



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Circuitos electrónicos programables

Asignatura	Circuitos electrónicos programables			
Código	V05G306V01302			
Titulación	Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación (docencia en inglés)			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OB	3	1c
Lengua	Inglés			
Impartición				
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>			
Descripción general	<p>La documentación de la asignatura puede estar en en inglés.</p> <p>El objetivo que se persigue con esta asignatura es que el alumno conozca los aspectos generales de la arquitectura de microprocesadores, microcontroladores y dispositivos configurables, los métodos y las herramientas de diseño que se utilizan, y que adquiera las habilidades necesarias para diseñar sistemas basados en estos dispositivos.</p>			

## Resultados de Formación y Aprendizaje

Código			
B3	CG3 Conocimiento de materias básicas y tecnologías que capaciten al alumnado para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.		
B4	CG4 Capacidad para resolver problemas con iniciativa, para la toma de decisiones, la creatividad, y para comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero Técnico de Telecomunicación.		
B13	CG13 Capacidad para manejar herramientas software que apoyen la resolución de problemas en ingeniería.		
C7	CE7/T2 Capacidad para utilizar aplicaciones de comunicación e informáticas (ofimáticas, bases de datos, cálculo avanzado, gestión de proyectos, visualización, etc.) para apoyar el desarrollo y explotación de redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación y electrónica.		
C8	CE8/T3 Capacidad para utilizar herramientas informáticas de búsqueda de recursos bibliográficos o de información relacionada con las telecomunicaciones y la electrónica.		
C14	CE14/T9 Capacidad de análisis y diseño de circuitos combinatoriales y secuenciales, síncronos y asíncronos, y de utilización de microprocesadores y circuitos integrados.		
C15	CE15/T10 Conocimiento y aplicación de los fundamentos de lenguajes de descripción de dispositivos de hardware.		
D2	CT2 Concebir la Ingeniería en un marco de desarrollo sostenible.		
D3	CT3 Tomar conciencia de la necesidad de una formación y mejora continua de calidad, mostrando una actitud flexible, abierta y ética ante opiniones o situaciones diversas, en particular en materia de no discriminación por sexo, raza o religión, respeto a los derechos fundamentales, accesibilidad, etc.		

## Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia		Resultados de Formación y Aprendizaje
Comprender los aspectos básicos de la arquitectura de los microprocesadores, microcontroladores y de los dispositivos configurables (FPGAs).	B3	C14 C15
Conocer los métodos y técnicas de diseño de sistemas integrados hardware/software (System on Chip □ SoC).	B3	C14 C15

Conocer las herramientas hardware y software disponibles para el diseño de sistemas basados en dispositivos programables.	B13	C14 C15	
Adquirir habilidades en el manejo de las herramientas de diseño.		C14 C15	
Capacidad para diseñar sistemas integrados sencillos (System on Chip □ SoC) aplicados al campo de las telecomunicaciones.	B3 B4 B13	C7 C8 C14 C15	D2 D3

