

**Guía docente de la asignatura**

<b>Asignatura</b>	INTRODUCCIÓN AL DISEÑO DE CIRCUITOS INTEGRADOS		
<b>Materia</b>	COMPLEMENTOS DE ELECTRÓNICA para Graduados en Tecnologías Específicas de Telecomunicación, Mención en Sistemas de Telecomunicación o Telemática		
<b>Módulo</b>			
<b>Titulación</b>	MÁSTER EN INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN		
<b>Plan</b>	544	<b>Código</b>	53796
<b>Periodo de impartición</b>	1 <sup>ER</sup> CUATRIMESTRE	<b>Tipo/Carácter</b>	OPTATIVA*
<b>Nivel/Ciclo</b>	MÁSTER	<b>Curso</b>	COMPLEMENTOS DE FORMACIÓN
<b>Créditos ECTS</b>	6 ECTS		
<b>Lengua en que se imparte</b>	CASTELLANO		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	JOSÉ EMILIANO RUBIO GARCÍA LUIS QUINTANILLA SIERRA RUTH PINACHO GÓMEZ		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	TELÉFONO: E-MAIL: <a href="mailto:jerg@ele.uva.es">jerg@ele.uva.es</a> , <a href="mailto:luqui@tel.uva.es">luqui@tel.uva.es</a> , <a href="mailto:rutpin@tel.uva.es">rutpin@tel.uva.es</a>		
<b>Horario de tutorías</b>	Véase <a href="http://www6.uva.es">www6.uva.es</a> → Centros → Campus de Valladolid → Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación → Tutorías		
<b>Departamento</b>	ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA		

(\*) Esta asignatura es optativa a nivel de título pero es obligatoria para los alumnos que acceden al máster desde el Grado en Ingeniería de Tecnologías Específicas de Telecomunicación, Mención en Sistemas de Telecomunicación o Mención en Telemática.



## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

### 1.1 Contextualización

El diseño de circuitos y sistemas digitales es un tema de crucial importancia en la sociedad actual, cuya base tecnológica se sustenta, en gran medida, en los circuitos integrados basados en transistores MOSFET de silicio. Desde que a comienzos de la década de los 70 del siglo XX se fabricaron los primeros circuitos lógicos con tecnología CMOS, el diseño de circuitos integrados digitales ha experimentado un vertiginoso e imparable avance, afrontando retos cada vez más complejos que hacen imprescindible su continuo estudio e innovación. La asignatura que aquí se presenta aborda los aspectos más cruciales del diseño: escalado, consumo de potencia, limitaciones tecnológicas, generación de *layouts*, diseño de lógica combinacional y secuencial, estática y dinámica, efectos parásitos, limitaciones tecnológicas, temporización, interconexiones y encapsulado, atendiendo especialmente al estado del arte y a la búsqueda de nuevas fronteras. Para ello se trata de proporcionar al estudiante una doble perspectiva: por una parte, la visión abstracta del diseño digital; y por otra, la realidad tecnológica de los circuitos del momento.

### 1.2 Relación con otras materias

Esta asignatura forma parte de la materia “Complementos de Electrónica” para Graduados en Tecnologías Específicas de Telecomunicación, mención en Sistemas de Telecomunicación o Telemática, y comparte contenidos con la asignatura “Diseño de Circuitos y Sistemas Digitales”, obligatoria de la mención en Sistemas Electrónicos; así mismo, está muy relacionada con la asignatura “Diseño de Circuitos Integrados para Comunicaciones”, optativa en el Grado en Tecnologías de Telecomunicación.

