UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

*GUÍA DOCENTE* *CURSO: 2010/11*

# 14135 - DISEÑO ELECTRÓNICO

**ASIGNATURA:** *14135 - DISEÑO ELECTRÓNICO*
**CENTRO:** *Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica*
**TITULACIÓN:** *Ingeniero en Electrónica*
**DEPARTAMENTO:** *INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA*
**ÁREA:** *Tecnología Electrónica*
**PLAN:** *10 - Año 200* **ESPECIALIDAD:**
**CURSO:** *Cuarto curso* **IMPARTIDA:** *Primer semestre* **TIPO:** *Troncal*
**CRÉDITOS:** *6* **TEÓRICOS:** *3* **PRÁCTICOS:** *3*

## Información ECTS

Créditos ECTS: 4,8
Horas de trabajo del alumno: 120
Horas presenciales:
- Horas teóricas (HT): 28
- Horas prácticas (HP): 28
- Horas de clases tutorizadas (HCT):
- Horas de evaluación: 4
- Otras: -

Horas no presenciales:
- trabajos tutorizados (HTT): 29
- actividad independiente (HAI): 31

Idioma en que se imparte: Español

## Descriptores B.O.E.

Técnicas de diseño de circuitos, sistemas electrónicos y circuitos integrados de tipo específicio y semiespecífico. Herramientas software para el diseño.

## Temario

Capítulo I. Introducción. (2 horas)
Tema 1. Introducción al diseño electrónico. (2 horas)

Capítulo II. Tecnologías de diseño de un sistema electrónico integrado. (8 horas)
Tema 2. Arquitectura de los dispositivos programables(FPGAs). (4 horas)
Tema 3. Tecnologías y librerías para ASICs. (2 horas)
Tema 4. Núcleos IPs. (2 horas)

Capítulo III. Métodos de diseño de un sistema electrónico. (14 horas)
Tema 5. Herramientas y flujos para el diseño. (2 horas)
Tema 6. Modelado del diseño. (2 horas)
Tema 7. Verificación del diseño (2 horas)
Tema 8. Síntesis lógica y optimización del diseño. (4 horas)
Tema 9. Diseño físico. (4 horas)

Capítulo IV. Técnicas de diseño e integración de sistemas electrónicos. (4 horas)
Tema 10. Técnicas de Test. (2 horas)
Tema 11. Introducción al diseño de sistemas en chip. (2 horas)
Examen (2 horas)

## Requisitos Previos

Nociones de circuitos y sistemas digitales, tecnología de semiconductores y programación. El conocimiento de UNIX facilita la realización de las prácticas.

## Objetivos

El principal objetivo de la asignatura es que el alumno sea capaz de aprender diferentes técnicas de diseño de sistemas electrónicos en un único chip.

Para ello se introduce al alumno en las diferencias conceptuales y de aproximación al diseño, cambiando el punto de vista desde un diseño basado en componentes discretos a un diseño planificado para ser integrado en un único circuito integrado, evaluando su impacto económico y de ventajas competitivas. Se explican las tecnologías y las técnicas de diseño actuales y las metodologías y herramientas CAD involucradas en cada flujo de diseño, dependiendo de la tecnología destino de implementación.

1. Relacionados con los conceptos
1.1. Conocer las diferentes técnicas de diseño de sistemas electrónicos en un único chip.
1.2. Conocer las tecnologías de implementación de sistemas electrónicos integrados.
1.2.1. Conocer la arquitectura y características de los principales bloques y familias de FPGAS.
1.2.2. Conocer las arquitecturas de las células estándar, sus parámetros y sus mecanismos de caracterización.
1.2.3. Conocer las librerías de núcleos IPs.
1.3. Conocer las metodologías, herramientas y flujos de diseño de sistemas electrónicos integrados.
1.3.1. Identificar las principales herramientas implicadas en el diseño electrónico y su organización en flujos de diseño.
1.3.2. Conocer los fundamentos para el modelado de sistemas electrónicos.
1.3.3. Conocer los fundamentos de los algoritmos y métodos de síntesis lógica, mapeado tecnológico y optimización.
1.3.4. Conocer los fundamentos y algoritmos para la implementación física del diseño
1.4. Conocer las técnicas de diseño e integración de sistemas electrónicos
1.4.1. Enumerar las técnicas de diseño orientado al test
1.4.2. Introducir la interacción hardware/software para la integración del sistema electrónico basado en plataformas.

