

GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA

**IMPLEMENTACIÓN DE ALGORITMOS EN HARDWARE**

<b>MÓDULO</b>	<b>MATERIA</b>	<b>CURSO</b>	<b>SEMESTRE</b>	<b>CRÉDITOS</b>	<b>TIPO</b>
<i>Complementos de Ingeniería de Computadores</i>	<i>Complementos de sistemas de cómputo para aplicaciones específicas</i>	4º	7º	6	<i>Optativa</i>
<b>PROFESOR(ES)</b>		<b>DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)</b>			
Javier Díaz Alonso Web: <a href="http://www.ugr.es/~jda/">http://www.ugr.es/~jda/</a>		Departamento de Arquitectura y Tecnología de Computadores ETS Ingenierías Informática y de Telecomunicación C/ Periodista Daniel Saucedo s/n 18071 Granada (España) 2ª planta, despacho 25 Correo electrónico: <a href="mailto:jda@ugr.es">jda@ugr.es</a>			
		<b>HORARIO DE TUTORÍAS</b>			
		Consultar en: <a href="http://grados.ugr.es/informatica/pages/infoacademica/profesora.do/*CA">http://grados.ugr.es/informatica/pages/infoacademica/profesora.do/*CA</a> o en la plataforma docente <a href="https://swad.ugr.es">https://swad.ugr.es</a>			
<b>GRADO EN EL QUE SE IMPARTE</b>		<b>OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR</b>			
<i>Grado en Ingeniería Informática</i>		<i>Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación</i>			
<b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (Si procede)</b>					
No es necesario que los alumnos tengan superadas asignaturas, materias o módulos previos como requisito indispensable para cursar este módulo. No obstante se recomienda conocimientos de tecnología de computadores y de sistemas digitales.					



**BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)**

Metodologías de diseño e implementación de algoritmos en hardware. Diseño de máquinas algorítmicas. Diseño hardware de operaciones matemáticas complejas. Implementación de algoritmos en hardware para aplicaciones específicas. Evaluación de costes y prestaciones. Ejemplos de sistemas integrados para aplicaciones específicas.

**COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS****Competencias Específicas del Título**

**E4.** Capacidad para definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software para el desarrollo y la ejecución de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas.

**E9.** Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad. Capacidad para saber comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas de la profesión de Ingeniero Técnico en Informática.

**OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS DE APRENDIZAJE)****Objetivos formativos particulares**

- Describir y aplicar metodologías de diseño de circuitos digitales para sistemas de uso específico.
- Aplicar técnicas de análisis de prestaciones (precisión, recursos y potencia de cómputo) para la identificación de elementos que limitan el sistema.
- Identificar las herramientas y metodologías de diseño más adecuadas según la aplicación y sus especificaciones.
- Diseñar módulos hardware de altas prestaciones (coprocesadores o periféricos) para sistemas integrados.
- Aplicar técnicas de máquinas de estado algorítmicas.
- Diseñar circuitos de operaciones matemáticas complejas. Elegir el tipo de representación de los datos acorde a las especificaciones de precisión, recursos y prestaciones.
- Identificar y reconocer las necesidades funcionales que justifican el desarrollo de hardware de propósito específico en distintos campos de aplicación.
- Aplicar metodologías de adaptación de algoritmos para su implementación en hardware de propósito específico.
- Aplicar técnicas avanzadas de compartición de recursos y optimización de prestaciones (segmentación de cauce, diseño superescalar, etc..).
- Evaluar costes y prestaciones de módulos hardware para aplicaciones específicas.
- Identificar dispositivos y plataformas integradas para aplicaciones específicas, sus restricciones y campos de aplicación.

**Objetivos formativos de carácter general (Competencias según BOE de 4 de Agosto de 2009)**

- Ser capaz de diseñar y construir sistemas digitales, incluyendo computadores, sistemas basados en microprocesador y sistemas de comunicaciones.
- Ser capaz de desarrollar procesadores específicos y sistemas empotrados, así como desarrollar y optimizar el software de dichos sistemas.
- Ser capaz de analizar, evaluar y seleccionar las plataformas hardware y software más adecuadas para el soporte de aplicaciones empotradas y de tiempo real.



**TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA**

## TEMARIO TEÓRICO:

- **Tema 1: Introducción y conceptos generales**
  - 1.1 Motivación y objetivos de la implementación de algoritmos en hardware.
- **Tema 2: Tecnologías y dispositivos**
  - 2.1 Introducción y conceptos generales
  - 2.2 Clasificación de tecnologías y ejemplos de procesadores de propósito específico.
  - 2.3 Revisión dispositivos programables. Arquitectura hardware de FPGAs.
- **Tema 3: Metodologías de diseño e implementación de algoritmos en hardware**
  - 3.1 Conceptos generales: niveles de abstracción, bloques IP, jerarquía de diseño, síntesis RTL y de alto nivel.
  - 3.2 SoC, NoC y diseño basado en plataformas.
  - 3.3 Sistemas autónomos, periféricos y coprocesadores.
  - 3.4 Diseño RTL. Diseño basado en flujo de datos y en máquinas algorítmicas.
  - 3.5 Compromisos de diseño: consumo de recursos, prestaciones, precisión, potencia, coste, tiempo de diseño.
  - 3.6 Técnicas de diseño y optimización: compartición de recursos, planificación temporal, segmentación de cauce, diseño superescalar, diseño para bajo consumo.
- **Tema 4: Hardware para operaciones específicas**
  - 4.1 Representaciones de datos y aritméticas para implementación de algoritmos en hardware,
  - 4.2 Técnicas de diseño de funciones aritméticas y trigonométricas.
  - 4.3 Controladores de memoria, buses, E/S.
  - 4.4 Arquitecturas de procesamiento SIMD/MIMU. Arquitecturas basadas en multicores/NoCs.
  - 4.5 Otras arquitecturas de interés (registros LFSR, procesadores sistólicos, etc..).
- **Tema 5: Ejemplos de sistemas y aplicaciones.**
  - 5.1 Identificación de requisitos de hardware de propósito específico en aplicaciones de comunicaciones, procesamiento de imágenes y video, audio, control y criptografía.
  - 5.2 Aplicaciones para procesamiento de audio.
  - 5.3 Ejemplos para procesamiento de imágenes y video.
  - 5.4 Ejemplos para comunicaciones.
  - 5.5 Ejemplos para control.
  - 5.6 Ejemplos para criptografía.
  - 5.7 Ejemplos para supercomputación y aceleración de procesos.

## TEMARIO SEMINARIOS:

- **Seminario práctico 1:** Introducción al entorno de desarrollo y lenguaje VHDL.
- **Seminario práctico 2:** Diseño de sistemas empujados SoC. Coprocesadores y periféricos.
- **Seminario práctico 3:** Introducción a los lenguajes de descripción de hardware basados en C/C++.
- **Seminarios prácticos 4:** Ejemplos de arquitecturas para comunicaciones, procesamiento de audio/video y criptografía.

## TEMARIO PRÁCTICO

- **Práctica 1:** Revisión HDLs. Diseño e instanciación de módulos IP.
- **Práctica 2:** Compresión JPEG. Análisis de arquitecturas hardware. Estudio de las diferentes arquitecturas, estrategias de diseño y su impacto en el diseño resultante.
- **Práctica 3.** Implementación en hardware de un algoritmo para aplicaciones específicas.



**BIBLIOGRAFÍA****BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:**

- Jean-Pierre Deschamps, Gery J. A. Bioul, Gery, Gustavo D. Sutter: "Synthesis of Arithmetic Circuits: FPGA, ASIC and Embedded Systems". March 2006. John Wiley & Sons.
- Behrooz Parhami,. "Computer Arithmetic: Algorithms and Hardware Designs". Oxford University Press 2009.
- Steve Kilitz, "Advanced FPGA Design: Architecture, Implementation, and Optimization". John Wiley and Sons, 2007.
- Uwe Meyer-Baese, "Digital Signal Processing with Field Programmable Gate Arrays (Signals and Communication Technology)" Third Edition, Springer 2007.
- Maya B. Gokhale, Paul S. Graham, "Reconfigurable Computing: Accelerating Computation with Field-Programmable Gate Arrays". Springer 2005.

