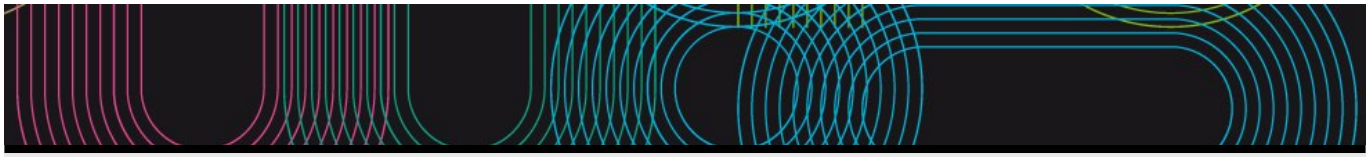

DATOS IDENTIFICATIVOS

Circuítos electrónicos programables

Materia	Circuítos electrónicos programables			
Código	V05G300V01502			
Titulación	Grao en Enxeñaría de Tecnoloxías de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OB	3	1c
Lingua de impartición	Castelán Galego			
Departamento	Tecnoloxía electrónica			
Coordinador/a	Álvarez Ruiz de Ojeda, Luís Jacobo			
Profesorado	Álvarez Ruiz de Ojeda, Luís Jacobo Machado Domínguez, Fernando Moure Rodríguez, María José Poza González, Francisco			
Correo-e	jalvarez@uvigo.es			
Web	http://www.faitic.uvigo.es/			
Descrición xeral	O obxectivo que se persegue con esta materia é que o alumno coñeza os aspectos xerais da arquitectura de microprocesadores, microcontroladores e dispositivos configurables, os métodos e as ferramentas de deseño que se utilizan, e que adquira as habilidades necesarias para deseñar sistemas baseados nestes dispositivos.			

Competencias

Código	
B3	CG3 Coñecemento de materias básicas e tecnoloxías que capaciten o alumnado para a aprendizaxe de novos métodos e tecnoloxías, así como para dotalo dunha gran versatilidade para adaptarse a novas situacións.
B4	CG4 Capacidade para resolver problemas con iniciativa, para a toma de decisións, a creatividade, e para comunicar e transmitir coñecementos, habilidades e destrezas, comprendendo a responsabilidade ética e profesional da actividade do Enxeñeiro Técnico de Telecomunicación.
B13	CG13 Capacidade para manexar ferramentas software que apoien a resolución de problemas en enxeñaría.
C7	CE7/T2 Capacidade de utilizar aplicacións de comunicación e informáticas (ofimáticas, bases de datos, cálculo avanzado, xestión de proxectos, visualización, etc.) para apoiar o desenvolvemento e explotación de redes, servizos e aplicacións de telecomunicación e electrónica.
C8	CE8/T3 Capacidade para utilizar ferramentas informáticas de procura de recursos bibliográficos ou de información relacionada coas telecomunicacións e a electrónica.
C14	CE14/T9 Capacidade de análise e deseño de circuítos combinacionais e secuenciais, síncronos e asíncronos, e de utilización de microprocesadores e circuítos integrados.
C15	CE15/T10 Coñecemento e aplicación dos fundamentos de linguaxes de descrición de dispositivos de hardware.
D2	CT2 Concibir a Enxeñaría no marco do desenvolvemento sostible.
D3	CT3 Tomar conciencia da necesidade dunha formación e mellora continua de calidade, amosando unha actitude flexible, aberta e ética ante opinión discriminación por sexo, raza ou relixión, respecto os dereitos fundamentais, acesibilidade, etc.

