



DATOS IDENTIFICATIVOS

Deseño e síntese de sistemas dixitais

Materia	Deseño e síntese de sistemas dixitais			
Código	V05G300V01923			
Titulación	Grao en Enxeñaría de Tecnoloxías de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS 6	Sinale OP	Curso 4	Cuadrimestre 1c
Lingua de impartición	Inglés			
Departamento	Tecnoloxía electrónica			
Coordinador/a	Álvarez Ruiz de Ojeda, Luís Jacobo			
Profesorado	Álvarez Ruiz de Ojeda, Luís Jacobo			
Correo-e	jalvarez@uvigo.es			
Web	http://www.faitic.uvigo.es			
Descripción xeral	A materia impártese e avalíase en inglés. A documentación da materia está en inglés. Os obxectivos que se perseguen con esta materia son: Introducción ao VHDL sintetizable. Deseño e síntese de sistemas dixitais síncronos. Desenvolvemento, síntese e verificación de circuitos dixitais programables, utilizando o VHDL para a súa aplicación no ámbito das Telecomunicacións.			

Competencias

Código

B1	CG1 Capacidad para redactar, desenvolver e asinar proxectos no ámbito da enxeñería de telecomunicación que teñan por obxecto, de acuerdo cos coñecementos adquiridos segundo o establecido no epígrafe 5 desta orde, a concepción e o desenvolvemento ou a explotación de redes, servizos e aplicacóns de telecomunicación e electrónica.
B9	CG9 Capacidad para traballar nun grupo multidisciplinar e nunha contorna multilingüe e de comunicar, tanto por escrito como de forma oral, coñecementos, procedementos, resultados e ideas relacionadas coas telecomunicacións e a electrónica.
B13	CG13 Capacidad para manexar ferramentas software que apoien a resolución de problemas en enxeñaría.
C62	(CE62/OP5) Capacidad para deseñar e sintetizar sistemas dixitais complexos por medio de linguaxes de descripción de hardware.
D4	CT4 Favorecer o traballo cooperativo, as capacidades de comunicación, organización, planificación e aceptación de responsabilidades nun ambiente de traballo multilingüe e multidisciplinar, que favoreza a educación para a igualdade, para a paz e para o respecto dos dereitos fundamentais.

Resultados de aprendizaxe

Resultados previstos na materia

Resultados de Formación e Aprendizaxe

Coñecer as diferenzas das linguaxes de descripción *hardware aplicados á simulación e á síntese.	B13	C62
Profundar nas técnicas de deseño dixital *síncrono con *VHDL *sintetizable.	B13	C62
Adquirir habilidades para o deseño de sistemas dixitais *síncronos complexos utilizando a linguaxe de descripción *hardware *VHDL.	B1 B9 B13	C62 D4

