



DATOS IDENTIFICATIVOS

Codeseño Hardware/Software de Sistemas Empotrados

| | | | | |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|--------------|
| Materia | Codeseño Hardware/Software de Sistemas Empotrados | | | |
| Código | V05M145V01242 | | | |
| Titulación | Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación | | | |
| Descritores | Creditos ECTS | Sinale | Curso | Cuadrimestre |
| | 5 | OB | 1 | 2c |
| Lingua de impartición | Castelán Galego Inglés | | | |
| Departamento | Tecnoloxía electrónica | | | |
| Coordinador/a | Álvarez Ruíz de Ojeda, Luís Jacobo | | | |
| Profesorado | Álvarez Ruíz de Ojeda, Luís Jacobo Poza González, Francisco | | | |
| Correo-e | jalvarez@uvigo.es | | | |
| Web | http://www.faitic.uvigo.es | | | |
| Descrición xeral | <p>A documentación da materia atópase en inglés. Algunhas clases da asignatura pódense impartir en inglés. Os obxectivos que se perseguen con esta materia son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coñecer os métodos de *codiseño de aplicacións baseadas en *microprocesadores encaixados en *FPGAs. - Coñecer os *microprocesadores que se poden *implementar nas *FPGAs comerciais. - Manexar as ferramentas necesarias para o desenvolvemento de aplicacións encaixadas mediante *FPGAs. - Deseñar periféricos de aplicación específica e a súa conexión aos buses dos *microprocesadores encaixados. - Realizar sistemas dixitais de aplicación real con *microprocesadores encaixados en *FPGAs. | | | |

Competencias de titulación

| | | | |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| Código | | | |
| A5 | CB5 Que os estudantes posúan as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun modo que haberá de ser en boa medida autodirixido ou autónomo. | | |
| A6 | CG1 Capacidade para proxectar, calcular e deseñar produtos, procesos e instalacións en todos os ámbitos da enxeñaría de telecomunicación. | | |
| A13 | CG8 Capacidade para a aplicación dos coñecementos adquiridos e resolver problemas en ámbitos novos ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos e multidisciplinares, sendo capaces de integrar coñecementos. | | |
| A29 | CE11 Coñecemento das linguaxes de descrición hardware para circuitos de alta complexidade. | | |
| A30 | CE12 Capacidade para utilizar dispositivos lóxicos programables, así como para deseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analóxicos coma dixitais. Capacidade para deseñar compoñentes de comunicacións como por exemplo encamiñadores, conmutadores, concentradores, emisores e receptores en diferentes bandas. | | |

Competencias de materia

| Resultados previstos na materia | Tipoloxía | Resultados de Formación e Aprendizaxe |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------|
| Coñecer os métodos de *codiseño de aplicacións baseadas en *microprocesadores encaixados en *FPGAs. | saber | A13 A29 A30 |
| Coñecer os *microprocesadores que se poden *implementar nas *FPGAs comerciais. | saber | A13 A29 A30 |

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------|
| Manexar as ferramentas "software" necesarias para o desenvolvemento de aplicacións encaixadas mediante *FPGAs. | saber facer | A5 A13 A29 A30 |
| Deseñar periféricos de aplicación específica e a súa conexión aos buses dos *microprocesadores encaixados. | saber facer | A5 A13 A29 A30 |
| Realizar sistemas dixitais de aplicación real con *microprocesadores encaixados en *FPGAs. | saber facer | A5 A6 A13 A29 A30 |