**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:**

- Clive Maxfield, "The design warrior's guide to FPGAs", Elsevier 2004.
- Francisco Rodriguez-Henriquez, N. A. Saqib, Arturo Diaz Perez, Cetin Kaya Koc, "Cryptographic Algorithms on Reconfigurable Hardware", Springer 2009.
- A. Rushton: "VHDL for Logic Synthesis", John Wiley and Sons, 2001
- Fernando Pardo y José A. Boluda. "VHDL. Lenguaje para síntesis y modelado de circuitos". Ed. RAMA.2004.
- Fco. Javier Garrigós Guerrero, Fco. Javier Toledo Moreo, José Javier Martínez Álvarez. "Síntesis de Sistemas Digitales con VHDL" Universidad Politécnica de Cartagena. 2003.
- Lluís Terés. Yago Torroja. Serafin Olcoz. Eugenio Villar. "VHDL Lenguaje estándar de diseño electrónico". Ed. McGrawHill. 1998.
- D.L. Perry, "VHDL programming by example", McGraw-Hill, 2002. (Recurso electrónico)
- J.O. Hamblen, T. S. Hall, M. O. Furman: "Rapid Prototyping of Digital Systems : SOPC Edition", Springer 2008.

**ENLACES RECOMENDADOS**

Páginas web de los principales fabricantes de dispositivos reconfigurables

- <http://www.altera.com>
- <http://www.xilinx.com>
- <http://www.actel.com>

Portales con código de ejemplo para aplicaciones basadas en hardware reconfigurable:

- Principal portal de descargas de código HDL: <http://www.opencores.com>.
- Portal sobre hardware reconfigurable con múltiples proyectos de ejemplo: <http://www.fpga4fun.com/index.html>
- Iniciativa sobre "hardware libre" <http://fpgalibre.sourceforge.net/>
- <http://www.fpgadeveloper.com/>
- <http://www.vhdl.org>

Aritmética

- Unidades flotantes: <http://www.eda.org/fphdl>
- <http://www.arithmetic-circuits.org/arithmetic/index.html> (Synthesis of Arithmetic Circuits: FPGA, ASIC and Embedded Systems)



## Otros

- Sitio web muy interesante con información de múltiples empresas, foros, eventos, etc.: <http://www.fpgacentral.com/>
- Discusión y difusión de estándares EDA: <http://www.eda.org/>
- Tutoriales online sobre múltiples temas tecnológicos: <http://www.techonline.com/>
- Portas con ofertas de empleo: <http://www.fpgajobs.com/a/jbb/find-jobs>

**METODOLOGÍA DOCENTE****1. Lección magistral (Clases teóricas-expositivas) (grupo grande)**

Descripción: Presentación en el aula de los conceptos propios de la materia haciendo uso de metodología expositiva con lecciones magistrales participativas y medios audiovisuales. Evaluación y examen de las capacidades adquiridas.

Propósito: Transmitir los contenidos de la materia motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y formarle una mentalidad crítica

Contenido en ECTS: 30 horas presenciales (1.2 ECTS)

Competencias: E4, E9

**2. Actividades prácticas (Clases prácticas de laboratorio) (grupo pequeño)**

Descripción: Actividades a través de las cuales se pretende mostrar al alumnado cómo debe actuar a partir de la aplicación de los conocimientos adquiridos

Propósito: Desarrollo en el alumnado de las habilidades instrumentales de la materia.

Contenido en ECTS: 15 horas presenciales (0.6 ECTS)

Competencias: E4, E9

**3. Seminarios (grupo pequeño)**

Descripción: Modalidad organizativa de los procesos de enseñanza y aprendizaje donde tratar en profundidad una temática relacionada con la materia. Incorpora actividades basadas en la indagación, el debate, la reflexión y el intercambio.

Propósito: Desarrollo en el alumnado de las competencias cognitivas y procedimentales de la materia.

Contenido en ECTS: 10 horas presenciales (0.4 ECTS)

Competencias: E4

**4. Actividades no presenciales individuales (Estudio y trabajo autónomo)**

Descripción: 1) Actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesor a través de las cuales y de forma individual se profundiza en aspectos concretos de la materia posibilitando al estudiante avanzar en la adquisición de determinados conocimientos y procedimientos de la materia, 2) Estudio individualizado de los contenidos de la materia 3) Actividades evaluativas (informes, exámenes, ...)

Propósito: Favorecer en el estudiante la capacidad para autorregular su aprendizaje, planificándolo, diseñándolo, evaluándolo y adecuándolo a sus especiales condiciones e intereses.

