



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Circuitos electrónicos programables

Materia	Circuitos electrónicos programables			
Código	V05G306V01302			
Titulación	Grao en Enxeñaría de Tecnoloxías de Telecomunicación (docencia en inglés)			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OB	3	1c
Lingua de impartición	Inglés			
Departamento				
Coordinador/a	Álvarez Ruiz de Ojeda, Luís Jacobo			
Profesorado	Álvarez Ruiz de Ojeda, Luís Jacobo			
Correo-e	jalvarez@uvigo.es			
Web	<a href="http://moovi.uvigo.gal">http://moovi.uvigo.gal</a>			
Descrición xeral	A documentación da materia pode estar en inglés. 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.			

## Resultados de Formación e Aprendizaxe

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 apoiem a resolución de problemas en enxeñaría.		
C7	CE7/T2 Capacidade de utilizar aplicacións de comunicación e informática (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 circuitos combinacionais e secuenciais, síncronos e asíncronos, e de utilización de microprocesadores e circuitos 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, accesibilidade, etc.		

## Resultados previstos na materia

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. ANÁLISE DOS DISTINTOS TIPOS DE CIRCUÍTOS DIXITAIS.	Tipos de circuitos dixitais. Características principais. Sistemas nun Circuito (SOCs). Tipos. Características.
TEMA 2 TEORÍA. FPGAs. APLICACIÓNS. ARQUITECTURA DA FAMILIA UTILIZADA.	Arquitectura xeral de FPGAs. Características. Análise da familia de FPGAs utilizada na materia.
TEMA 3 TEORÍA. MÉTODOS DE DESEÑO CORRECTOS. DESEÑO SÍNCRONO.	Técnicas de deseño de sistemas dixitais. Recomendacións. Normas de deseño de sistemas secuenciais síncronos.
TEMA 4 TEORÍA. MÉTODOS DE DESEÑO DE SISTEMAS DIXITAIS SÍNCRONOS COMPLEXOS.	Estudo dun método de deseño sistemático para este tipo de sistemas.
TEMA 5 TEORÍA. ARQUITECTURA INTERNA DO MICROPROCESADOR UTILIZADO NA MATERIA.	Análise da arquitectura interna. Xogo de instrucións.
TEMA 6 TEORÍA. DESENVOLVEMENTO DE SOFTWARE PARA O MICROPROCESADOR UTILIZADO NA MATERIA.	Sintaxe dun programa. Directivas de compilación.
TEMA 7 TEORÍA. ARQUITECTURA EXTERNA DO MICROPROCESADOR UTILIZADO NA MATERIA.	Estrutura externa do microprocesador. Sinais utilizados para E/S. Conexión de periféricos de E/S. Interrupcións.
TEMA 8 TEORÍA. DESEÑO DE SISTEMAS ENCAIXADOS. CODESEÑO "HARDWARE / SOFTWARE".	Fluxo de codeseño hardware/software. Particionado.
TEMA 1 LABORATORIO. DESEÑO DUN SISTEMA DIXITAL BÁSICO DE FORMA CORRECTA.	Deseño dun sistema dixital mediante VHDL para a súa implementación nunha FPGA, aplicando as recomendacións de deseño correcto.
TEMA 2 LABORATORIO. DESEÑO DUN SISTEMA DIXITAL SÍNCRONO COMPLEXO.	Deseño dun sistema dixital complexo mediante VHDL para a súa implementación nunha FPGA, utilizando o método de deseño sistemático analizado en teoría.
TEMA 3 LABORATORIO. DESEÑO DUN SISTEMA ENCAIXADO BÁSICO DE TIPO SOC BASEADO NUNHA FPGA (PSOC).	Deseño dos circuitos e desenvolvemento dos programas necesarios para implementar un sistema encaixado básico nunha FPGA, utilizando o microprocesador analizado en teoría.
TEMA 4 LABORATORIO. DESEÑO DUN SISTEMA ENCAIXADO DE COMPLEXIDADE MEDIA.	Deseño dos circuitos e desenvolvemento dos programas necesarios para implementar un sistema encaixado de complexidade media, combinando o sistema básico desenvolvido anteriormente con circuitos e programas adicionais que o alumno debe desenvolver.

### Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Actividades introdutorias	2	2	4
Lección maxistral	12	16	28
Resolución de problemas	12	19	31
Traballo tutelado	6	10	16
Traballo tutelado	6	10	16
Traballo tutelado	6	10	16
Traballo tutelado	8	14	22
Exame de preguntas de desenvolvemento	4	13	17

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

### Metodoloxía docente

	Descrición
Actividades introdutorias	Introdución aos diferentes temas da materia tanto na súa compoñente teórica como práctica.
	Con esta metodoloxía desenvólvense a competencia B3.
Lección maxistral	Presentación por parte do profesor do temario da materia.
	Con esta metodoloxía desenvólvense a competencia B3.
Resolución de problemas	Estas sesións incluírán a realización de exercicios e traballos por parte do profesor e dos alumnos.
	Con esta metodoloxía desenvólvense as competencias B3, B4, C8, C14 e C15.

