



(Informática Industrial)

Guía de Aprendizaje – Información al estudiante

1. Datos Descriptivos

Asignatura	Informática Industrial
Materia	Ingeniería de Computadores
Departamento responsable	Arquitectura y Tecnología de Sistemas Informáticos
Créditos ECTS	6
Carácter	Optativo
Titulación	Graduado/a en Ingeniería Informática por la Universidad Politécnica de Madrid
Curso	3º
Especialidad	No aplica

Curso académico	2013-2014
Semestre en que se imparte	Solo en el primero
Semestre principal	Septiembre - Enero
Idioma en que se imparte	Castellano
Página Web	http://www.datsi.fi.upm.es/docencia/Informatica_Industrial



2. Profesorado

NOMBRE Y APELLIDO	DESPACHO	Correo electrónico
Manuel María Nieto Rodríguez (Coord.)	4106	mnieto@fi.upm.es
Agustín Álvarez Marquina	4211	aalvarez@fi.upm.es
Felipe Fernández Hernández	4103	Felipe.Fernandez@es.bosch.com
Antonio Pérez Ambite	4108	aperez@fi.upm.es
Victoria Rodellar Biarge	4205	victoria@pino.datsi.fi.upm.es

3. Conocimientos previos requeridos para poder seguir con normalidad la asignatura

Asignaturas superadas	Fundamentos Físicos y Tecnológicos de la Informática Sistemas Digitales, Estructura de Computadores, Arquitectura de Computadores
Otros resultados de aprendizaje necesarios	



4. Objetivos de Aprendizaje

COMPETENCIAS ASIGNADAS A LA ASIGNATURA Y SU NIVEL DE ADQUISICIÓN		
Código	Competencia	Nivel
CE-12/16	Conocer los campos de aplicación de la informática, y tener una apreciación de la necesidad de poseer unos conocimientos técnicos profundos en ciertas áreas de aplicación; apreciación del grado de esta necesidad en la aplicación de la informática en la industria.	3

LEYENDA: Nivel de competencia: Conocimiento (1), comprensión (2), aplicación (3), análisis y síntesis (4)



RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA			
Código	Resultado de aprendizaje	Competencias asociadas	Nivel de adquisición
RA1	Diseñar un sistema basado en un microcontrolador, DSP o FPGA	CE-12/16	3
RA2	Programar un sistema empotrado sencillo operando con dispositivos clásicos de un sistema empotrado	CE-12/16	3
RA3	Utilizar las particularidades de la programación de un sistema que se ejecute con requisitos de tiempo real	CE-12/16	3
RA4	Comprensión los principales factores del desarrollo de los productos y procesos industriales	CE-12/16	2
RA5	Conocimiento de los principios y métodos de diseño de un producto industrial	CE-12/16	2
RA6	Conocimiento de los principios de la ingeniería simultánea	CE-12/16	2
RA7	Conocimiento de los principios de control y aseguramiento de la calidad	CE-12/16	2
RA8	Conocimiento de los principales estándares industriales para la comunicación, supervisión, control y adquisición de datos	CE-12/16	2
RA9	Conocimiento de las principales restricciones tecnológicas de sistemas industriales: tiempo real, compatibilidad, electromagnética, grado de protección, fiabilidad, robustez, reusabilidad, facilidad de evolución, etc.	CE-12/16/	2
RA10	Conocimiento de los principios de la propiedad industrial y las patentes	CE-12/16	2

LEYENDA: Nivel de competencia: Conocimiento (1), comprensión (2), aplicación (3), análisis y síntesis (4)



