

GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA

IMPLEMENTACIÓN DE ALGORITMOS EN HARDWARE

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Complementos de Ingeniería de Computadores	Complementos de sistemas de cómputo para aplicaciones específicas	4 ^º	7 ^º	6	Optativa
PROFESOR(ES)		DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)			
Javier Díaz Alonso Web: http://www.ugr.es/~jda/		Departamento de Arquitectura y Tecnología de Computadores ETS Ingenierías Informática y de Telecomunicación C/ Periodista Daniel Saucedo s/n 18071 Granada (España) 2 ^a planta, despacho 25 Correo electrónico: jda@ugr.es			
		HORARIO DE TUTORÍAS			
		Consultar en: http://grados.ugr.es/informatica/paques/infoacademica/profesorado/*/CA o en la plataforma docente https://swad.ugr.es			
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE		OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR			
Grado en Ingeniería Informática		Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación			
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (Si procede)					
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 de la Asignatura**

- IC1.** Capacidad de diseñar y construir sistemas digitales, incluyendo computadores, sistemas basados en microprocesador y sistemas de comunicaciones.
- IC2.** Capacidad de desarrollar procesadores específicos y sistemas empujados, así como desarrollar y optimizar el software de dichos sistemas.
- IC5.** Capacidad de analizar, evaluar y seleccionar las plataformas hardware y software más adecuadas para el soporte de aplicaciones empujadas y de tiempo real.

Competencias Específicas del Título

- E1.** Capacidad para concebir, redactar, organizar, planificar, desarrollar y firmar proyectos en el ámbito de la ingeniería en informática que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos, la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas.
- E2.** Capacidad para dirigir las actividades objeto de los proyectos del ámbito de la informática de acuerdo con los conocimientos adquiridos.
- E3.** Capacidad para diseñar, desarrollar, evaluar y asegurar la accesibilidad, ergonomía, usabilidad y seguridad de los sistemas, servicios y aplicaciones informáticas, así como de la información que gestionan.
- E4.** Capacidad para definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software para el desarrollo y la ejecución de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas.
- E5.** Capacidad para concebir, desarrollar y mantener sistemas, servicios y aplicaciones informáticas empleando los métodos de la ingeniería del software como instrumento para el aseguramiento de su calidad
- E6.** Capacidad para concebir y desarrollar sistemas o arquitecturas informáticas centralizadas o distribuidas integrando hardware, software y redes.
- E7.** Capacidad para conocer, comprender y aplicar la legislación necesaria durante el desarrollo de la profesión de Ingeniero Técnico en Informática y manejar especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
- E8.** Conocimiento de las materias básicas y tecnologías, que capaciten para el aprendizaje y desarrollo de nuevos métodos y tecnologías, así como las que les doten de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- 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.
- E10.** Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planificación de tareas y otros trabajos análogos de informática.
- E11.** Capacidad para analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero Técnico en Informática.
- E12.** Conocimiento y aplicación de elementos básicos de economía y de gestión de recursos humanos, organización y planificación de proyectos, así como la legislación, regulación y normalización en el ámbito de los proyectos informáticos, de acuerdo con los conocimientos adquiridos

Competencias Transversales o Generales

- T1.** Capacidad de análisis y síntesis: Encontrar, analizar, criticar (razonamiento crítico), relacionar, estructurar y sintetizar información proveniente de diversas fuentes, así como integrar ideas y conocimientos.
- T2.** Capacidad de organización y planificación así como capacidad de gestión de la Información
- T3.** Capacidad de comunicación oral y escrita en el ámbito académico y profesional con especial énfasis, en la redacción de documentación técnica
- T4.** Capacidad para la resolución de problemas
- T5.** Capacidad para tomar decisiones basadas en criterios objetivos (datos experimentales, científicos o de simulación disponibles) así como capacidad de argumentar y justificar lógicamente dichas decisiones, sabiendo aceptar otros puntos de vista



- T6.** Capacidad para el uso y aplicación de las TIC en el ámbito académico y profesional.
- T7.** Capacidad de comunicación en lengua extranjera, particularmente en inglés.
- T8.** Capacidad de trabajo en equipo.
- T9.** Capacidad para el aprendizaje autónomo así como iniciativa y espíritu emprendedor
- T10.** Motivación por la calidad y la mejora continua, actuando con rigor, responsabilidad y ética profesional.
- T11.** Capacidad para adaptarse a las tecnologías y a los futuros entornos actualizando las competencias profesionales.
- T12.** Capacidad para innovar y generar nuevas ideas.
- T13.** Sensibilidad hacia temas medioambientales
- T14.** Respeto a los derechos fundamentales y de igualdad entre hombres y mujeres
- T15.** Capacidad para proyectar los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridos para promover una sociedad basada en los valores de la libertad, la justicia, la igualdad y el pluralismo