Contidos

Tema

TEMA 1 TEORÍA (2 *h.). INTRODUCCIÓN Ao DESEÑO E SÍNTESE DE SISTEMAS DIXITAIS COMPLEXOS.	<p>1.1.- Introdución.</p> <p>1.2.- Tipos de circuitos integrados dixitais. *Microprocesadores. *DSPs. *ASICs. *FPGAs.</p> <p>1.2.1.- Análise comparativa.</p> <p>1.3.- Conxuntos *Programables de Puertas (*FPGAs).</p> <p>1.4.- Deseño de sistemas dixitais complexos de aplicación específica mediante *FPGAs.</p> <p>1.4.1.- Sistemas de procesado *secuencial. Unidade operativa. Unidade de control.</p> <p>1.4.2.- Sistemas de procesado continuo.</p>
TEMA 2 TEORÍA (2 *h.). DESEÑO AVANZADO DE SISTEMAS DIXITAIS.	<p>2.1.- Introdución.</p> <p>2.2.- Normas xerais para o deseño de sistemas dixitais.</p> <p>2.2.1.- Deseño xerárquico.</p> <p>2.2.2.- Deseño *trasladable a outras tecnoloxías.</p> <p>2.2.3.- Deseño temporal.</p> <p>2.2.4.- Deseño para reutilización.</p> <p>2.2.5.- Deseño para *verificabilidade.</p> <p>2.2.6.- Documentación do deseño.</p> <p>2.3.- Circuitos *prediseñados (\square*IP *cores\square).</p>
TEMA 3 TEORÍA (2 *h.). INTRODUCCIÓN Á SÍNTESE DE SISTEMAS DIXITAIS DESCritos EN *VHDL.	<p>3.1.- Introdución.</p> <p>3.2.- Definición de síntese. Conceptos básicos sobre sínteses.</p> <p>3.3.- Conversión dunha descripción en *VHDL a \square*hardware\square real. Diferenzas entre o modelo orixinal e o resultado da síntese / *implementación. Modelo de simulación posterior á *implementación.</p> <p>3.4.- Recomendacións para a descripción en *VHDL *sintetizable de distintos tipos de circuitos.</p> <p>3.5.- Exemplos de modelos *sintetizables de circuitos comunmente utilizados.</p>
TEMA 4 TEORÍA (6 *h.). *VHDL PARA SÍNTESE. RESTRICIÓNs.	<p>4.1.- Introdución.</p> <p>4.2.- Estándar *IEEE para síntese.</p> <p>4.3.- Sentenzas temporais (\square*After\square, \square*Wait\square).</p> <p>4.4.- Bucles (\square*Loop\square). Bucles \square*generate\square.</p> <p>4.5.- Tipo de datos real (\squareReal\square). Conversión de tipos.</p> <p>4.6.- Operacións *aritméticas complexas. División (\square/\square).</p> <p>4.7.- Funcións matemáticas complexas. (\squareSen\square, \square*Cos\square, \square*Log\square).</p> <p>4.8.- Matrices *bidimensionais. (\square*Array\square).</p> <p>4.9.- Exercicios de modelos non *sintetizables e de circuitos equivalentes *sintetizables.</p>
TEMA 5 TEORÍA (2 *h.). DESEÑO DE CIRCUÍTOS *ARITMÉTICOS EN *VHDL.	<p>5.1.- Introdución.</p> <p>5.2.- Representación de números *binarios con parte decimal. Coma fixa. Coma flotante.</p> <p>5.3.- Deseño de aplicacións de coma fixa.</p> <p>5.4.- Deseño de aplicacións de coma flotante.</p> <p>5.5.- *Implementación de circuitos *aritméticos en *FPGAs.</p>
TEMA 6 TEORÍA (4 *h.). SENTENZAS AVANZADAS DA LINGUAJE *VHDL.	<p>6.1.- Introdución.</p> <p>6.2.- Bibliotecas e paquetes.</p> <p>6.3.- Acceso a ficheiros.</p> <p>6.3.1.- *Inicialización de memorias.</p> <p>6.3.2.- Estímulos para bancos de probas.</p> <p>6.4.- Tipo de datos xenérico (\square*generic\square). Circuitos *parametrizables.</p> <p>6.5.- *Subprogramas.</p> <p>6.5.1.- Funcións.</p> <p>6.5.2.- Procedementos.</p> <p>6.6.- Compilación condicional.</p>
TEMA 7 TEORÍA (1 *h.). VERIFICACIÓN DE SISTEMAS DIXITAIS COMPLEXOS.	<p>7.1.- Introdución.</p> <p>7.2.- Verificación mediante simulación.</p> <p>7.2.1.- Sinais. Modelos de *retardos. Concepto de \square*driver\square.</p> <p>7.2.2.- Análise e simulación dun deseño. Ciclo de simulación. Retardo delta.</p> <p>7.2.3.- Recomendacións para a simulación en *VHDL de distintos circuitos. Realización de bancos de probas.</p> <p>7.2.4.- Diferenzas entre simulación funcional e temporal.</p> <p>7.3.- Verificación mediante análise de *retardos.</p> <p>7.4.- Verificación mediante comprobación do circuíto nunha placa de desenvolvemento.</p> <p>7.5.- Exercicios.</p>