Traballo tutelado	Traballo práctico de deseño dun sistema dixital aplicando as recomendacións de deseño correcto.  Con esta metodoloxía desenvólvense as competencias B3, B4, B13, C7, C8, C14, C15, D2 e D3.
Traballo tutelado	Traballo práctico de deseño dun sistema dixital complexo mediante o método de deseño sistemático analizado na teoría.  Con esta metodoloxía desenvólvense as competencias B3, B4, B13, C7, C8, C14, C15, D2 e D3.
Traballo tutelado	Traballo práctico de deseño dos circuitos e programas necesarios para implementar un sistema encaixado básico mediante o microprocesador analizado na teoría.  Con esta metodoloxía desenvólvense as competencias B3, B4, B13, C7, C8, C14, C15, D2 e D3.
Traballo tutelado	Traballo práctico de deseño dos circuitos e programas necesarios para implementar un sistema encaixado de complexidade media mediante o microprocesador analizado na teoría.  Con esta metodoloxía desenvólvense as competencias B3, B4, B13, C7, C8, C14, C15, D2 e D3.

### Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Actividades introductorias	Nas clases atenderanse as dúbidas do alumnado. Ademais poderán acudir a titorías personalizadas no lugar e horario designado polos profesores da materia, que se pode consultar en <a href="https://www.uvigo.gal/é/universidade/administracion-persoal/pdi/luís-jacobo-alvarez-ruiz-ojeda">https://www.uvigo.gal/é/universidade/administracion-persoal/pdi/luís-jacobo-alvarez-ruiz-ojeda</a> e <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11302">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11302</a> .
Lección maxistral	Nas clases atenderanse as dúbidas do alumnado. Ademais poderán acudir a titorías personalizadas no lugar e horario designado polos profesores da materia, que se pode consultar en <a href="https://www.uvigo.gal/é/universidade/administracion-persoal/pdi/luís-jacobo-alvarez-ruiz-ojeda">https://www.uvigo.gal/é/universidade/administracion-persoal/pdi/luís-jacobo-alvarez-ruiz-ojeda</a> e <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11302">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11302</a> .
Resolución de problemas	Nas clases atenderanse as dúbidas do alumnado. Ademais poderán acudir a titorías personalizadas no lugar e horario designado polos profesores da materia, que se pode consultar en <a href="https://www.uvigo.gal/é/universidade/administracion-persoal/pdi/luís-jacobo-alvarez-ruiz-ojeda">https://www.uvigo.gal/é/universidade/administracion-persoal/pdi/luís-jacobo-alvarez-ruiz-ojeda</a> e <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11302">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11302</a> .
Traballo tutelado	Nas clases atenderanse as dúbidas do alumnado. Ademais poderán acudir a titorías personalizadas no lugar e horario designado polos profesores da materia, que se pode consultar en <a href="https://www.uvigo.gal/é/universidade/administracion-persoal/pdi/luís-jacobo-alvarez-ruiz-ojeda">https://www.uvigo.gal/é/universidade/administracion-persoal/pdi/luís-jacobo-alvarez-ruiz-ojeda</a> e <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11302">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11302</a> .
Traballo tutelado	Nas clases atenderanse as dúbidas do alumnado. Ademais poderán acudir a titorías personalizadas no lugar e horario designado polos profesores da materia, que se pode consultar en <a href="https://www.uvigo.gal/é/universidade/administracion-persoal/pdi/luís-jacobo-alvarez-ruiz-ojeda">https://www.uvigo.gal/é/universidade/administracion-persoal/pdi/luís-jacobo-alvarez-ruiz-ojeda</a> e <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11302">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11302</a> .
Traballo tutelado	Nas clases atenderanse as dúbidas do alumnado. Ademais poderán acudir a titorías personalizadas no lugar e horario designado polos profesores da materia, que se pode consultar en <a href="https://www.uvigo.gal/é/universidade/administracion-persoal/pdi/luís-jacobo-alvarez-ruiz-ojeda">https://www.uvigo.gal/é/universidade/administracion-persoal/pdi/luís-jacobo-alvarez-ruiz-ojeda</a> e <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11302">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11302</a> .
Traballo tutelado	Nas clases atenderanse as dúbidas do alumnado. Ademais poderán acudir a titorías personalizadas no lugar e horario designado polos profesores da materia, que se pode consultar en <a href="https://www.uvigo.gal/é/universidade/administracion-persoal/pdi/luís-jacobo-alvarez-ruiz-ojeda">https://www.uvigo.gal/é/universidade/administracion-persoal/pdi/luís-jacobo-alvarez-ruiz-ojeda</a> e <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11302">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11302</a> .

### Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Traballo tutelado	Traballo práctico de deseño dun sistema dixital aplicando as recomendacións de deseño correcto.	10	B3 B4 B13	C7 C8 C14 C15	D2 D3
Traballo tutelado	Traballo práctico de deseño dun sistema dixital complexo mediante o método de deseño sistemático analizado na teoría.	15	B3 B4 B13	C7 C8 C14 C15	D2 D3
Traballo tutelado	Traballo práctico de deseño dos circuitos e programas necesarios para implementar un sistema encaixado básico mediante o microprocesador analizado na teoría.	15	B3 B4 B13	C7 C8 C14 C15	D2 D3

Traballo tutelado	Traballo práctico de deseño dos circuítos e programas necesarios para implementar un sistema encaixado de complexidade media mediante o microprocesador analizado na teoría.	20	B3 B4 B13	C7 C8 C14 C15	D2 D3
Exame de preguntas de desenvolvemento	Este exame incluírá dous tipos de cuestións: 1) Tipo test de resposta múltiple con preguntas sobre os temas de teoría. 2) Problemas de desenho de circuitos e programas e explicación do traballo realizado.	40	B3 B4	C14 C15	

### **Outros comentarios sobre a Avaliación**

A cualificación final exprésase de forma numérica entre 0 e 10.

Ofreceráse aos alumnos que cursen esta materia dous sistemas de avaliación: avaliación continua e avaliación global.

Considérase que todos os alumnos están en avaliación continua por defecto.

O estudiantado que opte por avaliación global deberá notificalo por escrito ao coordinador da materia no prazo dun mes dende o inicio do cuadrimestre.

As distintas tarefas deben realizarse e/ou entregarse na data especificada polo profesor. Se non é así, non serán cualificadas.

En caso de detección de plaxio en calquera das probas (exames teóricos ou de laboratorio, prácticas de laboratorio, traballo tutelado, etc.) a cualificación final será de suspenso (0) e o feito será comunicado á dirección do Centro aos efectos oportunos.

A materia componse dunha parte teórica e unha parte de laboratorio, con unha ponderación respectiva do 40% e do 60% da nota total.

A parte teórica consiste nun exame final. Este exame final será igual para todos os alumnos, independentemente de que optasen ou non pola avaliación continua.

O exame será na data do exame final de cuadrimestre que determine a Escola.

#### **AVALIACIÓN CONTINUA (oportunidade ordinaria)**

A asistencia a clase de laboratorio é obrigatoria na avaliación continua.

Pódese faltar como máximo a 1 sesión de prácticas sen xustificar.

Se o número de alumnos en algún grupo de laboratorio é suficientemente reducido, os alumnos realizarán as prácticas e os traballos individualmente. En caso contrario, os alumnos realizarán ditas tarefas en grupos de 2 alumnos. Neste último caso, os dous estudantes recibirán a mesma nota.

Recoméndase aos alumnos en avaliación continua asistir ás clases teóricas, pois a experiencia demostra que inflúe de forma determinante na taxa de éxito da avaliación continua.

É obrigatorio entregar todas as probas de avaliación continua na data estipulada polo profesor. Tamén é obrigatorio presentarse ao exame teórico na avaliación continua.

Ningunha das probas é recuperable.

Se non se cumpre algunhas das condicións anteriores, o alumno que estaba en avaliación continua perderá o dereito a ela e estará automaticamente suspenso.

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

Para poder aprobar a materia, é necesario que:

- A nota do exame de teoría (NT) sexa maior ou igual que 4 sobre 10.
- A nota conxunta de laboratorio (NL) sexa maior ou igual que 4 sobre 10.
- A nota global da materia (NF) sexa maior ou igual que 5.

A nota de laboratorio calcúlase como segue:

$$NL = (10/6) * (0,10 * TTL1 + 0,15 * TTL2 + 0,15 * TTL3 + 0,20 * TTL4)$$

sendo:

$TTLi = \text{Nota dos traballos prácticos tutelados puntuados sobre 10.}$

No caso de superar as notas mínimas, a cualificación final (NF) será:

$$NF = 0,40 * NT + 0,60 * NL$$

No caso de non superar as notas mínimas (nota de teoría < 4 ou nota conxunta de laboratorio < 4), a cualificación final (NF) será:

$$NF = \text{mínimo [4,9; (0,40 * NT + 0,60 * NL)]}$$

Os alumnos que aproben a materia mediante avaliación continua non poderán repetir de novo na avaliación global ningunha tarefa (teoría, laboratorio) co obxectivo de subir a nota.