2. Relacionados con los procedimientos.
2.1. Utilizar la estación de trabajo bajo entorno UNIX.
2.2. Modelar y simular bloques básicos en VHDL.
2.3. Creación de entornos de test para la simulación funcional.
2.4. Capturar las restricciones para los parámetros característicos del diseño.
2.5. Aplicar las herramientas de síntesis, optimización e implementación del diseño basado en FPGA.
2.6. Demostrar el funcionamiento del diseño sintetizado sobre la placa de prototipado.
2.7. Aplicar las herramientas de síntesis, optimización del diseño para tecnologías de diseño basadas en células estándar.

2.8. Aplicar las herramientas de implementación del diseño para tecnologías de diseño basadas en células estándar.

3. Relacionados con las actitudes.
3.1. Interesarse por los principales fabricantes de FPGAS, herramientas de diseño y proveedores de librerías.
3.2. Interesarse por los principales servicios de fabricación de prototipos de circuitos integrados.
3.3. Presentar y defender las prácticas realizadas.

## Metodología

Al tratarse de una asignatura que contiene una parte teórica y otra práctica, los medios a utilizar son de diversa naturaleza:
• Clases de teoría:
- Actividad del profesor: Clases expositivas y de análisis de casos prácticos.
- Actividad del estudiante:
* Presencial: Participación activa en clase,
* No Presencial: Estudio personal
• Clases Prácticas:
- Actividad del profesor: Planteamiento de la práctica y explicaciones relacionadas con los procedimientos.
- Actividad del estudiante:
* Presencial: Realización de las prácticas propuestas sobre la estación de trabajo.
* No presencial: Realización de tutoriales preparados para el aprendizaje de las herramientas de diseño.
• Tutorías.
- Actividad presencial:
* Resolución de problemas y dudas de teoría y prácticas en el laboratorio.
- Actividad no presencial:
* Resolución de dudas mediante correo electrónico u otros medios disponibles (foros, blogs, preguntas más frecuentes, etc). Esta actividad se realizará en los horarios de tutoría. Para ello asignatura dispone de un servidor web en línea disponible en:
http://www.iuma.ulpgc.es/~carballo (Docencia => Ing. en Electrónica => Diseño Electrónico), además de los recursos propios de la ULPGC.

## Criterios de Evaluación

Los criterios de evaluación a aplicar en la asignatura son los siguientes:

Consideraciones generales.
I. Para aquellos estudiantes que se acogen a la evaluación continua:

1. Evaluación de Teoría (T).
a) La contribución de la teoría a la nota final será de un 50% del valor total.
b) Se realizará un examen escrito en las fechas de las convocatorias programadas.
c) Opcionalmente se podrá realizar un único examen parcial en el mes de diciembre, eliminatorio hasta la convocatoria ordinaria. La contribución de este examen parcial en la nota final del examen de teoría dependerá de la extensión del temario que se incluya en dicho examen parcial.

2. Evaluación de Prácticas (P).
La contribución del bloque de prácticas a la nota final es del 50%, descompuesta en:
a) Evaluación positiva de memorias de las prácticas 1, 2, 3, 4 y 5 (MPs). Para la evaluación positiva es requisito la asistencia regular a las clases prácticas en laboratorio. Se considerará como

evaluación negativa la no asistencia a un 20% de la carga total del plan docente de la asignatura (6 horas de prácticas) sin justificación adecuada.

b) Realización, redacción de memoria y exposición con evaluación positiva de la Práctica 6 (P6). Con ello la nota de prácticas se calcula como: P = 0,5 * MPs + 0,5 * P6

c) Si la nota P >= 5 el estudiante tiene las prácticas aprobadas. En caso contrario se realizará un examen de prácticas tal como se indica en el apartado d).

d) En su caso, el examen de prácticas consistirá en el diseño de un circuito siguiendo la metodología explicada en el laboratorio durante el curso. Se realizará en una única sesión cuya duración será la máxima permitida por la reglamentación en vigor. El estudiante podrá disponer de todo el material que estime oportuno. El estudiante deberá demostrar sus conocimientos sobre el diseño realizado respondiendo a las preguntas que el profesor le haga durante el examen.