Resultados de aprendizaxe

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Comprender os aspectos básicos da arquitectura dos microprocesadores, microcontroladores e dos dispositivos configurables (*FPGAs).	B3	C14 C15
Coñecer os métodos e técnicas de deseño de sistemas integrados hardware/software (System on Chip (SoC)).	B3	C14 C15
Coñecer as ferramentas hardware e software dispoñibles para o deseño de sistemas baseados en dispositivos programables.	B13	C14 C15

Adquirir habilidades no manexo das ferramentas de deseño.		C14 C15	
Capacidade para deseñar sistemas integrados sinxelos (System on Chip (SoC)) aplicados ao campo das telecomunicacións.	B3 B4 B13	C7 C8 C14 C15	D2 D3

Contidos	
Tema	
TEMA 1 TEORÍA (1 h.). INTRODUCIÓN Ás FPGAs.	1.1.- Introdución. 1.2.- Definición e clasificación das FPGAs. 1.3.- Arquitecturas das FPGAs. 1.3.1.- Recursos lóxicos. 1.3.1.1.- Bloques Lóxicos Configurables. 1.3.1.2.- Bloques lóxicos internos. 1.3.1.3.- Bloques de Entrada / Saída. 1.3.1.4.- Circuítos dedicados. Memorias de acceso aleatorio síncronas. Circuítos PLL dixitais. Circuítos aritméticos. Circuítos multiplicadores. Bloques DSP. Transceptores serie. 1.3.2.- Recursos de interconexión. 1.3.2.1.- Liñas de interconexión. 1.3.2.2.- Conexións configurables. 1.3.3.- Exemplos de FPGAs comerciais. 1.4.- Tecnoloxías das FPGAs. 1.4.1.- Tecnoloxías de fabricación das FPGAs (LVTTL, LVCMOS, etc.). 1.4.2.- Tecnoloxías de configuración das FPGAs. 1.4.2.1.- Tecnoloxía de memoria activa estática (SRAM). 1.4.2.2.- Tecnoloxías de antifusibles. 1.4.2.3.- Tecnoloxías de memoria pasiva (EEPROM). 1.4.3.- Métodos de configuración das FPGAs. Fóra do sistema. No sistema. 1.5.- Características xerais das FPGAs. 1.6.- Vantaxes das FPGAs. 1.7.- Fases do deseño de sistemas dixitais mediante FPGAs. 1.7.1.- Implementación do deseño con FPGAs. 1.8.- Ferramentas de CAD para o deseño de sistemas con FPGAs. 1.9.- Aplicacións das FPGAs. 1.10.- Análise comparativa das FPGAs fronte a outro tipo de circuítos.
TEMA 2 TEORÍA (1 h.). ARQUITECTURA DAS FPGAS DA FAMILIA SPARTAN 3E DE XILINX.	2.1.- Introdución. 2.2.- Arquitectura da familia Virtex 2 de Xilinx. 2.2.1.- Recursos lóxicos. CLBs. Slices. Rexistros de desprazamento baseados en RAM. 2.2.2.- Memorias internas. Memoria distribuída. Memoria dedicada. 2.2.3.- Circuítos de reloxo. 2.2.4.- Multiplicadores hardware. 2.2.5.- Tecnoloxías de E/S. 2.3.- Spartan 3 fronte a Virtex 2. 2.4.- Spartan 3E fronte a Spartan 3. 2.5.- Normas de sínteses.
TEMA 3 TEORÍA (2 h.). INTRODUCIÓN Aos MICROCONTROLADORES.	3.1.- Introdución. Concepto de microcontrolador. 3.2.- Arquitectura interna. Harvard. Von Neumann. 3.2.1.- Unidade de control (fases execución). 3.2.2.- ALU. 3.2.3.- Xogo de instrucións. RISC. CISC. 3.3.- Arquitectura externa. 3.3.1.- Acceso a memoria. Memoria de programa. Memoria de datos 3.3.2.- Acceso a periféricos. Portos de E/S. 3.3.3.- Control de interrupcións. 3.4.- Periféricos integrados. 3.4.1.- Temporizadores. 3.4.2.- Comunicación serie. UART RS232. SPI. I2C. 3.4.3.- Convertidores A/D e D/A. 3.5.- Exemplos de microcontroladores comerciais. 3.6.- Aplicacións dos microcontroladores. 3.7.- Ferramentas de programación e verificación.