TEMA 1 LABORATORIO (4 *h. TIPO *B). PRÁCTICA TITORIAL DE DESEÑO E SÍNTESE DUN SISTEMA DIXITAL.	1.1.- Introdución. 1.2.- Deseño dun sistema dixital básico en *VHDL *sintetizable. 1.3.- Realización dun banco de probas en *VHDL para o sistema dixital deseñado. 1.4.- *Implementación do sistema dixital deseñado na *FPGA elixida. 1.5.- Proba do sistema dixital deseñado.
TEMA 2 LABORATORIO (2 *h. TIPO *B). DEPURACIÓN DUN SISTEMA DIXITAL MEDIANTE *ANALIZADORES LÓXICOS VIRTUAIS.	2.1.- Introdución. 2.2.- *Analizador lóxico virtual de *Xilinx. [Core ChipScope]. 2.3.- Parámetros do *analizador lóxico virtual de *Xilinx. 2.4.- *Implementación do *analizador lóxico virtual de *Xilinx. 2.5.- Análise dun sistema dixital mediante o *analizador lóxico virtual de *Xilinx.
TEMA 3 LABORATORIO. (15 *h. = 8 *H. TIPO *B + 7 *h. TIPO *C). TRABALLO DE DESEÑO DUN SISTEMA DIXITAL DE COMPLEXIDADE MEDIA MEDIANTE *VHDL *SINTETIZABLE.	3.1.- Introdución. Explicación do traballo. (2 *h. TIPO *B) 3.2.- Aprendizaxe baseada en proxectos. Discusións sobre o enfoque más adecuado do traballo. (6 *h. TIPO *C) 3.2.- Deseño dun sistema dixital de complexidade media en *VHDL *sintetizable. (6 *h. TIPO *B) 3.3.- Presentación do traballo. (1 *h. TIPO *C)

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Sesión maxistral	4	8	12
Metodoloxías integradas	15	31.5	46.5
Prácticas de laboratorio	6	7.5	13.5
Metodoloxías integradas	14	51	65
Presentacións/exposicións	1	8	9
Actividades introdutorias	2	2	4

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

Metodoloxía docente

	Descripción
Sesión maxistral	Presentación por parte do profesor do temario da materia.
Metodoloxías integradas	Con esta metodología se desarrolla la competencia CE62/OP5.
Prácticas de laboratorio	Aprendizaxe baseada en problemas (*ABP): Resolución de problemas de diseño de modelos non *sintetizables e circuitos *sintetizables en *VHDL expostos polo profesor. Para resolvélos, o alumno debe desenvolver previamente determinadas competencias.
Metodoloxías integradas	Con esta metodología se desarrollan las competencias CG9, CG13 y CE62/OP5.
Prácticas de laboratorio	Nestas prácticas exponse o desenvolvemento de prácticas guiadas de realización de circuitos en *VHDL.
Metodoloxías integradas	Con esta metodología se desarrollan las competencias CG9, CG13 y CE62/OP5.
Prácticas de laboratorio	Aprendizaxe baseada en problemas (*ABP): Resolución de problemas de diseño de modelos non *sintetizables e circuitos *sintetizables en *VHDL expostos polo profesor. Para resolvélos, o alumno debe desenvolver previamente determinadas competencias.
Metodoloxías integradas	Con esta metodología se desarrollan las competencias CG1, CG9, CG13 y CE62/OP5.
Presentacións/exposicións	Presentacións/exposicións: Exposición dos resultados do proxecto realizado.
Actividades introdutorias	Introdución aos diferentes temas clave da materia tanto na súa componente teórica como práctica.
	Con esta metodología se desarrollan las competencias CG13 y CE62/OP5.

Atención personalizada

Metodoloxías	Descripción
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.

Prácticas de laboratorio	Nas clases presenciais atenderanse as dúbidas dos alumnos. Ademais, os estudiantes terán occasión 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 estudiantes terán occasión 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

	Descripción	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Metodoloxías integradas	<p>Aprendizaxe baseada en problemas.</p> <p>Resolución de exercicios e problemas teóricos. A maioría deles centraranse no deseño de modelos non *sintetizables e circuitos *sintetizables en *VHDL.</p> <p>O contido correspón deseños de teoría.</p> <p>Será necesario ensinar ao profesor o funcionamento de cada un dos modelos e circuitos.</p> <p>Avaliarase a correcta aplicación dos conceptos teóricos aos problemas realizados, de acordo aos criterios de valoración.</p> <p>Será necesario entregar a documentación solicitada polo profesor para cada un dos exercicios realizados.</p> <p>Con esta metodología se avalian las competencias CG9, CG13 y CE62/OP5.</p>	50	B13 C62
Metodoloxías integradas	<p>Ensino baseado en proxectos.</p> <p>Traballo autónomo de deseño dun sistema dixital *sintetizable de complexidade media en *VHDL.</p> <p>Será necesario entregar os ficheiros fonte do traballo realizado.</p> <p>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.</p> <p>Con esta metodología se avalian las competencias CG1, CG9, CG13 y CE62/OP5.</p>	40	B1 C62 D4 B9 B13
Presentacións/exposicións	<p>Será necesario realizar unha presentación oral de máximo 15 minutos sobre o traballo práctico autónomo realizado, segundo o índice fornecido polo profesor.</p> <p>Con esta metodología se avalian las competencias CG1, e CG9.</p>	10	B1 B9 D4