5. Sistema de evaluación de la asignatura

INDICADORES DE LOGRO		
Ref	Indicador	Relacionado con RA
I1.1	Conocer una familia de microcontroladores, su arquitectura, su lenguaje ensamblador y sus dispositivos básicos integrados	RA1/2/3
I1.2	Conocer dispositivos de E/S sencillos, su control por medio de software y su aplicación para gobernar sistemas empotrados	RA1/2/3
I1.3	Diseñar un sistema basado en un microcontrolador para controlar un sistema empotrado	RA1/2/3
I1.4	Diseñar y programar el software de control de un sistema empotrado	RA1/2/3
I1.5	Usar herramientas de simulación avanzadas para el diseño y depuración de un sistema empotrado basado en un microcontrolador	RA1/2/3
I2.1	Conocer el subconjunto de un lenguaje de descripción hardware para síntesis desde alto nivel	RA1/2/3
I2.2	Conocer herramientas de síntesis	RA1/2/3
I2.3	Diseñar subsistemas combinacionales básicos, de registro de la información y memoria para síntesis	RA1/2/3
I2.4	Diseñar sistemas secuenciales síncronos para síntesis	RA1/2/3
I2.5	Realizar integración de diseños con ruta de datos y control	RA1/2/3
I2.6	Conocer y aplicar estrategias para la optimización de las prestaciones de los diseños	RA1/2/3
I2.7	Implementación de los diseños sobre lógica configurable	RA1/2/3
I3.1	Capacidad para planificar, diseñar y desarrollar un producto o proceso industrial	RA4-10
I3.2	Capacidad para optimizar de forma continua un producto o proceso industrial	RA4-10
I3.3	Capacidad para comprender los fundamentos de un proceso I+D+i	RA4-10

(La tabla anterior puede ser sustituida por la tabla de rúbricas)



EVALUACION SUMATIVA			
Breve descripción de las actividades evaluables	Momento	Lugar	Peso en la calif.
Presentación y demostración del sistema diseñado, memoria de la práctica y cuestionario.	Semana 6	Aula asignada	40%
Memorias de prácticas y examen global de conocimientos sobre los trabajos realizados	Semanas de la 7 a la 12	Clase/Aula centro de calculo/ trabajo personal	40%
Práctica 3.1: elaboración de una memoria escrita sobre un tema elegido.	Semana 15	Aula asignada	6,6%
Examen 3.1: prueba de evaluación escrita de preguntas cortas. Duración: 1h.	Semana 15	Aula asignada	13,4%
			Total: 100%



CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Sistema de EVALUACIÓN MEDIANTE EVALUACIÓN CONTÍNUA

La asignatura consta de tres partes diferenciadas que deben aprobarse por separado. Una vez obtenida una calificación igual o superior a 5 en cada una de ellas, se aplicará la siguiente fórmula para obtener la calificación final:

$$0,4x*(\text{diseño con microcontroladores}) + 0,4* (\text{diseño para síntesis}) + \\ + 0,2* (\text{diseño de sistemas industriales})$$

Parte 1. Diseño con microcontroladores:

La evaluación de esta parte consistirá en la elaboración de una memoria descriptiva del diseño del sistema propuesto, la demostración del funcionamiento del prototipo construido y la contestación de un cuestionario acerca de su desarrollo.

La evaluación se llevará a cabo al final de la semana 6. Una vez superada esta parte, se guardará la calificación obtenida para el siguiente año académico.

Parte 2. Diseño para síntesis desde alto nivel e implementación lógica configurable:

Para aprobar esta parte, se deberán aprobar las prácticas que se realizarán en el laboratorio durante las semanas 7 a 12. Así mismo se deberá obtener una nota igual o superior a 5 en un examen que se realizará al final de la semana 12.

Parte 3. Diseño de sistemas industriales:

Para aprobar esta parte de la asignatura será necesario superar un examen de teoría y la práctica propuesta, ambos con nota mayor o igual a 5 puntos. La calificación de esta parte se obtendrá mediante la siguiente fórmula:

$$0,67*Nota \text{ del examen} + 0,33*Nota \text{ de la práctica}$$

El examen se realizará al final de la semana 16. Una vez superada esta parte, se guardará la calificación obtenida para el siguiente año académico.



CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Sistema de EVALUACIÓN MEDIANTE SOLO PRUEBA FINAL

El Sistema de evaluación mediante sólo prueba final sólo se ofrecerá si así lo exige la Normativa Reguladora de los Sistemas de Evaluación en la UPM que esté vigente en el curso académico 2013-2014, y el procedimiento para optar por este sistema estará sujeto a lo que establezca en su caso Jefatura de Estudios de conformidad con lo que estipule dicha Normativa.