TEMA 4 TEORÍA (2 h.). MICROPROCESADOR PICOBLAZE DE XILINX (I).	4.1.- Introdución. 4.2.- Versións do microprocesador Picoblaze de Xilinx. 4.3.- Arquitectura interna do microprocesador Picoblaze. 4.4.- Xogo de instrucións do microprocesador Picoblaze.
TEMA 5 TEORÍA (1 h.). DESENVOLVEMENTO DE SOFTWARE PARA O MICROPROCESADOR PICOBLAZE DE XILINX .	5.1.- Introdución. 5.2.- Sintaxe dun programa en ensamblador para o microprocesador Picoblaze. 5.3.- Directivas dun programa ensamblador na contorna pBlazeIDE.
TEMA 6 TEORÍA (3 h.). MICROPROCESADOR PICOBLAZE DE XILINX (II).	6.1.- Introdución. 6.2.- Arquitectura externa. 6.2.1.- Instrucións de E/S. 6.2.2.- Conexión de periféricos de entrada. 6.2.3.- Conexión de periféricos de saída. 6.2.4.- Posta en estado inicial. 6.2.5.- Interrupcións externas. 6.3.- Deseño de periféricos para o microprocesador Picoblaze.
TEMA 7 TEORÍA (1 h.). INTRODUCIÓN Aos SISTEMAS NUN CIRCUÍTO (S.O.C.).	7.1.- Introdución aos métodos de deseño dixital. 7.1.1.- Método software. 7.1.2.- Método hardware. 7.2.- Sistemas nun circuíto (SOC). 7.3.- Sistemas nun Circuíto Programable (PSOC). Microprocesadores encaixados en FPGAs. 7.3.1.- Microprocesadores hardware. 7.3.2.- Microprocesadores software. 7.4.- Aplicacións dos microprocesadores en sistemas encaixados.
TEMA 8 TEORÍA (3 h.). CODISEÑO HARDWARE / SOFTWARE.	8.1.- Introdución. 8.2.- Deseño software. 8.3.- Deseño hardware. 8.4.- Etapas do codiseño hardware / software. 8.5.- Particionado hardware / software. 8.6.- Exemplos de codiseño hardware / software. 8.7.- Deseño de periféricos. Repartición de funcións entre hardware e software.
TEMA 9 TEORÍA (4 h.). DESEÑO DE SISTEMAS COMPLEXOS.	9.1.- Introdución. 9.2.- Análise previa da solución máis adecuada. 9.3.- Métodos de deseño de periféricos de aplicación específica. 9.3.1.- Exemplos prácticos.
TEMA 10 TEORÍA (2 h.). INTRODUCIÓN Aos MÉTODOS DE DESEÑO CORRECTOS.	10.1.- Introdución. 10.2.- Deseño de sistemas dixitais mediante FPGAs. 10.2.1.- Deseño xerárquico. 10.2.2.- Deseño trasladable a outras tecnoloxías. 10.2.3.- Deseño temporal.
TEMA 11 TEORÍA (4 h.). DESEÑO DE SISTEMAS DIXITAIS SÍNCRONOS.	11.1.- Introdución. 11.2.- Deseño síncrono. 11.3.- Normas de deseño de sistemas secuenciales síncronos mediante FPGAs. 11.4.- Sincronización de variables de entrada.
TEMA 1 LABORATORIO (2 h.). ETAPAS DO DESEÑO DE SISTEMAS DIXITAIS CON FPGAs.	1.1.- Introdución. Diagrama de fluxo xeral da ferramenta ISE de Xilinx. 1.2.- Descrición mediante VHDL. 1.3.- Simulación funcional. 1.4.- Síntese do circuíto. 1.5.- Implementación do circuíto. 1.6.- Opcións de implementación para as FPGAs da familia Spartan 3E de Xilinx. 1.7.- Utilización do editor de FPGAs (FPGA Editor). 1.8.- Simulación temporal. 1.9.- Análise de retardos mediante o ficheiro de informe de retardos. 1.10.- Tecnoloxía e métodos de configuración das FPGAs de Xilinx. 1.11.- Placas de desenvolvemento baseadas en FPGAs de Xilinx. 1.12.- Obtención do ficheiro .BIT de configuración. 1.13.- Programación da FPGA. iMPACT. 1.14.- Comprobación do sistema dixital implementado. Solución de problemas. 1.15.- Realización de exemplos.