En cuanto a las asignaturas obligatorias comunes a los Grados en Tecnologías de Telecomunicación y en Tecnologías Específicas de Telecomunicación, esta asignatura está necesariamente relacionada con todas las que constituyen la materia “Electrónica Digital”, perteneciente al Bloque de Materias Básicas de Telecomunicaciones, en particular “Circuitos Electrónicos Digitales”, que se imparte en el primer cuatrimestre del segundo curso, y cuyo correcto conocimiento constituye una base muy adecuada para el acceso a los contenidos de esta asignatura. También es de especial relevancia el conocimiento de los principios de funcionamiento y de los aspectos tecnológicos de los dispositivos electrónicos, en particular del transistor MOSFET, que es proporcionado por la asignatura “Fundamentos de Electrónica”; se trata de una asignatura de formación básica enmarcada en la materia “Electrónica Analógica” y que se imparte en el segundo cuatrimestre del primer curso.

Los contenidos de esta asignatura son necesarios para cursar la asignatura “Diseño y Test de Circuitos Integrados”, obligatoria del Máster en Ingeniería de Telecomunicación y perteneciente a la materia Electrónica para Comunicaciones.

### 1.3 Prerrequisitos

No existen condiciones previas excluyentes para cursar esta asignatura.



## 2. Competencias

### 2.1 Generales

- Capacidad para resolver problemas con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
- Capacidad para diseñar y llevar a cabo experimentos, así como analizar e interpretar datos.
- Capacidad para elaborar informes basados en el análisis crítico de la bibliografía técnica y de la realidad en el campo de su especialidad.
- Capacidad para desarrollar metodologías y destrezas de aprendizaje autónomo eficiente para la adaptación y actualización de nuevos conocimientos y avances científicos.
- Capacidad de organización, planificación y gestión del tiempo.
- Capacidad para comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.

### 2.2 Específicas

- Capacidad de diseñar circuitos de electrónica analógica y digital, de conversión analógico-digital y digital-analógica, de radiofrecuencia, de alimentación y conversión de energía eléctrica para aplicaciones de telecomunicaciones y computación.
- Capacidad para aplicar la electrónica como tecnología de soporte en otros campos y actividades, y no sólo en el ámbito de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

## 3. Objetivos

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

- Conocer los principios básicos del Diseño CMOS VLSI.
- Estudiar y analizar los bloques elementales de los circuitos y sistemas digitales CMOS.
- Comprender los procedimientos y condicionantes de la implementación física de los circuitos y cómo dicha implementación puede afectar a sus características.
- Adquirir habilidades para el diseño VLSI de bloques digitales CMOS básicos y de complejidad intermedia.
- Desarrollar destrezas para diseñar, simular y verificar circuitos y sistemas digitales.
- Encontrar y analizar información técnica y realizar informes técnicos con dicha información.
- Conocer las soluciones comerciales existentes basadas en lógica programable para el desarrollo de circuitos digitales para comunicaciones
- Comprender la metodología de diseño de circuitos digitales para comunicaciones basados en sistemas lógicos programables.
- Conocer los lenguajes de programación de hardware HDL a emplear en el diseño de circuitos digitales basados en lógica programable.

**4. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura**

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	30	Estudio y trabajo autónomo individual	45
Clases prácticas de aula (A)	15	Estudio y trabajo autónomo grupal	45
Laboratorios (L)	15		
Prácticas externas, clínicas o de campo	0		
Seminarios (S)	0		
Tutorías grupales (TG)	0		
Evaluación (fuera del periodo oficial de exámenes)	0		
<b>Total presencial</b>	<b>60</b>	<b>Total no presencial</b>	<b>90</b>

**5. Bloques Temáticos****Bloque 1      Diseño digital con lógica programable**Carga de trabajo en créditos ECTS: **a. Contextualización y justificación**

Véase apartado 1.1. Esta asignatura consta de un único bloque y por tanto no es necesario su contextualización y justificación dentro de la asignatura.

**b. Objetivos de aprendizaje**

- Conocer las soluciones comerciales existentes basadas en lógica programable para el desarrollo de circuitos digitales para comunicaciones
- Comprender la metodología de diseño de circuitos digitales para comunicaciones basados en sistemas lógicos programables.
- Conocer los lenguajes de programación de hardware HDL a emplear en el diseño de circuitos digitales basados en lógica programable.