Contenido en ECTS: 45 horas no presenciales (1.8 ECTS)

Competencias: E9

**5. Actividades no presenciales grupales (Estudio y trabajo en grupo)**

Descripción: Actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesor a través de las cuales y de forma grupal se profundiza en aspectos concretos de la materia posibilitando a los estudiantes avanzar en la adquisición de determinados conocimientos y procedimientos de la materia.

Propósito: Favorecer en los estudiantes la generación e intercambio de ideas, la identificación y análisis de diferentes puntos de vista sobre una temática, la generalización o transferencia de conocimiento y la valoración crítica del mismo.

Contenido en ECTS: 45 horas no presenciales (1.8 ECTS)

Competencias: E9

**6. Tutorías académicas (grupo pequeño)**

Descripción: manera de organizar los procesos de enseñanza y aprendizaje que se basa en la interacción directa entre el



estudiante y el profesor

Propósito: 1) Orientan el trabajo autónomo y grupal del alumnado, 2) profundizar en distintos aspectos de la materia y 3) orientar la formación académica-integral del estudiante

Contenido en ECTS: 5 horas presenciales, grupales e individuales (0.2 ECTS)

Competencias: E4, E9

### EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

La calificación final que aparecerá en el Acta será un número comprendido entre 0 y 10 con una precisión de un dígito decimal. En función de la convocatoria (ordinaria o extraordinaria), y del tipo de evaluación escogida, la calificación se obtendrá como se detalla a continuación:

#### Convocatoria ordinaria:

La metodología de evaluación por defecto según la normativa de la Universidad de Granada es la evaluación continua, que en el caso de esta asignatura se compone de las siguientes actividades:

- Teoría:
  - Realización de un trabajo en grupos de 2-3 alumnos acerca de contenidos relacionados con la asignatura. Presentación oral del mismo.
  - Revisión individual y por escrito de proyectos de otros grupos
  - Realización individual de trabajos cortos y concisos para profundizar en algunos contenidos de la asignatura
- Prácticas:
  - Realización y defensa de las prácticas de la asignatura
  - Desarrollo de un proyecto práctico libre relacionado con los contenidos de la asignatura (individual o en grupos de 2-3 estudiantes).
- Seminarios:
  - Participación activa en los seminarios y realización de ejercicios relacionados con los mismos.

La siguiente tabla muestra la contribución de cada una de las actividades a la nota final de la asignatura y la nota mínima exigida, en su caso, para cada una de ellas: 40%

Actividades Formativas		Ponderación	Mínimo
Teoría	Exposición trabajo	40%	2.0
	Evaluación de compañeros		
	Otras cuestiones y actividades de clase		
Prácticas	Realización y defensa de prácticas	50%	3.0
	Proyecto libre de prácticas		



Seminarios	Participación y ejercicios	10%	0
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>5.0</b>

Además de la evaluación continua, para la convocatoria ordinaria el alumno puede optar por la evaluación de la asignatura mediante una única prueba final, que se celebrará el día indicado por el centro para tal efecto y constará de la siguientes pruebas:

- Examen escrito de teoría.
- Examen escrito de prácticas.

La siguiente tabla muestra la contribución de cada una de las pruebas de la evaluación única final a la nota final de la asignatura y la nota mínima exigida, en su caso, para cada una de ellas: Examen

Pruebas de la evaluación única final	Ponderación	Mínimo
Examen de teoría	50%	2,0
Examen de prácticas	50%	3,0
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>5,0</b>

#### Convocatoria extraordinaria:

En las convocatorias extraordinarias se utilizará la evaluación única final, tal y como se ha descrito más arriba.

Todo lo relativo a la evaluación se regirá por la normativa sobre planificación docente y organización de exámenes vigente en la Universidad de Granada. El sistema de calificaciones se expresará mediante calificación numérica de acuerdo con lo establecido en el art. 5 del R. D 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en el territorio nacional.

#### RÉGIMEN DE ASISTENCIA

El régimen de asistencias es presencial, siendo este imprescindible para la realización de seminarios, prácticas y actividades de teoría. Se admite hasta un 15% de faltas justificadas dentro del proceso de evaluación continua.

#### INFORMACIÓN ADICIONAL

Plataforma docente utilizada para material de la asignatura, organización de los grupos de prácticas, convocatorias de exámenes y entrega de trabajos:

SWAD: <http://swad.ugr.es>