TEMA 2 LABORATORIO (2 h.). REALIZACIÓN DE CIRCUÍTOS PERIFÉRICOS PARA O MICROPROCESADOR PICOBLAZE.	2.1.- Introdución. 2.2.- Normas básico de diseño síncrono on VHDL. 2.3.- Realización en VHDL dun rexistro básico. 2.4.- Realización en VHDL dunha memoria de datos. 2.5.- Realización en VHDL dun temporizador.
TEMA 3 LABORATORIO (2 h.). REALIZACIÓN DE CIRCUÍTOS DE ACOPLAMIENTO DE PERIFÉRICOS PARA O MICROPROCESADOR PICOBLAZE.	3.1.- Introdución. 3.2.- Realización en VHDL dun circuíto de xestión de periféricos de entrada. 3.3.- Realización en VHDL dun circuíto de xestión de periféricos de saída. 3.4.- Realización en VHDL dun circuíto de memorización de interrupcións.
TEMA 4 LABORATORIO (2 h.). FERRAMENTAS SOFTWARE DO MICROPROCESADOR PICOBLAZE DE XILINX.	4.1.- Introdución. 4.2.- Programa ensamblador e simulador de Mediatronix. Picoblaze IDE. 4.3.- Realización de exemplos básicos.
TEMA 5 LABORATORIO (6 h.). DESEÑO DE SISTEMAS DIGITALES BASEADOS NO MICROPROCESADOR PICOBLAZE.	5.1.- Introdución. 5.2.- Arquivos fonte fornecidos co microprocesador Picoblaze. 5.3.- Etapas do deseño de aplicacións baseadas no microprocesador Picoblaze para FPGAs. 5.3.1.- Elección do microcontrolador Picoblaze adecuado. 5.3.2.- Deseño do programa do microprocesador Picoblaze. 5.3.3.- Simulación do programa do microprocesador Picoblaze. 5.3.4.- Xeración dos arquivos VHDL necesarios para a implementación do microprocesador Picoblaze con FPGAs da familia Spartan 3E de Xilinx. 5.3.5.- Deseño de circuítos periféricos do microcontrolador Picoblaze e circuítos adicionais. 5.3.6.- Simulación dos circuítos periféricos e adicionais. 5.3.7.- Implementación do sistema dixital completo. 5.3.8.- Proba do sistema dixital completo. 5.4.- Realización dun exemplo básico con uso de interrupcións, mediante o microprocesador Picoblaze.
TEMA 6 LABORATORIO (12 h.). TRABALLOS DE DESEÑO DE SISTEMAS DIGITALES BASEADOS NO MICROPROCESADOR PICOBLAZE.	6.1.- Deseño e implementación dun exemplo de aplicación de complexidade media baseada no microprocesador Picoblaze 3, segundo o enunciado fornecido polo profesor en FaiTIC.

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Sesión maxistral	12	16	28
Resolución de problemas e/ou exercicios	12	19	31
Prácticas de laboratorio	14	20	34
Traballos tutelados	12	24	36
Actividades introdutorias	2	2	4
Probas de tipo test	2	5	7
Probas de resposta longa, de desenvolvemento	2	8	10

*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

Metodoloxía docente

	Descrición
Sesión maxistral	Presentación por parte do profesor do temario da materia. Con esta metodoloxía desenvólvese a competencia CG3.
Resolución de problemas e/ou exercicios	Estas sesións incluirán a realización de exercicios e traballos por parte do profesor e dos alumnos. Con esta metodoloxía desenvólvense as competencias CG3, CG4, CE8/T3, CE14/T9 e CE15/T10.
Prácticas de laboratorio	Nestas prácticas suscitarase o desenvolvemento de prácticas guiadas e a realización de circuítos e programas. Con esta metodoloxía desenvólvense as competencias CG3, CG4, CG13, CE7/TE2, CE8/T3, CE14/T9, CE15/T10, CT2 e CT3.
Traballos tutelados	Proponse aos alumnos a realización dun traballo de deseño de circuítos e programas. Con esta metodoloxía desenvólvense as competencias CG3, CG4, CG13, CE7/TE2, CE8/T3, CE14/T9, CE15/T10, CT2 e CT3.
Actividades introdutorias	Introdución aos diferentes temas clave da materia tanto na súa compoñente teórica como práctica. Con esta metodoloxía desenvólvense a competencia CG3.