**c. Contenidos****TEMA 1: Lógica Programable**

- 1.1- Fundamentos
- 1.2- Historia del diseño lógico
- 1.3- Tecnologías básicas de la lógica programable
- 1.4- CPLDs
- 1.5- FPGAs.
- 1.6- CPLDs vs FPGAs





1.7- Fabricantes. Familias de chips de ALTERA

## TEMA 2: Consideraciones Temporales

- 2.1- Introducción: Tiempos de delay, setup, hold
- 2.2- Terminología de TimeQuest – Timing Paths
- 2.3- La señal de reloj: clocking
- 2.4- Setup Slack y Hold Slack
- 2.5- Recovery and Removal Slack
- 2.6- Test generados por TimeQuest Timing Analyzer
- 2.7- Introducción de Constrains (fichero .sdc)

### d. Métodos docentes

---

- Clase magistral participativa - Se prevé, para esta parte, introducir metodologías activas de participación en las clases, a través de la realización de pequeños proyectos tutorizados, de forma que el alumno vaya construyendo su base de conocimientos a medida que se progresa en la asignatura. Para ello, por ejemplo, se hará especial hincapié en que el alumno desarrolle la parte teórica de las prácticas de laboratorio como paso previo ineludible para su realización.
- Aprendizaje colaborativo en las clases de laboratorio

### e. Plan de trabajo

---

Véase el Anexo I.

### f. Evaluación

---

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Valoración de la actitud y participación del alumno en las actividades formativas.
- Valoración del trabajo realizado en el laboratorio.
- Prueba escrita al final del cuatrimestre.

### g. Bibliografía básica

---

- Michael D. Ciletti, *Modeling, Synthesis and Rapid Prototyping with the Verilog HDL*. ed., Prentice Hall, 1999.
- J. M. Lee, *Verilog Quickstart*, 3rd. ed. Kluwer Academic Publishers, 2002.
- Tutoriales y manuales proporcionados por Altera a través de su programa para Universidades.  
<http://www.altera.com/education/univ/unv-index.html>
- J.P. Hayes, *Introducción al Diseño Lógico Digital*, Addison-Wesley, 1996.

### h. Bibliografía complementaria

---

- T. Pollán Santamaría, *Electrónica Digital*, Prensas Universitarias de Zaragoza, 1994.
- R.J. Tocci, *Sistemas Digitales: Principios y Aplicaciones*, 10ª ed., Prentice Hall, 2007.
- H. Taub, *Circuitos Digitales y Microprocesadores*, McGraw-Hill, 1990.
- Manual de Quartus II (herramienta EDA de Altera)



### i. Recursos necesarios

Se utilizarán, cuando el profesor lo estime conveniente, los siguientes recursos, todos ellos facilitados por el mismo o la UVa:

- Transparencias en las clases magistrales
- Documentación de apoyo para la realización de problemas de aula y prácticas de laboratorio
- Kit de desarrollo de diseños en FPGAs: placa de circuito impreso que contiene un chip de lógica programable y toda la circuitería auxiliar para su programación y depurado. Software para el diseño completo

## Bloque 2 Diseño de circuitos y sistemas digitales

Carga de trabajo en créditos ECTS: 4

### a. Contextualización y justificación

Véase apartado 1.1. Esta asignatura consta de un único bloque y por tanto no es necesario su contextualización y justificación dentro de la asignatura.

### b. Objetivos de aprendizaje

Véase apartado 3. Esta asignatura consta de un único bloque que comprende, por tanto, objetivos de aprendizaje de la asignatura completa.

### c. Contenidos

#### Tema 1.- Introducción

- 1.1.- Perspectiva histórica
- 1.2.- Aspectos generales del diseño de circuitos integrados digitales
- 1.3.- Principios del diseño estructurado
- 1.4.- Dispositivos básicos: transistor MOSFET e inversor CMOS.

