

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

| | | | |
|--|---|----------------------|--------------------------------------|
| Asignatura | DISEÑO DE CIRCUITOS Y SISTEMAS DIGITALES | | |
| Materia | DISEÑO DE CIRCUITOS Y SISTEMAS ELECTRÓNICOS | | |
| Módulo | MATERIAS ESPECÍFICAS DE LA MENCIÓN EN SISTEMAS ELECTRÓNICOS | | |
| Titulación | GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS ESPECÍFICAS DE TELECOMUNICACIÓN. | | |
| Plan | 512 | Código | A46646 |
| Periodo de impartición | 2º CUATRIMESTRE | Tipo/Carácter | OPTATIVA (obligatoria de la Mención) |
| Nivel/Ciclo | GRADO | Curso | 3º |
| Créditos ECTS | 6 ECTS | | |
| Lengua en que se imparte | CASTELLANO | | |
| Profesor/es responsable/s | HELENA CASTÁN LANASPA SALVADOR DUEÑAS CARAZO | | |
| Datos de contacto (E-mail, teléfono...) | TELÉFONO: 983 423664 / 983 423679 E-MAIL: helena@ele.uva.es , sduenas@ele.uva.es | | |
| Horario de tutorías | Véase: http://www.uva.es/export/sites/uva/2.docencia/2.01.grados/2.01.02.ofertaformativagrados/2.01.02.01.alfabetica/Grado-en-Ingenieria-de-Tecnologias-Especificas-de-Telecomunicacion/ | | |
| Departamento | ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA | | |
| Fecha de revisión por el Comité de Título | 27 de junio de 2022 | | |

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, 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. Por otro lado, las soluciones basadas en lógica programable constituyen una alternativa barata, en términos de tiempo de desarrollo y test, para diseños de aplicación específica, por lo que su estudio y conocimiento de las etapas de diseño resulta de gran interés.

1.2 Relación con otras materias

La asignatura “Diseño de circuitos y sistemas digitales” se enmarca dentro de la materia “Diseño de circuitos y sistemas electrónicos”, perteneciente al Bloque de Materias Específicas de Sistemas Electrónicos. Las otras dos asignaturas que constituyen esta materia son “Diseño de circuitos y sistemas analógicos” y “Diseño de circuitos y sistemas mixtos”, con las cuales mantiene una estrecha relación y comparte una concepción común; desde un punto de vista cronológico, se imparte entre ambas, en el segundo cuatrimestre del tercer curso.

En cuanto a las asignaturas de cursos precedentes, esta asignatura está necesariamente relacionada con las que constituyen la materia “Electrónica Digital”, perteneciente al Bloque de Materias Básicas de Telecomunicaciones”. 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.

1.3 Prerrequisitos

No existen condiciones previas excluyentes para cursar esta asignatura, aunque sí recomendaciones lógicas que el alumno debería tener en cuenta. Es recomendable haber cursado las materias básicas de Telecomunicaciones “Electrónica Analógica”, “Electrónica Digital” y “Sistemas Electrónicos basados en Microprocesador. También resulta muy conveniente para afrontar esta asignatura haber adquirido los conocimientos y competencias de algunas Materias Instrumentales, especialmente “Física”.

2. Competencias

2.1 Generales

- GC1. Capacidad de organización, planificación y gestión del tiempo.
- GC2. Capacidad para comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.
- GC3. Capacidad para trabajar en cualquier contexto, individual o en grupo, de aprendizaje o profesional, local o internacional, desde el respeto a los derechos fundamentales, de igualdad de sexo, raza o religión y los principios de accesibilidad universal, así como la cultura de paz.
- GBE3. Capacidad para resolver problemas con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
- GBE5. Capacidad para elaborar informes basados en el análisis crítico de la bibliografía técnica y de la realidad en el campo de su especialidad.
- GE3. Capacidad para desarrollar metodologías y destrezas de aprendizaje autónomo eficiente para la adaptación y actualización de nuevos conocimientos y avances científicos.

2.2 Específicas

- SE5. 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.



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.

5. Bloques temáticos

Bloque 1 Diseño microelectrónico de circuitos y sistemas digitales

Carga de trabajo en créditos ECTS:

a. Contextualización y justificación

Véase apartado 1.1.

b. Objetivos de aprendizaje

- 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.

c. Contenidos

Tema 1.- Introducción al Diseño Digital

- 1.1.- Perspectiva histórica
- 1.2.- Aspectos generales del diseño de circuitos integrados digitales
- 1.3.- El dispositivo básico: transistor MOSFET
- 1.4.- El 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.- Técnicas de Generación de Layouts

- 3.1.- Reglas de diseño
- 3.2.- Técnicas de Weinberger y de Celdas Estándar
- 3.3.- Método de los Grafos de Euler

Tema 4.- 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.
- Realización de una presentación oral.
- Prueba escrita al final del cuatrimestre.

g. Material docente

g.1 Bibliografía básica

- Neil Weste and David Harris. CMOS VLSI Design: A Circuits and Systems Perspective. Addison-Wesley Publishing Company. 4th Edition. 2010.
- R. Jacob Baker. "CMOS: Circuit Design, Layout, and Simulation". Wiley-IEEE Press. 3rd 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.

g.2 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.

g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

h. Recursos necesarios

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

- Diapositivas de las presentaciones power-point utilizadas como apoyo en las clases teóricas.
- Documentación de apoyo para la realización de problemas de aula y prácticas de laboratorio.
- Para llevar a cabo las prácticas de laboratorio se necesitará el siguiente software:
MICROWIND y DSCH



i. Temporalización

| CARGA ECTS | PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO |
|------------|--------------------------------|
| 4 | Semanas 1-10 |





Bloque 2 Diseño digital con lógica programable

Carga de trabajo en créditos ECTS: 2

a. Contextualización y justificación

Véase apartado 1.1.