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS DE APRENDIZAJE)

- Describir y aplicar metodologías de diseño de circuitos digitales para sistemas de uso específico como máquinas de estado algorítmicas, diseño basado en componentes, plataformas, etc...
- Identificar y reconocer las necesidades que justifican el desarrollo de hardware de propósito específico en distintos campos de aplicación.
- Identificar las herramientas y metodologías de diseño más adecuadas según la aplicación y las especificaciones asociadas.
- Aplicar metodologías de adaptación de algoritmos para su implementación en hardware de propósito específico.
- Aplicar técnicas de análisis de prestaciones (precisión, recursos y potencia de cómputo) para la identificación de elementos que limitan el sistema.
- Aplicar técnicas de compartición de recursos y optimización de prestaciones (segmentación de cauce, diseño superescalar, etc..) para optimizar las prestaciones de elementos coprocesadores o periféricos de los sistemas de uso específico.
- Conocer técnicas de diseño de circuitos de operaciones matemáticas eligiendo el tipo de representación numérica de los datos más adecuado a las especificaciones.
- Evaluar costes y prestaciones de módulos hardware para aplicaciones específicas.
- Identificar dispositivos y plataformas empotradas para aplicaciones específicas, sus restricciones y campos de aplicación.
- Relacionar las características de los sistemas estudiados para programar y diseñar de forma eficiente sistemas empotrados actuales.

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.
 - 1.2 Tecnologías y dispositivos.
 - 1.3 Conceptos generales (niveles de abstracción, síntesis automática, módulos IP, SoC, NoC, codiseño hardware-software).
 - 1.4 Lenguajes de descripción y herramientas de diseño.
- **Tema 2: Metodologías de diseño e implementación de algoritmos en hardware**
 - 2.1 Sistemas autónomos, periféricos y coprocesadores.
 - 2.2 Diseño a nivel de sistema. SoC y particionamiento hardware software. Metodologías de diseño.
 - 2.3 Diseño RTL. Diseño basado en máquinas algorítmicas.
 - 2.4 Tipos de aritméticas para implementación de algoritmos en hardware.
 - 2.5 Compromisos de diseño: consumo de recursos, prestaciones, precisión, potencia, coste, tiempo de diseño.
 - 2.6 Técnicas de diseño y optimización: compartición de recursos, planificación temporal, segmentación de cauce, diseño superescalar, diseño para bajo consumo.
- **Tema 3: Hardware para operaciones específicas**



- .1. Técnicas de diseño de funciones aritméticas y trigonométricas.
- .2. Controladores de memoria, buses, E/S.
- .3. Arquitecturas de procesamiento SIMD/MIMU. Arquitecturas basadas en multicores/NoCs.
- .4. Otras arquitecturas de interés (registros LFSR, procesadores sistólicos, etc..).

- **Tema 4: Ejemplos de sistemas y aplicaciones.**

- 4.1 Identificación de requisitos de hardware de propósito específico en aplicaciones de comunicaciones, procesamiento de imágenes y video, audio, control y criptografía. 5.1 Aplicaciones para procesamiento de audio.
- 4.2. Ejemplos para procesamiento de imágenes y video.
- 4.3 Ejemplos para comunicaciones.
- 4.4 Ejemplos para control.
- 4.5 Ejemplos para criptografía.
- 4.6. 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 empotrados SoC. Coprocesadores y periféricos.
- **Seminario práctico 3-4:** Introducción a los lenguajes de descripción de hardware basados en C/C++.
- **Seminarios prácticos 5:** Ejemplos de arquitecturas para comunicaciones, procesamiento de audio/video y criptografía.

TEMARIO PRÁCTICO

- **Practica 1:** Diseño e instanciación de módulos IP para aceleración de operaciones matemáticas/procesamiento digital de señales.
- **Practica 2:** Compresión JPEG. Análisis de arquitecturas hardware. Estudio de las diferente arquitecturas, estrategias de diseño y su impacto en el diseño resultante.
- **Practica 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/fphd>
- <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: IC1, IC2, IC5, E4, E6, E9, T1, T4

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: IC1, IC2, IC5, E4, E6, E9, T1, T4, T5, T8

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: IC1, IC2, IC5, E4, E6, T1, T8

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: IC1, IC2, IC5, E4, E6, E9, T1, T4, T5

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: IC1, IC2, IC5, E4, E6, E9, T1, T4, T5, T8

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: IC1, IC2, IC5, E4, E6, E9, T4, T5, T8

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
Total		100%	5,0

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
Total	100%	5,0

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>