#### Tema 2.- Diseño de Lógica CMOS Combinacional

- 2.1.- Lógica combinacional estática
- 2.2.- Familias lógicas alternativas
- 2.3.- Lógica combinacional dinámica

#### Tema 3.- Diseño de Lógica CMOS Secuencial

- 4.1.- Circuitos secuenciales estáticos
- 4.2.- Circuitos secuenciales dinámicos
- 4.3.- Circuitos multivibradores

#### Prácticas de laboratorio

- Metodologías de diseño *bottom-up*
- Herramientas de captura, simulación, verificación y síntesis

### d. Métodos docentes

- Clase magistral participativa
- Aprendizaje entre iguales

### e. Plan de trabajo

Véase el Anexo I.

### f. Evaluación

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Valoración de la actitud y participación del alumno en las actividades formativas.
- Valoración del trabajo realizado en el laboratorio.
- Prueba escrita al final del cuatrimestre.

### g. Bibliografía básica

- Neil Weste and David Harris. CMOS VLSI Design: A Circuits and Systems Perspective. Addison-Wesley Publishing Company. 4<sup>th</sup> Edition. 2010.
- R. Jacob Baker. "CMOS: Circuit Design, Layout, and Simulation". Wiley-IEEE Press. 3<sup>rd</sup> Edition. 2010.
- Jan M.Rabaey, A. Chandrakasan and B. Nikolic. "Digital Integrated Circuits. A Design Perspective". Prentice Hall Electronics and VLSI Series, Charles G.Sodini, Series Editor. Second Edition. 2003.

### h. Bibliografía complementaria

- A. S. Sedra y K. C. Smith. "Circuitos Microelectrónicos". McGraw Hill. 2006.
- Tim Williams. The Circuit Designer's Companion. Newnes-Elsevier. 2nd. Edition. 2005.
- J.F.Wakerly. "Digital Design. Principles and Practices". Prentice Hall International. 2000.
- R. Jacob Baker. CMOS: Mixed-Signal Circuit Design. Wiley-IEEE Press. 2nd. Edition. 2009.

### i. Recursos necesarios

Serán necesarios los siguientes recursos, todos ellos facilitados por la UVa o el profesor:

- Las clases teóricas se realizarán mediante presentaciones power-point.
- Para llevar a cabo las prácticas de laboratorio se necesitará el siguiente software:  
MICROWIND

## 6. Temporalización (por bloques temáticos)

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Bloque I – Diseño Digital con Lógica Programable	2	Semanas 1-5
Bloque II – Diseño Digital con Lógica Programable	4	Semanas 6-15

## 7. Sistema de calificaciones – Tabla resumen

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Examen final escrito	70%	Es condición necesaria (pero no suficiente) para superar la asignatura alcanzar una calificación igual o superior al 50% en el examen final escrito
Valoración de la destreza en el manejo de la instrumentación de laboratorio y de la habilidad para resolver dificultades	30%	Se valorará mediante observación sistemática en las propias sesiones de laboratorio, junto con las memorias y resúmenes realizados. Es condición necesaria (pero no suficiente) para superar la asignatura alcanzar una calificación igual o superior al 50% en este apartado

Si el alumno no supera alguno de los dos recursos, la nota final será la del recurso no superado ponderada sobre 10.

En el caso de la convocatoria extraordinaria:

- En caso de haber superado algún recurso en la convocatoria ordinaria, se mantiene la calificación obtenida en éste mientras que se realizará un examen individual para calificar el recurso no superado.
- En caso de no haber superado ninguno de los dos recursos, el alumno deberá presentarse a sendos exámenes: teórico y práctico (laboratorio) y obtener una calificación del 50% o superior en cada uno de ellos, para superar la asignatura

## 8. Consideraciones finales

El Anexo I mencionado en la guía, donde se describe la planificación detallada, se entregará al comienzo de la asignatura.