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 5: Lógica Programable

- 5.1.- Fundamentos
- 5.2.- Historia del diseño lógico
- 5.3.- Tecnologías básicas de la lógica programable
- 5.4.- Dispositivos lógicos programables complejos (CPLD)
- 5.5.- Matrices de puerta programable por campo (FPGA)
- 5.6.- CPLDs vs. FPGAs
- 5.7.- Fabricantes. Familias de chips de ALTERA

TEMA 6: Consideraciones Temporales

- 6.1.- Definición de tiempos característicos: *delay*, *setup*, y *hold*
- 6.2.- La señal de reloj: variaciones espaciales y temporales
- 6.3.- Terminología del analizador temporal de ALTERA (*TimeQuest*)
- 6.4.- Margen de elevación (*Setup Slack*) y Margen de mantenimiento (*Hold Slack*)
- 6.5.- Tiempos relacionados con las señales asíncronas
- 6.6.- Test generados por el analizador temporal de ALTERA (*TimeQuest*)
- 6.7.- Especificaciones de la señal de reloj

Prácticas de laboratorio:

Desarrollo de diseños FPGAs

d. Métodos docentes

- Clase magistral participativa
- Aprendizaje entre iguales

e. Plan de trabajo

Véase el Anexo I.

f. Evaluación

- 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

g Material docente

g.1 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.

g.2 Bibliografía complementaria

- T. Pollán Santamaria, *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)

g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

h. Recursos necesarios

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

- Diapositivas de las presentaciones power-point utilizadas como apoyo en las clases teóricas.
- 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



i. Temporalización

| CARGA ECTS | PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO |
|------------|--------------------------------|
| 2 | Semanas 11-15 |

5. Métodos docentes y principios metodológicos

En esta asignatura se aplican los métodos docentes de clases teóricas participativas, seminarios y tutorías grupales. Además, se fomenta la preparación de trabajos por parte de los estudiantes y su exposición pública seguida de debate con el fin de propiciar que los estudiantes puedan profundizar por sí mismos en los conocimientos adquiridos y desplegar habilidades tales como preparar presentaciones, hablar en público y plantear preguntas, así como responderlas, oralmente.

En el desarrollo de las prácticas se fomenta la adquisición individual de recursos para resolver problemas, así como el aprendizaje entre iguales.



6. 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 | 60 |
| Clases prácticas de aula (A) | 10 | Estudio y trabajo autónomo grupal | 30 |
| Laboratorios (L) | 20 | | |
| Prácticas externas, clínicas o de campo | 0 | | |
| Seminarios (S) | 0 | | |
| Tutorías grupales (TG) | 0 | | |
| Evaluación (fuera del periodo oficial de exámenes) | 0 | | |
| Total presencial | 60 | Total no presencial | 90 |

7. Sistema de calificaciones – Tabla resumen

| INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO | PESO EN LA NOTA FINAL | OBSERVACIONES |
|--|-----------------------|--|
| Trabajo realizado en el laboratorio | 35% | Es condición necesaria (pero no suficiente) para superar la asignatura realizar todas las prácticas de laboratorio, entregar todos los informes escritos, y realizar un acto de defensa del desarrollo de las prácticas. |
| Presentación oral de un trabajo asignado individualmente | 15% | Es condición necesaria (pero no suficiente) para superar la asignatura realizar la presentación oral del trabajo asignado. |
| Examen final escrito | 50% | Es condición necesaria (pero no suficiente) para superar la asignatura alcanzar una calificación igual o superior a 4 puntos sobre 10 para superar la asignatura. |

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
 - En el caso de no realizar alguno de los elementos de evaluación obligatoria la calificación será de No Presentado. En caso de no alcanzar la puntuación mínima en el examen escrito (4 puntos sobre 10), la calificación final será el valor mínimo entre la nota ponderada y 4.5.
- **Convocatoria extraordinaria:**
 - Se mantiene la calificación obtenida en el primer instrumento de la tabla en ese mismo curso académico siempre que se cumplan los requisitos mencionados y su calificación total sea superior a 2.5 puntos sobre 5. El 50% restante de la calificación se obtendrá mediante la realización de un nuevo examen escrito.
 - Si no es superior a 2.5 puntos sobre 5, entonces el examen escrito de la convocatoria extraordinaria supondrá el 70% y un 30% se obtendrá mediante un examen práctico extraordinario de laboratorio. En ambos exámenes se exigirá una nota de al menos 4.5 sobre 10, y una media ponderada de al menos 5.0 sobre 10 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.