Aos alumnos en avaliación continua que entreguen tódalas probas, se non aproban a materia en avaliación continua, conservaráselles a nota da parte da materia (teoría, laboratorio) na que sacasen o mínimo esixido, só ata a oportunidade extraordinaria dese mesmo curso académico.

### **AVALIACIÓN GLOBAL (oportunidade ordinaria e extraordinaria) e CONVOCATORIA DE FIN DE CARREIRA**

Os alumnos que opten pola avaliación global (xa sexa na oportunidade ordinaria ou extraordinaria) ou pola convocatoria de fin de carreira deberán realizar un exame teórico e un exame de laboratorio individualmente.

Para poder realizar o exame do laboratorio, será necesario anotarse previamente, nas datas que se comuniquen aos alumnos através da plataforma Moovi.

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

Para poder aprobar a materia, é necesario que:

- A nota do exame de teoría (ET) sexa maior ou igual que 4 sobre 10.
- A nota do exame de laboratorio (EL) sexa maior ou igual que 4 sobre 10.
- A nota global da materia (NF) sexa maior ou igual que 5.

En caso de superar as distintas probas, a cualificación final (NF) será a suma ponderada das notas de cada proba:

$$NF = 0,40 * ET + 0,60 * EL$$

No caso de non superar algunha proba (nota de teoría < 4 ou nota de laboratorio < 4), a cualificación final (NF) será:

$$NF = \text{mínimo [4,9; (0,40 * ET + 0,60 * EL)]}$$

#### **Exame de teoría**

O exame teórico incluírá preguntas de tipo test e problemas prácticos sobre todos os temas que se estudaron na materia. Para obter a máxima nota deberán contestarse correctamente todas as preguntas do exame.

Este exame realizarase no lugar e datas que determine a Escola.

#### **Exame de laboratorio**

O exame consistirá no deseño de circuítos en VHDL e programas para o microprocesador utilizado na materia. Estes circuítos e programas poderán formar parte dun periférico complexo ou dun sistema encaixado e terán unha complexidade similar aos deseñados nas prácticas e nos traballos tutelados de laboratorio da materia.

O alumno deberá realizar as simulacións e probas estipuladas no enunciado do exame no tempo asignado.

O profesor pode solicitar que o alumno lle mostre o funcionamento de cada un dos circuítos e programas.

Tódolos apartados deben funcionar perfectamente para obter a máxima nota.

Valorarase a adición de funcionalidade adicional á mínima requirida no enunciado.

É obrigatorio entregar os ficheiros que se indican no enunciado.

De non cumprirse a condición anterior, os apartados correspondentes non serán cualificados.

Avaliarase o correcto funcionamento e a correcta aplicación dos conceptos teóricos aos circuítos e programas realizados

durante o exame, dacordo aos mesmos criterios de valoración que se seguen para as prácticas e os traballos tutelados de laboratorio durante a avaliación continua.

---

## **Bibliografía. Fontes de información**

### **Bibliografía Básica**

POZA GONZALEZ, F., ÁLVAREZ RUIZ DE OJEDA, L.J., **Diseño de sistemas empotrados de 8 bits en FPGAs con Xilinx ISE y Picoblaze**, Vision libros, 2012

Chu, Pong P., **FPGA prototyping by VHDL examples**, John Wiley & Sons, Inc., 2008

### **Bibliografía Complementaria**

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

ÁLVAREZ RUIZ DE OJEDA, L.J., **Diseño Digital con Lógica Programable**, Editorial Tórculo, 2004

ÁLVAREZ RUIZ DE OJEDA, L. Jacobo, MANDADO PÉREZ, E., VALDÉS PEÑA, M.D., **Dispositivos Lógicos Programables y sus aplicaciones**, Editorial Thomson-Paraninfo, 2002

PÉREZ LÓPEZ, S.A., SOTO CAMPOS, E., FERNÁNDEZ GÓMEZ, S., **Diseño de sistemas digitales con VHDL**, Thomson-Paraninfo, 2002

---

## **Recomendacións**

### **Materias que continúan o temario**

Deseño de aplicacións con microcontroladores/V05G301V01406

Deseño e síntese de sistemas dixitais/V05G301V01408

### **Materias que se recomenda cursar simultaneamente**

Sistemas electrónicos de procesado de sinal/V05G301V01312

### **Materias que se recomenda ter cursado previamente**

Informática: Arquitectura de ordenadores/V05G301V01109

Electrónica dixital/V05G301V01203

### **Outros comentarios**

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

Ademais, é recomendable que o alumno curse tamén a materia Informática: Arquitectura de ordenadores. Nela impártese coñecementos que serven de base ou complementan os temas que se impartirán nesta materia.