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Prácticas de laboratorio	Nas clases presenciais atenderanse as dúbidas dos alumnos. Ademais, os estudantes terán ocasión de acudir a tutorías personalizadas no despacho dos profesores da materia no horario que os profesores establecerán para ese efecto a principio de curso e que se publicará na páxina da materia.
Traballos tutelados	Nas clases presenciais atenderanse as dúbidas dos alumnos. Ademais, os estudantes terán ocasión de acudir a tutorías personalizadas no despacho dos profesores da materia no horario que os profesores establecerán para ese efecto a principio de curso e que se publicará na páxina da materia.

Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Prácticas de laboratorio	Avaliarase o correcto funcionamento dos circuítos e programas realizados nas sesións de prácticas correspondentes aos temas 1 a 5 de laboratorio de acordo aos criterios de valoración. Será necesario ensinar ao profesor o correcto funcionamento de cada un dos circuítos e programas. Con esta metodología se avalian as competencias CG3, CG4, CG13, CE7/TE2, CE8/T3, CE14/T9, CE15/T10, CT2 e CT3.	25	B3 B4 B13	C7 C8 C14 C15	D2 D3
Traballos tutelados	Traballo autónomo de deseño dun sistema encaixado de complexidade media con polo menos un periférico complexo deseñado polos alumnos. O contido correspóndese co tema 6 de laboratorio. Avaliarase o traballo final de prácticas de acordo aos criterios de valoración. Tamén se avaliará a correcta aplicación dos conceptos teóricos ao traballo realizado, de acordo aos criterios de valoración. Será necesario entregar unha memoria explicativa de máximo 10 páxinas das tarefas realizadas, segundo o índice fornecido polo profesor. Con esta metodología se avalian as competencias CG3, CG4, CG13, CE7/TE2, CE8/T3, CE14/T9, CE15/T10, CT2 e CT3.	25	B3 B4 B13	C7 C8 C14 C15	D2 D3
Probas de tipo test	Exame tipo test de resposta múltiple con preguntas sobre os temas de teoría. Con esta metodología se avalian as competencias CG3, CE14/T9 e CE15/T10.	25	B3	C14 C15	
Probas de resposta longa, de desenvolvemento	Exame de solventar tarefas e problemas de desenho de circuitos e programas e explicación do traballo realizado. Con esta metodología se avalian as competencias CG3, CG4, CE14/T9 e CE15/T10.	25	B3 B4	C14 C15	

Outros comentarios sobre a Avaliación

A nota da materia será a suma das notas correspondentes ás distintas tarefas da materia. A nota de cada un dos exames teóricos debe ser maior ou igual que 5 sobre 10 para poder aprobar a materia. A nota do conxunto das prácticas guiadas debe ser maior ou igual que 5 sobre 10 para poder aprobar a materia. A nota do traballo práctico debe ser maior ou igual que 5 sobre 10 para poder aprobar a materia. Todos os alumnos, tanto os que sigan a materia de forma continua como os que queiran ser avaliados unicamente ao final do cuadrimestre ou na avaliación ao final do curso (segunda oportunidade), deberán realizar as tarefas descritas no apartado anterior. A cualificación final expresarase de forma numérica entre 0 e 10, segundo a lexislación vixente (Real Decreto 1125/2003 de 5 de Setembro; BOE 18 de setembro). Seguindo as directrices propias da titulación ofrecerase aos alumnos que cursen esta materia dous sistemas de avaliación: avaliación continua e avaliación ao final do cuadrimestre. AVALIACIÓN CONTINUA: O feito de realizar 2 prácticas de laboratorio ou o primeiro exame parcial de teoría supón que o alumno opta pola avaliación continua. Os alumnos que opten por avaliación continua pero non aproben a materia mediante esta modalidade, deberán realizar a avaliación final completa na avaliación ao final do curso (segunda oportunidade) , e dizer, deberán repetir todas as tarefas, incluidas as que aprobaran. Os alumnos que aproben a materia mediante avaliación continua non poderán repetir de novo na avaliación final ningunha tarefa co