La asignatura consta de tres partes diferenciadas que deben aprobarse por separado. Una vez obtenida una calificación igual o superior a 5 en cada una de ellas, se aplicará la siguiente fórmula para obtener la calificación final:

$$0,4x*(\text{diseño con microcontroladores}) + 0,4*(\text{diseño para síntesis}) + \\ + 0,2*(\text{diseño de sistemas industriales})$$

Parte 1. Diseño con microcontroladores:

La evaluación de esta parte consistirá en la elaboración de una memoria descriptiva del diseño del sistema propuesto, la demostración del funcionamiento del prototipo construido y la contestación de un cuestionario acerca de su desarrollo.

La evaluación se llevará a cabo durante la semana 16. Una vez superada esta parte, se guardará la calificación obtenida para el siguiente año académico.

Parte 2. Diseño para síntesis desde alto nivel e implementación lógica configurable:

Para aprobar esta parte, se deberán aprobar las prácticas que se realizarán en el laboratorio durante las semanas 7 a 12. Así mismo se deberá obtener una nota igual o superior a 5 en un examen que se realizará durante la semana 16.

Parte 3. Diseño de sistemas industriales:

Para aprobar esta parte de la asignatura será necesario superar un examen de teoría y la práctica propuesta, ambos con nota mayor o igual a 5 puntos. La calificación de esta parte se obtendrá mediante la siguiente fórmula:

$$0,67*\text{Nota del examen} + 0,33*\text{Nota de la práctica}$$

El examen se realizará durante la semana 16. Una vez superada esta parte, se guardará la calificación obtenida para el siguiente año académico.



CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Sistema de EVALUACIÓN EN CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

La asignatura consta de tres partes diferenciadas que deben aprobarse por separado. Una vez obtenida una calificación igual o superior a 5 en cada una de ellas, se aplicará la siguiente fórmula para obtener la calificación final:

$$0,4x^*(\text{diseño con microcontroladores}) + 0,4^* (\text{diseño para síntesis}) + \\ + 0,2^* (\text{diseño de sistemas industriales})$$

Parte 1. Diseño con microcontroladores:

La evaluación de esta parte consistirá en la elaboración de una memoria descriptiva del diseño del sistema propuesto, la demostración del funcionamiento del prototipo construido y la contestación de un cuestionario acerca de su desarrollo.

La evaluación se llevará a cabo en la fecha que designe Jefatura de Estudios. Una vez superada esta parte, se guardará la calificación obtenida para el siguiente año académico.

Parte 2. Diseño para síntesis desde alto nivel e implementación lógica configurable:

Para aprobar esta parte, se deberán aprobar las prácticas que se realizarán en el laboratorio durante las semanas 7 a 12. Así mismo se deberá obtener una nota igual o superior a 5 en un examen que se realizará en la fecha que designe Jefatura de Estudios.

Parte 3. Diseño de sistemas industriales:

Para aprobar esta parte de la asignatura será necesario superar un examen de teoría y la práctica propuesta, ambos con nota mayor o igual a 5 puntos. La calificación de esta parte se obtendrá mediante la siguiente fórmula:

$$0,67^*\text{Nota del examen} + 0,33^*\text{Nota de la práctica}$$

El examen se realizará en la fecha que designe Jefatura de Estudios. Una vez superada esta parte, se guardará la calificación obtenida para el siguiente año académico.



