumadores.
4. Diseño y análisis de prestaciones de circuitos aritméticos en punto fijo.
5. Diseño y análisis de prestaciones de circuitos aritméticos en punto flotante.
6. Herramienta de simulación *Spice*. Caracterización de puertas/biestables.
7. Simulador lógico-temporal.
8. Práctica en modo proyecto. Una de los siguientes tipos: con XILINX (diseño, implementación y prueba de un circuito); con SPICE (caracterización de celdas); simulador lógico, (añadir efectos adicionales, p.ej.de carga, al simulador de la práctica 7.)

BIBLIOGRAFÍA

- [ACOS97]: A.J. Acosta et al.: *Temporización en Circuitos Integrados Digitales CMOS*. Proyecto CICYT TXT96-2284, 1997.
- [DALL98]: W.J. Dally, and J.W. Poulton: *Digital Systems Engineering*. Cambridge University Press, 1998.
- [OMON94]: A.R. Omondi: *Computer Arithmetic Systems. Algorithms, Architecture and Implementation*. Prentice Hall, 1994.
- [WEST93]: N.H.E. Weste, and K. Eshraghian: *Principles of CMOS VLSI Design: A Systems Perspective*. Addison Wesley Pu. Co., 1993.
- [YEAP98]: G. Yeap: *Practical Low-Power Digital VLSI Design*. Kluwer, 1998.