3. Será necesario aprobar (Nota >=5) tanto las prácticas como la teoría. La nota en acta (NF) para cualquiera de las convocatorias, cuando se hayan superado ambas partes será:

NF = (T + P)/2.

En el caso de que quede pendiente alguna de las partes anteriores la nota final en el acta será:

NF = mínimo[(4, (T+P)/2)].

II. Para aquellos estudiantes que no sigan el método de evaluación continua:

1. Examen de teoría.

a) Se realizará un examen de teoría cuya contribución a la nota final será del 50%.

b) En el caso en que se supere la teoría, se libera hasta la convocatoria extraordinaria.

2. Examen de prácticas.

a) Se realizará un examen de prácticas cuya contribución será el 50% a la nota final.

b) En el caso de que el estudiante supere las prácticas se considera como materia liberada siempre que el estudiante se presente a la correspondiente convocatoria.

3. Nota final.

a) Cuando se superen ambas partes la nota final se calcula mediante la expresión:

NF = (T + P)/2.

b) En el caso de que no se supere alguna de las partes, según se ha explicado en los puntos anteriores, la nota final en el acta será:

NF = mínimo[(4, (T+P)/2)].

Actividades que liberan materia:

* Aprobación del examen parcial, en su caso, según se explica en las consideraciones generales.
* Prácticas aprobadas, en su caso, según se explica en las consideraciones generales.

Actividades que no liberan materia

* ---

## Descripción de las Prácticas

Durante las sesiones de laboratorio el estudiante aborda los aspectos prácticos del diseño electrónico utilizando diferentes metodologías badasas en VHDL y las herramientas de ayuda al diseño de circuitos integrados en cuanto a la descripción, simulación, síntesis e implementación del diseño.

Las prácticas de Diseño Electrónico se realizarán en el Laboratorio de Diseño VLSI (Pab. A, planta 2ª).

Práctica 1: Introducción a UNIX. Herramientas básicas. (1 sesión de 2 horas. Total: 2 horas).

Práctica 2: VHDL. Captura del diseño en VHDL. Técnicas de simulación. Testbench. Técnicas de Reutilización del código. (3 sesiones de 2 horas. Total: 6 horas).

Práctica 3: Técnicas de implementación del diseño en FPGAs: Entrada del diseño; captura de restricciones, planos de base, colocado, ruteado, análisis y prototipado sobre FPGA (3 sesiones de 2 horas. Total: 6 horas)

Práctica 4: Técnicas de implementación del diseño en tecnologías ASICs: Estudio de librerías, captura de restricciones temporales y de ubicación, especificación de E/S, colocado guiado por prestaciones, planificación de potencia, generación del árbol del reloj, routing, análisis temporal, verificación final, interfaz con foundry. (3 sesiones de 2 horas = 6 horas)

Práctica 5: Proyecto de diseño de un circuito integrado. (5 sesiones de 2 horas. Total: 10 horas)

## Bibliografía


**[1 Básico] Reuse methodology manual for system-on-a-chip designs /**

*by Michael Keating, Pierre Bricaud.*
*Kluwer Academic Publishers,, Boston : (2002) - (3rd ed.)*
*1402071418*

**[2 Básico] Application-specific integrated circuits /**

*Michael John Sebastian Smith.*
*Addison-Wesley,, Reading, Mass. : (1997)*
*0201500221*

**[3 Básico] RTL hardware design using VHDL: coding for efficiency, portability, and scalability /**

*Pong P. Chu.*
*Wiley-Interscience,, Hoboken, New Jersey : (2006)*
*0-471-72092-5*

**[4 Básico] FPGA prototyping by VHDL examples: Xilinx Spartan-3 version /**

*Pong P. Chu.*
*Wiley-Interscience,, Hoboken, New Jersey : (2008)*
*978-0-470-18531-5*