Contenidos y Actividades de Aprendizaje

CONTENIDOS ESPECÍFICOS		
Bloque / Tema / Capítulo	Apartado	Indicadores Relacionados
Parte I: Diseño con microcontroladores	1.1 Introducción al diseño de sistemas basados en microcontroladores. Presentación de la familia del microcontrolador usado en clase.	I1.1
	1.2 Presentación de las herramientas a usar durante el curso. Diseño mínimo. Activación de LED's mediante E/S programada.	I1.2, I1.5
	1.3 E/S digital. Lectura de pulsadores y teclados. Control de dispositivos.	I1.2, I1.3, I1.4, I1.5
	1.4 Gestión de interrupciones.	I1.1, I1.3, I1.4, I1.5
	1.5 Control de módulos LCD.	I1.2, I1.3, I1.4, I1.5
	1.6 Temporizadores programables. Ejemplos de uso.	I1.1, I1.3, I1.4, I1.5
	1.7 E/S serie. USART (RS-232). I2C, SPI.	I1.1, I1.3, I1.4, I1.5
	1.8 Cadena de E/S Analógico/Digital. PWM. Ejemplos de uso.	I1.2, I1.3
	1.9 Memoria principal. ROM, RAM, Decodificación. Alimentación ininterrumpida.	I1.2, I1.3
	1.10 Ejemplos prácticos.	I1.2, I1.3, I1.4
	2.1 Introducción a la síntesis desde alto nivel e implementación configurable	I2.1, I2.6, I2.7
	2.2 Presentación de la herramienta de síntesis Quartus II	I2.2, I2.6, I2.7
	2.3 Sistemas combinacionales. Modelado de buses	I2.3, I2.6, I2.7



Parte II. Diseño para síntesis desde alto nivel e implementación lógica configurable	2.4 Modelado de elementos de memoria	I2.3, I2.6, I2.7
	2.5 Modelado de memorias	I2.3, I2.6, I2.7
	2.6 Modelado de ALUs	I2.3, I2.6, I2.7
	2.7 Modelado de Máquinas de estados finitos.	I2.4, I2.6, I2.7
	2.8 Planteamiento de un proyecto. Reutilización de componentes	I2.1, I2.2, I2.3, I2.4, I2.5, I2.6, I2.7
	2.9 Modelado de la ruta de datos	I2.3
	2.10 Modelado del control	I2.4
	2.11 Integración de la ruta de datos y del control	I2.3, I2.4, I2.6
	2.12 Implementación del diseño sobre PFGA	I2.7
Parte III. Diseño de sistemas industriales	3.1 Visión general de los sistemas industriales	I3.1, I3.2, I3.3
	3.2 Métodos de los productos y procesos industriales	I3.1, I3.2, I3.3
	3.3 Plataformas industriales	I3.1, I3.2, I3.3

6. Breve descripción de las modalidades organizativas utilizadas y de los métodos de enseñanza empleados

Tabla 7. Modalidades organizativas de la enseñanza








MODALIDADES ORGANIZATIVAS DE LA ENSEÑANZA		
Escenario	Modalidad	Finalidad
	Clases Teóricas	Hablar a los estudiantes
	Seminarios-Talleres	Construir conocimiento a través de la interacción y la actividad de los estudiantes
	Clases Prácticas	Mostrar a los estudiantes cómo deben actuar
	Prácticas Externas	Completar la formación de los alumnos en un contexto profesional
	Tutorías	Atención personalizada a los estudiantes
	Trabajo en grupo	Hacer que los estudiantes aprendan entre ellos
	Trabajo autónomo	Desarrollar la capacidad de autoaprendizaje

Tabla 5. Métodos de enseñanza

MÉTODOS DE ENSEÑANZA		
	Método	Finalidad
	Método Expositivo/Lección Magistral	Transmitir conocimientos y activar procesos cognitivos en el estudiante
	Estudio de Casos	Adquisición de aprendizajes mediante el análisis de casos reales o simulados
	Resolución de Ejercicios y Problemas	Ejercitar, ensayar y poner en práctica los conocimientos previos
	Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)	Desarrollar aprendizajes activos a través de la resolución de problemas
	Aprendizaje orientado a Proyectos	Realización de un proyecto para la resolución de un problema, aplicando habilidades y conocimientos adquiridos
	Aprendizaje Cooperativo	Desarrollar aprendizajes activos y significativos de forma cooperativa
	Contrato de Aprendizaje	Desarrollar el aprendizaje autónomo

Se conoce como método expositivo "la presentación de un tema lógicamente estructurado con la finalidad de facilitar información organizada siguiendo criterios adecuados a la finalidad pretendida". Esta metodología -también conocida como lección (lecture)- se centra fundamentalmente en la exposición verbal por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio. El término "lección magistral" se suele utilizar para denominar un tipo específico de lección impartida por un profesor en ocasiones especiales.