Outros comentarios sobre a Avaliación

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

A nota dos exercicios 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 únicamente ao final do cuatrimestre ou ao final do curso, 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 legislación vixente (Real Decreto 1125/2003 de 5 de Setembro; BOE 18 de setembro)..

Segundo as directrices propias da titulación ofrecerense aos alumnos que cursen esta materia dous sistemas de avaliação: avaliação continua e avaliação ao final do cuatrimestre.

AVALIACIÓN CONTINUA:

O feito de realizar 2 prácticas de laboratorio e/ou 2 boletíns de exercicios teóricos supón que o alumno opta pola avaliação continua.

- Os alumnos que opten por avaliação continua, pero non aproben a materia mediante esta modalidade, deberán

realizar a avaliación final completa ao final do curso (segunda oportunidade).

- 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) 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:
- $$*NF = 0.50 * *ET + 0.40 * *TA + 0.10 * *PO$$
- En caso de non superar as dúas probas (nota dalgúnha proba < 5), a cualificación final (*NF) será:
$$*NF = \min [4.5; (*NF = 0.50 * *ET + 0.40 * *TA + 0.10 * *PO)]$$
sendo:

*ET = Nota conxunta dos exercicios e problemas teóricos.

*TA = Traballo Autónomo práctico.

*PO = Presentación Oral.

CRITERIOS DE AVALIACIÓN.

1) 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.

Haberá oito boletíns de exercicios.

A maioría dos exercicios consistirán no deseño de modelos non *sintetizables e circuitos *sintetizables en *VHDL.

Os criterios de valoración son os seguintes:

1. Corrección do deseño (CORR).

a. Modelo de comportamento axustado ás especificacións do traballo.

*b. Deseño *síncrono.

*c. Deseño *reutilizable.

2. Funcionalidade (*FUNC). Para cada un dos exercicios, a simulación funcional do modelo do circuito debe funcionar perfectamente para obter a máxima nota. Se o circuito é *sintetizable, a simulación temporal do circuito resultante tamén debe funcionar perfectamente.

a.Simulación funcional.

*b.Síntese.

*c.Simulación temporal.

3.Documentación do traballo (*DOC).

*i. Ficheiros fonte de deseño.

*ii. Comentarios suficientes nos ficheiros *VHDL para a súa comprensión.

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

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

$$*ET = (\text{Boletín 1} + \square + \text{Boletín 8}) / 8$$

2) Traballo práctico.

Traballos de deseño dun sistema dixital *sintetizable de complexidade media en *VHDL.

Os criterios de valoración son os seguintes:

1) Corrección do deseño (CORR).

- a. Sistema completamente *sintetizable.
- *b. Organización adecuada da xerarquía.
- *c. Deseño totalmente *síncrono.

d.Deseño independente da tecnoloxía.

e. Deseño *reutilizable.

2) Análise do deseño e a *implementación con *FPGAs (ANA).

- a. Analizar os recursos lóxicos da *FPGA utilizados e razoar a súa necesidade.
- *b. Analizar de forma razoada os *retardos internos do sistema *implementado.
- *c. Analizar de forma razoada as opcións de *implementación elixidas.
- d. Utilización *óptima dos recursos lóxicos da *FPGA.
- e. Consecución dunha velocidade de proceso *óptima.
- *f. Verificación mediante \square *Chipscope \square .

3) Funcionalidade (*FUNC). Para cada un dos apartados, tanto a simulación funcional e temporal dos diferentes circuitos \square *hardware \square e do sistema completo como a proba na placa de desenvolvemento deben funcionar perfectamente para obter a máxima nota.

a. Circuitos individuais.

*b. Sistema completo.

4) Documentación (*DOC).

*i. Ficheiros fonte de deseño.