**[5 Básico] VHDL: Lenguaje estándar de diseño electrónico.**

*, McGraw-Hill, Madrid, (1997)*
*8448111966*

**[6 Recomendado] Digital systems testing and testable design.**

*Abramovici, Miron*
*IEEE press,, New York : (1990) - (Revised printing.)*
*0780310624*

**[7 Recomendado] Rapid system prototyping with FPGAs /**

*by R.C. Cofer and Benjamin F. Harding.*
*Elsevier/Newnes,, Boston : (2005)*
*0750678666*

**[8 Recomendado] Writing testbenches :functional verification of HDL models /**

*Janick Bergeron.*
*Kluwer Academic,, Boston : (2000)*
*0792377664 (acid-free paper)*

**[9 Recomendado] Digital signal processing with field programmable gate arrays /**

*Uwe Meyer-Baese.*

*Springer,, Berlin [etc.] : (2004) - (2nd ed.)*

*3-540-21119-5*

**[10 Recomendado] Manuales de herramientas de diseño y librerías tecnológicas disponibles en línea (http://eda.iuma.ulpgc.es/)**

## Organización Docente de la Asignatura

| | Horas | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Contenidos | HT | HP | HCT | HTT | HAI | Competencias y Objetivos |
| 1. Introducción al diseño electrónico. | 2 | 2 | | | 1 | 1.1, 2.1 |
| 2. Arquitecturas FPGAS. | 4 | 4 | | 3 | 2 | 1.2.1, 2.2, 3.1 |
| 3. Tecnologías y librerías para ASICs | 2 | 2 | | 2 | 2 | 1.2.2, 2.2, 2.3, 3.2 |
| 4. Núcleos IPs. | 2 | 2 | | 2 | 2 | 1.2.3, 2.2, 2.3, 3.2 |
| 5. Herramientas y flujos para el diseño. | 2 | 2 | | | 4 | 1.3.1, 2.4, 2.5 |
| 6. Modelado del diseño. | 2 | 2 | | 2 | 2 | 1.3.2, 2.4, 2.5, 3.1 |
| 7. Verificación del diseño. | 2 | 2 | | 2 | 2 | 1.3.2, 2.4, 2.5, 2.6 |
| 8. Síntesis lógica y optimización del diseño. | 4 | 4 | | 4 | 4 | 1.3.3, 2.7,2.8, 2.9 |
| 9. Diseño físico. | 4 | 4 | | 4 | 4 | 1.3.4, 2 |
| 10. Técnicas de Test. | 2 | 2 | | 2 | 4 | 1.4.1, 2. |

| Contenidos | Horas HT | HP | HCT | HTT | HAI | Competencias y Objetivos |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 11. Introducción al diseño de sistemas en chip. | 2 | 2 | | 4 | | 1.4.2, 2, 3.3 |

## Equipo Docente


**PEDRO FRANCISCO PÉREZ CARBALLO** *(COORDINADOR)*

**Categoría:** *PROFESOR COLABORADOR*

**Departamento:** *INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA*

**Teléfono:** *928451233* **Correo Electrónico:** *pedro.perezcarballo@ulpgc.es*

**WEB Personal:** *http://www.diea.ulpgc.es/users/carballo/index.html*

**PEDRO HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ** *(RESPONSABLE DE PRACTICAS)*

**Categoría:** *PROFESOR COLABORADOR*

**Departamento:** *INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA*

**Teléfono:** *928457326* **Correo Electrónico:** *pedro.hdezfdez@ulpgc.es*

**WEB Personal:** *http://www.diea.ulpgc.es/users/pedrohf/index.html*


## Resumen en Inglés


Keywords:
Integrated Circuit design techniques, electronic systems, ASICs and custom circuit design. Electronics Design Automation.

The main topic of this course is the design of integrated circuit and systems (specification, modelling, simulation, architectural and logic synthesis, and physical design). The target technologies are mainly FPGAs and semicustom ASIC libraries. Also, the student is trained in commercial EDA tools on UNIX platforms..