Análisis intensivo y completo de un hecho, problema o suceso real con la finalidad de conocerlo, interpretarlo, resolverlo, generar hipótesis, contrastar datos, reflexionar, completar conocimientos, diagnosticarlo y, en ocasiones, entrenarse en los posibles procedimientos alternativos de solución.

Situaciones en las que se solicita a los estudiantes que desarrollen las soluciones adecuadas o correctas mediante la ejercitación de rutinas, la aplicación de fórmulas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados. Se suele utilizar como complemento de la lección magistral.

Método de enseñanza-aprendizaje cuyo punto de partida es un problema que, diseñado por el profesor, el estudiante ha de resolver para desarrollar determinadas competencias previamente definidas.

Método de enseñanza-aprendizaje en el que los estudiantes llevan a cabo la realización de un proyecto en un tiempo determinado para resolver un problema o abordar una tarea mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades, y todo ello a partir del desarrollo y aplicación de aprendizajes adquiridos y del uso efectivo de recursos.

Enfoque interactivo de organización del trabajo en el aula en el cual los alumnos son responsables de su aprendizaje y del de sus compañeros en una estrategia de corresponsabilidad para alcanzar metas e incentivos grupales. Es tanto un método, a utilizar entre otros, como un enfoque global de la enseñanza, una filosofía.

Un acuerdo establecido entre el profesor y el estudiante para la consecución de unos aprendizajes a través de una propuesta de trabajo autónomo, con una supervisión por parte del profesor y durante un periodo determinado. En el contrato de aprendizaje es básico un acuerdo formalizado, una relación de contraprestación recíproca, una implicación personal y un marco temporal de ejecución.



BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES ORGANIZATIVAS UTILIZADAS Y METODOS DE ENSEÑANZA EMPLEADOS

CLASES DE TEORIA	Se utilizará la lección magistral para la exposición verbal de los contenidos, apoyándose en recursos audiovisuales.
CLASES DE PROBLEMAS	El profesor resolverá en la clase, problemas “tipo” de cada tema que, servirán para aplicar los conocimientos adquiridos en las clases de teoría.
PRÁCTICAS	El alumno deberá resolver, simular en las aulas informáticas del centro de cálculo e implementar físicamente en el laboratorio, problemas que cumplan unas determinadas especificaciones. El profesor hará una breve introducción al problema y al método de solución, y a partir de ello, el alumno deberá desarrollar la solución como se le indique en un guión.
TRABAJOS AUTONOMOS	
TRABAJOS EN GRUPO	Se utiliza este método para que el alumno trabaje en grupo en la resolución de un proyecto de mayor entidad que las prácticas de laboratorio.
TUTORÍAS	Los alumnos podrán hacer uso de tutorías personalizadas, cuando lo soliciten al profesor.



7. Recursos didácticos

RECURSOS DIDÁCTICOS	
BIBLIOGRAFÍA	Scott Hauck and Andre Dehon Ed., <i>Reconfigurable Computing, The theory and Practice of FPGA-based computation</i> . Morgan Kaufmann 2008.
	M. Keating y P. Bricaud, <i>Reuse Methodology Manual for Systems-on-a-Chip-Design</i> , Kluwer Academic Publishers, 2002.
	Transparencias.
	Manuales y catálogos de fabricantes.
RECURSOS WEB	Página web de la asignatura: http://www.datsi.fi.upm.es/docencia/Informatica_Industrial
	Enlaces a páginas de interés.
EQUIPAMIENTO	Laboratorio
	Aula computadores personales del centro de cálculo
	Aula de clase
	Sala de trabajo en grupo