1. Comentarios suficientes nos ficheiros *VHDL 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. Fontes de información

LIBROS BÁSICOS DE LA ASIGNATURA: [CHU 06] CHU, PONG P., «RTL Hardware Design Using VHDL: Coding for Efficiency, Portability, and Scalability», John Wiley & Sons Inc, 2006. [ÁLVAREZ 13] ÁLVAREZ RUIZ DE OJEDA, L.J., Digital Design with FPGAs, Vision books, Madrid, 2013. BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA: Documentación de la asignatura, disponible en <http://www.faitic.uvigo.es>. DISEÑO DE SISTEMAS DIGITALES: [ÁLVAREZ 04] ÁLVAREZ RUIZ DE OJEDA, Digital Design with Programmable Logic, Publisher Tórculo, Santiago de Compostela, 2004. [ÁLVAREZ 02] ÁLVAREZ RUIZ DE OJEDA, L. Jacobo, COMMANDED PÉREZ, And., VALDÉS CRAG, M.D., Programmable Logical Devices and his applications, Publisher Thomson-Paraninfo, 2002. [ÁLVAREZ 01] ÁLVAREZ RUIZ DE OJEDA, Design of applications by means of PLDs and FPGAs, Publisher Tórculo, Santiago de Compostela, 2001. [ARTIGAS 02] ARTIGAS MAESTRE, J.I., BARRAGÁN PÉREZ, L.To., ORRITE URUÑUELA, C., URRIZA PARROQUÉ, I., Digital Electronics. Applications and problems with VHDL, Prentice-Hall, Madrid, 2002. [BOLTON 90] BOLTON, M., "Digital systems design with programmable logic", Addison-Wesley, 1990. [LALA 90] LALA, Parag K., "Digital system design using programmable logic devices", Prentice Hall, New Jersey, 1990. [PELLERIN 91] PELLERIN, D., HOLLEY, M., "Practical design using programmable logic", Prentice Hall, London, 1991. [SCARPINO 98] SCARPINO, F., «VHDL and AHDL digital system implementation», Prentice Hall, London, 1998. FPGAs: [CHAN 94] CHAN, Pak K., MOURAD, Samiha, "Digital design using Field Programmable Gate Arrays", Prentice Hall, New Jersey, 1994. [JENKINS 94] JENKINS, Jesse H., "Designing with FPGAs and CPLDs", Prentice Hall, New Jersey, 1994. [OLDFIELD 95] OLDFIELD, J.V., DORF, R.C., "Field Programmable Gate Arrays: Reconfigurable logic for rapid prototyping and Implementation of Digital Systems", John Wiley & Sons, 1995. [SHARMA 98] SHARMA, To. K., "Programmable logic handbook", McGraw Hill, Fairfield, 1998. [XILINX] Direction of Internet, <http://www.xilinx.com>, Xilinx. VHDL: [ASHENDEN 08] ASHENDEN, PETER J., «The Designer's Guide to VHDL», 3rd edition, Morgan Kaufmann Publishers, 2008. [ASHENDEN 98] ASHENDEN, PETER J., «The VHDL Cookbook», University of Adelaide, 1998. [BHASKER 98] BHASKER, «To VHDL Synthesis First», 2nd edition, Star Galaxy Pub, 1998. [CHU 08] CHU, PONG P., «FPGA Prototyping by VHDL Examples», John Wiley & Sons Inc, 2008. [IEEE 01] Standard IEEE VHDL Language Reference Manual (IEEE Std 1076-2001), Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2001. [PÉREZ 02] PÉREZ LÓPEZ, S.A., SOTO CAMPOS, E., FERNÁNDEZ GÓMEZ, S., Design of digital systems with VHDL, Thomson-Paraninfo, Madrid, 2002. [PERRY 02] PERRY, DOUGLAS L., «VHDL: Programming by example», 4th edition, McGraw-Hill, 2002.

Recomendacions

Materias que se recomienda ter cursado previamente

Electrónica dixital/V05G300V01402

Circuítos electrónicos programables/V05G300V01502

Outros comentarios

El alumno deberá haber cursado las asignaturas Electrónica Digital y Circuitos Electrónicos Programables. En todas ellas se imparten conocimientos que sirven de base o complementan los temas que se impartirán en esta asignatura. No es necesario haberlas aprobado, pero sí conocer las materias que se imparten en estas asignaturas.

A los alumnos del módulo Sistemas Electrónicos, se les recomienda haber cursado la asignatura Sistemas Electrónicos de Procesado de Señal, pero no es imprescindible.