Contidos

| Tema | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TEMA 1 TEORÍA. INTRODUCCIÓN Ao DESEÑO DE SISTEMAS ENCAIXADOS. (1 *h.) | 1.1.- Introducción. 1.2.- Sistemas nun Circuito *Programable (*PSOC). 1.3.- *Codiseño hardware / software;. Fases do *codiseño. 1.4.- Ferramentas *EDK e *SDK de *Xilinx para *codiseño de sistemas encaixados. |
| TEMA 2 TEORÍA. *MICROPROCESADOR *MICROBLAZE DE *XILINX. (0’5 *h.) | 2.1.- Introducción. 2.2.- Arquitectura interna do *microprocesador *Microblaze. 2.2.1.- Estrutura do *microprocesador *Microblaze. 2.2.2.- Mapa de memoria. 2.2.3.- Buses do *microprocesador *Microblaze. *LMB, *AXI. *FSL. 2.2.4.- Periféricos básicos. *Temporizador. *UART *RS232. Controlador de interrupcións. 2.2.5.- Periféricos opcionais. Unidade de coma flotante (FPU). |
| TEMA 3 TEORÍA. ARQUITECTURA DAS *FPGAs DA FAMILIA *SPARTAN 6 DE *XILINX. (0’5 *h.) | 3.1.- Introducción. 3.2.- Arquitectura das *FPGAs da familia *Spartan 6 de *Xilinx. 3.2.1.- Recursos lóxicos: 3.2.2.- Recursos de *interconexión. 3.2.3.- Tecnoloxía. 3.2.4.- Outras características. |
| TEMA 4 TEORÍA. CONEXIÓN DE CIRCUÍTO PERIFÉRICOS Ao *MICROPROCESADOR *MICROBLAZE DE *XILINX. (1 *h.) | 4.1.- Introducción. 4.2.- *Interfaz para periféricos básicos. *GPIO. 4.3.- *Interfaz para periféricos avanzados. *IPIF. 4.4.- *Interfaz para *coprocesadores de usuario. *FSL. |
| TEMA 5 TEORÍA. DESENVOLVEMENTO DE SOFTWARE PARA O *MICROPROCESADOR *MICROBLAZE DE *XILINX. (1 *h.) | 5.1.- Introducción. 5.2.- Estrutura das rutinas de manexo de periféricos. 5.3.- Manexo de interrupcións. 5.4.- Depuración do programa. |
| TEMA 6 TEORÍA. *PARTICIONADO “*HARDWARE / SOFTWARE”. (1 *h.) | 6.1.- Introducción. 6.2.- Exemplos de *codiseño hardware / software. 6.3.- Repartición de funcións entre hardware e software. |
| TEMA 7 TEORÍA. TRABALLO DE DESEÑO DE PERIFÉRICOS PARA *MICROPROCESADORES ENCAIXADOS DE *XILINX. (5 *h.) | 7.1.- Deseño do periférico asignado, utilizando a combinación de hardware e software máis adecuada. |
| TEMA 1 LABORATORIO. CONTORNA *EDK PARA O DESEÑO DE SISTEMAS ENCAIXADOS BASEADOS EN *MICROPROCESADORES DE 32 *BITS DE *XILINX. (2 *h.) | 1.1.- Introducción. 1.2.- *EDK.Embedded *Development Kit de *Xilinx. 1.2.1.- Fluxo de *codiseño. 1.2.2.- Titor para a creación de sistemas encaixados.Base *System *Builder. 1.2.3.- Adición de periféricos *predefinidos (IP *cores). 1.5.- Realización de exemplos básicos de sistemas encaixados baseados no *microprocesador *Microblaze. 1.6.- *Implementación dos sistemas desenvolvidos en placas de avaliación de *Digilent. |
| TEMA 2 LABORATORIO. REALIZACIÓN DE CIRCUÍTO PERIFÉRICOS BÁSICOS PARA Os *MICROPROCESADORES ENCAIXADOS DE *XILINX. (2 *h.) | 2.1.- Introducción. 2.2.- Utilización de periféricos *predefinidos. IP. 2.2.- Desenvolvemento de periféricos de usuario básicos. *GPIO. |
| TEMA 3 LABORATORIO. REALIZACIÓN DE CIRCUÍTO PERIFÉRICOS AVANZADOS PARA Os *MICROPROCESADORES ENCAIXADOS DE *XILINX. (2 *h.) | 3.1.- Introducción. 3.2.- Desenvolvemento de periféricos de usuario avanzados (Custom IP). 3.3.- Desenvolvemento de *coprocesadores de usuario. |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TEMA 4 LABORATORIO. CONTORNA *SDK PARA O DESEÑO DE SOFTWARE DE *MICROPROCESADORES DE 32 *BITS DE *XILINX. (2 *h.) | 4.1.- Introducción. 4.2.- *SDK. Software *Development Kit de *Xilinx. 4.2.1.- Ferramentas *GNU (*GCC, *ASsembler). 4.2.2.- Editor. *Compilador. *Enlazador linker). 4.2.3.- Bibliotecas fornecidas. 4.2.4.- *Analizador de prestacións (software *profiler). 4.3.- Realización de exemplos. 4.3.1.- *Temporizador axustado por interrupción. |
| TEMA 5 LABORATORIO. VERIFICACIÓN *HARDWARE/SOFTWARE DE APLICACIÓN ENCAIXADAS. (2 *h.) | 5.1.- Introducción. 5.2.- Simulación dos sistemas encaixados. 5.3.- Depuración dos sistemas encaixados mediante o depurador *XMD desde *SDK 5.4.- Depuración dos sistemas encaixados mediante o depurador GNU *debugger desde *SDK. 5.5.- *Co-verificación *HW/*SW dos sistemas encaixados mediante o *analizador *hardware Chipscope de *Xilinx e o depurador software GNU *debugger. |
| TEMA 6 LABORATORIO. TRABALLOS DE DESEÑO DE APLICACIÓN BASEADAS EN *MICROPROCESADORES ENCAIXADOS DE 32 *BITS DE *XILINX. (10 *h.: 5 *h. tipo *B + 5 *h. tipo *C) | 6.1.- Realización da aplicación asignada. |