8. Cronograma de trabajo de la asignatura

Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Parte 1. Diseño con microcontroladores						
Semana 1 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> • 1.1 Introducción. Familia AVR. Arduino Leonardo. (2h) • 1.2 Herramientas. Diseño mínimo. LED's. (2h) 			<ul style="list-style-type: none"> • Práctica (6h) 		
Semana 2 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> • 1.3 E/S Básica. Pulsadores, teclados, 12V, ca. (2h) • 1.4 Interrupciones. (2h) 			<ul style="list-style-type: none"> • Práctica (6h) 		
Semana 3 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> • 1.5 Módulos LCD. (1h) • 1.6 Temporización. Ejemplos de uso. (3h) 			<ul style="list-style-type: none"> • Práctica (6h) 		
Semana 4 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> • 1.7 E/S Serie. RS-232. I2C. SPI. (3h) • 1.8 Conversión A/D y D/A. PWM. Ejemplos de uso. (1h) 			<ul style="list-style-type: none"> • Práctica (6h) 		
Semana 5 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> • 1.8 Conversión A/D y D/A. PWM. Ejemplos de uso. (1h) • 1.9 Memoria externa. ROM y RAM. Alimentación Ininterrumpida. (1h) • 1.10 Ejemplos. (2h) 			<ul style="list-style-type: none"> • Práctica (6h) 		



Semana 6 (10,5 horas)	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación de trabajos en clase. (4h) 			<ul style="list-style-type: none"> • Práctica (6h) 	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación de la práctica (0,5h) 	
Parte 2. Diseño para síntesis						
Semana 7 (8 horas)	<ul style="list-style-type: none"> • 2.1 Introducción a la síntesis desde alto nivel e implementación configurable. (2h) 	<ul style="list-style-type: none"> • 2.2 Presentación de la herramienta de diseño. (2h) 	<ul style="list-style-type: none"> • Realización de un modelo VHDL de un ejercicio sencillo y realización de memoria (4h) 			
Semana 8 (8 horas)		<ul style="list-style-type: none"> • 2.3 Sistemas combinaciones. Modelos de Buses. (2h) • 2.4 Modelados de elementos de memoria. (2h) 	<ul style="list-style-type: none"> • Realización de las memorias de las prácticas (4h) 			
Semana 9 (8 horas)		<ul style="list-style-type: none"> • 2.5 Modelos de memorias RAM. (2h) • 2.6 Modelados de ALUS. (2h) 	<ul style="list-style-type: none"> • Realización de las memorias de las prácticas (4h) 			
Semana 10 (6 horas)		<ul style="list-style-type: none"> • 2.7 Modelos de FSM (2h) • 2.8 Planteamiento de un proyecto. Reutilización de componentes (2h) 	<ul style="list-style-type: none"> • Realización de las memorias de las prácticas (2h) 			
Semana 11 (10 horas)		<ul style="list-style-type: none"> • 2.9 Realización de la ruta de datos (2h) • 2.10 Realización del control (2h) 	<ul style="list-style-type: none"> • Finalización ruta de datos y control (6h) 			



Semana 12 (22 horas)		<ul style="list-style-type: none"> 2.11 Integración de la ruta de datos y control (2h) 2.12 Implementación del diseño sobre una FPGA (2h) 	<ul style="list-style-type: none"> Realización de memoria del proyecto (16 h) 		<ul style="list-style-type: none"> Examen global (2h) 	
Parte 3. Diseño de sistemas industriales						
Semana 13 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> 3.1 Visión general de los sistemas industriales (4h) 		<ul style="list-style-type: none"> Estudio (4h) 	<ul style="list-style-type: none"> Práctica. Análisis y desarrollo (2h) 		
Semana 14 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> 3.2 Métodos de los productos y procesos industriales (4h) 		<ul style="list-style-type: none"> Estudio (4h) 	<ul style="list-style-type: none"> Práctica. Análisis y desarrollo (2h) 		
Semana 15 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> 3.3 Plataformas industriales (4h) 		<ul style="list-style-type: none"> Estudio (4h) 	<ul style="list-style-type: none"> Práctica. Análisis y desarrollo (2h) 		
Semana 16 (3 horas)				<ul style="list-style-type: none"> Práctica. Análisis y desarrollo (2h) 	<ul style="list-style-type: none"> Examen escrito (1h) 	
TOTAL 155,5 horas	38 horas	22 horas	48 horas	44 horas	3,5 horas	

Nota: Para cada actividad se especifica la dedicación en horas que implica para los alumnos



POLITÉCNICA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
FACULTAD DE INFORMÁTICA
Campus de Montegancedo
Boadilla del Monte. 28660 Madrid