obxectivo de subir a nota. As distintas tarefas deben entregarse na data especificada polo profesor. Se non é así, non serán cualificadas para a avaliación continua. Os alumnos realizarán as prácticas e os traballos en grupos de dous alumnos durante a avaliación continua. Se se quere optar pola evaluación continua, pódese faltar como máximo a 2 prácticas. Se se faltou a máis de 2 prácticas, los alumnos deberán realizar a avaliación final completa na avaliación ao final do curso (segunda oportunidade) , e dizer, deberán repetir todas as tarefas, incluidas as que aprobaran. AVALIACIÓN FINAL: Os alumnos que opten pola avaliación final deberán realizar todas as tarefas prácticas e os traballos individualmente. A entrega das tarefas para a avaliación final debe realizarse antes da data oficial do exame establecida polo centro. En caso de superar o catro probas (nota de cada proba >= 5), a cualificación final (NF) será a suma ponderada das notas de cada proba: NF = 0□25 * ET1 + 0□25 * ET2 + 0□25 * PL + 0□25 * TT En caso de non superar o catro probas (nota dalgunha proba < 5), a cualificación final (NF) será: NF = mínimo [4□5; (0□25 *ET1 + 0□25 * ET2 + 0□25 * PL + 0□25 * TT)] sendo: ET1 = Primeiro exame parcial de teoría. ET2 = Segundo exame parcial de teoría. PL = Nota conxunta de prácticas de laboratorio correspondentes aos temas 1 a 5. TT = Traballo Tutelado práctico. CRITERIOS DE AVALIACIÓN. 1) Exames teóricos. O primeiro exame teórico será de tipo test y realizarase ao redor da semana 9 de clases no lugar e datas que determinen os profesores e a Escola. En todo caso, realizarase despois de estudar os temas 1 a 8 de teoría. O segundo exame teórico será de tipo respuesta larga, de desarrollo, y realizarase xuntamente co exame final de cuatrimestre no lugar e datas que determine a Escola. Deberán contestarse correctamente as preguntas do exame. 2) Realización de prácticas de laboratorio guiadas. Avaliarase o correcto funcionamento dos circuítos e programas realizados nas sesións de prácticas, de acordo coa puntuación asignada nos enunciados de prácticas. Cada tema de prácticas puntuarase sobre 10. Logo ponderarase a súa influencia na nota total da materia en función do número de horas asignado a cada tema. É dicir, a nota das prácticas correspondentes aos temas 1 a 5 de laboratorio, obtense da forma seguinte: PL = (Nota Tema 1L + Nota Tema 2L + Nota Tema 3L + Nota Tema 4L + 3 * Nota Tema 5L) / 7 A nota total das horas de prácticas guiadas (PL) corresponde a un 25% da nota total da materia. Será necesario entregar os ficheiros que se indican nos enunciados de prácticas. Os criterios de valoración refírense unicamente á funcionalidade dos circuítos e programas realizados, é dicir, os circuítos e programas deben funcionar perfectamente en todos os seus aspectos, para obter a máxima nota, xa sexa a simulación do □software□, a simulación funcional e temporal dos diferentes circuítos □hardware□ e do sistema completo, ou a proba na placa de desenvolvemento. 3) Traballo práctico. Traballo autónomo de deseño dun sistema encaixado de complexidade media con polo menos un periférico complexo deseñado polos alumnos. Será necesario entregar unha memoria escrita do traballo realizado. Os criterios de valoración do traballo práctico son os seguintes: 1) Repartición adecuada de tarefas entre □hardware□ e □software". 2) Organización adecuada do □hardware□ e estrutura adecuada do programa en ensamblador. 3) Corrección do deseño. Optimización da descrición en VHDL e da utilización de circuítos. Aplicación das técnicas de deseño síncrono. 4) Análise da implementación con FPGAs. Analizar os recursos lóxicos da FPGA utilizados e razoar a súa necesidade. Analizar de forma razoada os retardos internos do sistema implementado. 5) Funcionalidade. Simulación do □software□. Simulación funcional e temporal dos diferentes circuítos □hardware□. Simulación do sistema encaixado completo (□hardware□ + □software□). Proba na placa de desenvolvemento do sistema encaixado completo (□hardware□ + □software□). Todos os apartados deben funcionar perfectamente para obter a máxima nota. 6) Documentación do deseño e a implementación con FPGAs.. a. Memoria. i. Estrutura clara e ordenada. ii. Explicacións claras e suficientes para a comprensión do traballo realizado. iii. Inclusión de figuras adecuadas. iv. Inclusión de datos relevantes. b. Ficheiros fonte de deseño. i. Comentarios suficientes nos ficheiros VHDL para a súa comprensión. ii. Comentarios suficientes nos ficheiros ensamblador para a súa comprensión.