Planificación

| | Horas na aula | Horas fóra da aula | Horas totais |
|---------------------------|---------------|--------------------|--------------|
| Sesión maxistral | 5 | 10 | 15 |
| Metodoloxías integradas | 5 | 20 | 25 |
| Prácticas de laboratorio | 10 | 10 | 20 |
| Metodoloxías integradas | 9 | 48 | 57 |
| Presentacións/exposicións | 1 | 7 | 8 |

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

Metodoloxía docente

| | Descrición |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sesión maxistral | Exposición dos principais contidos teóricos da materia con axuda de medios audiovisuais. Con esta metodoloxía se desenvolven as competencias CE11/TT11 and CE12/TT12. |
| Metodoloxías integradas | Metodoloxía integrada: Aprendizaxe baseada en problemas (*ABP): Resolución de problemas de deseño de circuitos *sintetizables en *VHDL e programas en *C propostos polo profesor. Con esta metodoloxía se desenvolven as competencias CB5, CG1, CG8, CE11/TT11 and CE12/TT12. |
| Prácticas de laboratorio | Nestas prácticas expórese o desenvolvemento de prácticas guiadas de realización de circuitos e programas. Con esta metodoloxía se desenvolven as competencias CB5, CG8, CE11/TT11 and CE12/TT12. |
| Metodoloxías integradas | Metodoloxía integrada: Aprendizaxe baseada en problemas (*ABP): Resolución de problemas de deseño de circuitos *sintetizables en *VHDL e programas en *C propostos polo profesor. Con esta metodoloxía se desenvolven as competencias CB5, CG1, CG8, CE11/TT11 and CE12/TT12. |
| Presentacións/exposicións | Exposición dos resultados do proxecto realizado. Con esta metodoloxía se desenvolven as competencias CB5, CG1, CG8, CE11/TT11 and CE12/TT12. |

Atención personalizada

| Metodoloxías | Descrición |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sesión maxistral | 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. |
| Presentacións/exposicións | 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. |

| | |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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. |
| Metodoloxías integradas | 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. |
| Metodoloxías integradas | 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 |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Metodoloxías integradas | Aprendizaxe baseada en problemas. Resolución de exercicios e problemas teóricos. A maioría deles centraranse na formulación e o enfoque teórico do deseño dun periférico dun sistema encaixado. O contido correspóndese cos temas de teoría. Será necesario ensinar ao profesor o funcionamento de cada un dos circuítos e programas. Avaliarase a correcta aplicación dos conceptos teóricos aos problemas realizados, de acordo aos criterios de valoración. Será necesario entregar a documentación solicitada polo profesor para cada un dos exercicios realizados. Con esta metodoloxía se avalian las competencias CB5, CG1, CG8, CE11/TT11 and CE12/TT12. | 25 |
| 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 metodoloxía se avalian las competencias CB5, CG8, CE11/TT11 and CE12/TT12. | 25 |
| Metodoloxías integradas | Ensinio baseado en proxectos. Traballo autónomo de deseño dun sistema encaixado. Será necesario entregar os ficheiros fonte do traballo realizado. Avaliarase o funcionamento do sistema dixital realizado e a correcta aplicación dos conceptos teóricos ao deseño do sistema dixital, de acordo aos criterios de valoración. Con esta metodoloxía se avalian las competencias CB5, CG1, CG8, CE11/TT11 and CE12/TT12. | 40 |
| Presentacións/exposicións | Será necesario realizar unha presentación oral de máximo 15 minutos sobre o traballo práctico autónomo realizado, segundo o índice fornecido polo profesor. Con esta metodoloxía se avalian las competencias CB5, CG1, CG8, CE11/TT11 and CE12/TT12. | 10 |

Outros comentarios sobre a Avaliación

A nota da materia será a suma das notas correspondentes ás distintas tarefas da materia.

A nota global dos exercicios e problemas teóricos debe ser maior ou igual que 5 sobre 10 para poder aprobar a materia.

A nota do traballo práctico autónomo 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 nunha avaliación extraordinaria, deberán realizar as tarefas descritas no apartado anterior.

Os alumnos que non asistan a clase regularmente deberán realizar as mesmas tarefas que os alumnos asistentes a clase.

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).

Segundo 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

Avaliación ao final do cuadrimestre

AVALIACIÓN CONTINUA:

- O feito de realizar 2 prácticas de laboratorio 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 extraordinaria de Xullo.
- 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 os exercicios teóricos, as prácticas de laboratorio e os traballos de laboratorio en grupos de dous alumnos durante a avaliación continua.
- Se se segue a materia de forma continua, pódese faltar como máximo a 2 sesións presenciais. Se se faltou a máis de 2 sesións, será obrigatorio realizar un traballo individual adicional ou un exame.

AVALIACIÓN FINAL:

- Os alumnos que opten pola avaliación final deberán realizar todas as tarefas teóricas e 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 os exercicios teóricos (ET), as prácticas de laboratorio (PL) e o traballo autónomo (TA), é dicir, que a nota de cada parte ≥ 5 , a cualificación final (NF) será a suma ponderada das notas de cada parte da materia:

$$NF = 0,25 * ET + 0,25 * PL + 0,40 * TA + 0,10 * PO$$

En caso de non superar algunha do tres probas (nota dalgunha proba < 5), a cualificación final (NF) será:

$$NF = \text{mínimo} [4,5; (NF = 0,25 * ET + 0,25 * PL + 0,40 * TA + 0,10 * PO)]$$

sendo:

ET = Nota conxunta dos exercicios e problemas teóricos.

PL = Nota conxunta das prácticas de laboratorio.

TA = Traballo Autónomo práctico.

PO = Presentación Oral.

CRITERIOS DE AVALIACIÓN.

1) Realización de prácticas de laboratorio guiadas.

Avaliarase o correcto funcionamento dos circuitos 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:

$$PL = (\text{Nota Tema 1L} + \text{Nota Tema 2L} + \text{Nota Tema 3L} + \text{Nota Tema 4L} + \text{Nota Tema 5L}) / 5$$

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 circuitos e programas realizados, é dicir, os circuitos 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 circuitos hardware e do sistema completo, ou a proba na placa de desenvolvemento.

2) Exercicios e problemas teóricos.

Avaliarase cada un dos exercicios e problemas expostos nas sesións de teoría. Cada exercicio puntuarase sobre 10. Logo ponderarase a súa influencia na nota total da materia en función do número de exercicios asignado.

A maioría dos exercicios consistirán no deseño dun periférico para un sistema encaixado e a formulación do deseño dun sistema encaixado completo cos seus periféricos.

Os criterios de valoración son os seguintes:

1) Repartición adecuada de tarefas entre hardware e software.

2) Organización adecuada do hardware e estrutura adecuada do programa en C.

3) Corrección do deseño (CORR).

Optimización da descrición en VHDL e dos programas en C.

Aplicación das técnicas de deseño síncrono.

Deseño reutilizable.

4) Funcionalidade (FUNC). Se o exercicio pídeo, a simulación funcional e temporal dos circuítos VHDL, así como a simulación dos programas en C deben funcionar perfectamente.

5) Documentación (DOC).

i. Ficheiros fonte de deseño.

ii. Comentarios suficientes nos ficheiros VHDL e ficheiros C para a súa comprensión.

Será necesario entregar os ficheiros que se indican nos enunciados de cada exercicio teórico.

A nota total será a suma das notas de cada un dos exercicios dividida polo número de exercicios:

$$ET = (\text{Exercicio 1} + \dots + \text{Exercicio N}) / N$$

3) Traballo práctico.

Traballos de deseño dun sistema encaixado.

Os criterios de valoración son os seguintes:

1) Repartición adecuada de tarefas entre "hardware" e "software".

2) Organización adecuada do "hardware" e estrutura adecuada do programa en C.

3) Corrección do deseño.

Optimización da descrición en VHDL e da utilización de circuítos.

Aplicación das técnicas de deseño síncrono.

Deseño reutilizable.

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".

Depuración do "software".

Simulación funcional e temporal dos diferentes circuítos "hardware".

Simulación do sistema encaixado completo ("hardware" + "software").

Depuración 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 C para a súa comprensión.

Para o traballo práctico autónomo (TA), será necesario realizar unha presentación oral.

3) Presentación do traballo.

i. Exposición oral.

1. Estrutura clara e ordenada.

2. Explicacións claras.

3. Explicacións suficientes para a comprensión do traballo realizado.

4. Inclusión de figuras adecuadas.

5. Inclusión de datos relevantes.

Bibliografía. Fuentes de información

ÁLVAREZ RUIZ DE OJEDA, L.J., POZA GONZÁLEZ, F., **Diseño de aplicaciones empotradas de 32 bits en FPGAs con Xilinx EDK 10.1 para Microblaze y Power-PC**, Vison Libros,

ÁLVAREZ RUIZ DE OJEDA, L.J., **Diseño Digital con FPGAs**, Vison Libros,

Recomendacións

Materias que se recomienda cursar simultaneamente

Sistemas Electrónicos Dixitais Avanzados/V05M145V03203