Bibliografía. Fontes de información

LIBROS BÁSICOS DA ASIGNATURA:

[POZA et AL 12] POZA GONZÁLEZ, F., ÁLVAREZ RUIZ DE OJEDA, L.J., *Diseño de sistemas empotrados de 8 bits en FPGAs con Xilinx ISE y Picoblaze*, Vision libros, Madrid, 2012.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA DA ASIGNATURA:

[ÁLVAREZ 13] ÁLVAREZ RUIZ DE OJEDA, L.J., *Diseño Digital con FPGAs*, Vision libros, Madrid, 2013.

[ÁLVAREZ 01] ÁLVAREZ RUIZ DE OJEDA, *Diseño de aplicaciones mediante PLDs y FPGAs*, Editorial Tórculo, Santiago de Compostela, 2001.

[BOLTON 90] BOLTON, M., "*Digital systems design with programmable logic*", Addison-Wesley, 1990.

[PELLERIN 91] PELLERIN, D., HOLLEY, M., "*Practical design using programmable logic*", Prentice Hall, Londres, 1991.

FPGAs:

[ALTERA] Dirección de Internet, *http://www.altera.com*, Altera.

[CHAN 94] CHAN, Pak K., MOURAD, Samiha, "*Digital design using Field Programmable Gate Arrays*", Prentice Hall, New Jersey, 1994.

[LATTICE] Dirección de Internet, *http://www.latticesemi.com*, Lattice semiconductors.

[QUICKLOGIC] Dirección de Internet, *http://www.quicklogic.com*, Quicklogic.

[XILINX] Dirección de Internet, *http://www.xilinx.com*, Xilinx.

[CHAPMAN 02] Creating Embedded Microcontrollers (Programmable State Machines), Ken Chapman, TechXclusives, Xilinx, 2002.

[CHU 08] CHU, PONG P., *FPGA prototyping by VHDL examples : Xilinx Spartan-3 version*, John Wiley & Sons, Hoboken (New Jersey), 2008.

[IEEE 01] IEEE Standard VHDL Language Reference Manual (IEEE Srd 1076-2001), Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2001.

Recomendacións

Materias que continúan o temario

Deseño e síntese de sistemas dixitais/V05G300V01923

Materias que se recomenda ter cursado previamente

Programación I/V05G300V01205
Electrónica dixital/V05G300V01402
Física: Fundamentos de electrónica/V05G300V01305

Outros comentarios

O alumno deberá cursar a materia Electrónica Dixital. Nela impártense coñecementos básicos para o seguimento desta materia.

Ademais, é recomendable que o alumno curse tamén as materias Física: Fundamentos de Electrónica e Programación I. Nelas impártense coñecementos que serven de base ou complementan os temas que se impartirán nesta materia.