## Contenidos

Tema	
TEMA 1 TEORÍA. ANÁLISIS DE LOS DISTINTOS TIPOS DE CIRCUITOS DIGITALES.	Tipos de circuitos digitales. Características principales. Sistemas en un Circuito (SOCs). Tipos. Características.
TEMA 2 TEORÍA. FPGAs. APLICACIONES. ARQUITECTURA DE LA FAMILIA UTILIZADA.	Arquitectura general de FPGAs. Características. Análisis de la familia de FPGAs utilizada en la asignatura.
TEMA 3 TEORÍA. MÉTODOS DE DISEÑO CORRECTOS. DISEÑO SÍNCRONO.	Técnicas de diseño de sistemas digitales. Recomendaciones. Normas de diseño de sistemas secuenciales síncronos.
TEMA 4 TEORÍA. MÉTODOS DE DISEÑO DE SISTEMAS DIGITALES SÍNCRONOS COMPLEJOS.	Estudio de un método de diseño sistemático para este tipo de sistemas.
TEMA 5 TEORÍA. ARQUITECTURA INTERNA DEL MICROPROCESADOR UTILIZADO EN LA ASIGNATURA.	Análisis de la arquitectura interna. Juego de instrucciones.
TEMA 6 TEORÍA. DESARROLLO DE SOFTWARE PARA EL MICROPROCESADOR UTILIZADO EN LA ASIGNATURA.	Sintaxis de un programa. Directivas de compilación.
TEMA 7 TEORÍA. ARQUITECTURA EXTERNA DEL MICROPROCESADOR UTILIZADO EN LA ASIGNATURA.	Estructura externa del microprocesador. Señales utilizadas para E/S. Conexión de periféricos de E/S. Interrupciones.
TEMA 8 TEORÍA. DISEÑO DE SISTEMAS EMPOTRADOS. CODISEÑO "HARDWARE / SOFTWARE".	Flujo de codiseño hardware/software. Particionado.
TEMA 1 LABORATORIO. DISEÑO DE UN SISTEMA DIGITAL BÁSICO DE FORMA CORRECTA.	Diseño de un sistema digital mediante VHDL para su implementación en una FPGA, aplicando las recomendaciones de diseño correcto.
TEMA 2 LABORATORIO. DISEÑO DE UN SISTEMA DIGITAL SÍNCRONO COMPLEJO.	Diseño de un sistema digital complejo mediante VHDL para su implementación en una FPGA, utilizando el método de diseño sistemático analizado en teoría.
TEMA 3 LABORATORIO. DISEÑO DE UN SISTEMA EMPOTRADO BÁSICO DE TIPO SOC BASADO EN UNA FPGA (PSOC).	Diseño de los circuitos y desarrollo de los programas necesarios para implementar un sistema empotrado básico en una FPGA, utilizando el microprocesador analizado en teoría.
TEMA 4 LABORATORIO. DISEÑO DE UN SISTEMA EMPOTRADO DE COMPLEJIDAD MEDIA.	Diseño de los circuitos y desarrollo de los programas necesarios para implementar un sistema empotrado de complejidad media, combinando el sistema básico desarrollado anteriormente con circuitos y programas adicionales que el alumno debe desarrollar.

## Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Actividades introductorias	2	2	4
Lección magistral	12	16	28
Resolución de problemas	12	19	31
Trabajo tutelado	6	10	16
Trabajo tutelado	6	10	16
Trabajo tutelado	6	10	16
Trabajo tutelado	8	14	22
Examen de preguntas de desarrollo	4	13	17

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

## Metodologías

	Descripción
Actividades introductorias	Introducción a los diferentes temas de la asignatura tanto en su componente teórica como práctica.
Lección magistral	Con esta metodología se desarrolla la competencia B3. Presentación por parte del profesor del temario de la asignatura.  Con esta metodología se desarrolla la competencia B3.

Resolución de problemas	Estas sesiones incluirán la realización de ejercicios y trabajos por parte del profesor y de los alumnos.  Con esta metodología se desarrollan las competencias B3, B4, C8, C14 y C15.
Trabajo tutelado	Trabajo práctico de diseño de un sistema digital aplicando las recomendaciones de diseño correcto.  Con esta metodología se desarrollan las competencias B3, B4, B13, C7, C8, C14, C15, D2 y D3.
Trabajo tutelado	Trabajo práctico de diseño de un sistema digital complejo utilizando el método de diseño sistemático analizado en teoría.  Con esta metodología se desarrollan las competencias B3, B4, B13, C7, C8, C14, C15, D2 y D3.
Trabajo tutelado	Trabajo práctico de diseño de circuitos y programas necesarios para implementar un sistema empotrado básico utilizando el microprocesador analizado en teoría.  Con esta metodología se desarrollan las competencias B3, B4, B13, C7, C8, C14, C15, D2 y D3.
Trabajo tutelado	Trabajo práctico de diseño de circuitos y programas necesarios para implementar un sistema empotrado de complejidad media utilizando el microprocesador analizado en teoría.  Con esta metodología se desarrollan las competencias B3, B4, B13, C7, C8, C14, C15, D2 y D3.

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Actividades introductorias	En las clases se atenderán las dudas del alumnado. Además podrán acudir a tutorías personalizadas en el lugar y horario designado por los profesores de la asignatura, que se puede consultar en <a href="https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/luis-jacobo-alvarez-ruiz-ojeda">https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/luis-jacobo-alvarez-ruiz-ojeda</a> y <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11302">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11302</a> .
Lección magistral	En las clases se atenderán las dudas del alumnado. Además podrán acudir a tutorías personalizadas en el lugar y horario designado por los profesores de la asignatura, que se puede consultar en <a href="https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/luis-jacobo-alvarez-ruiz-ojeda">https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/luis-jacobo-alvarez-ruiz-ojeda</a> y <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11302">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11302</a> .
Resolución de problemas	En las clases se atenderán las dudas del alumnado. Además podrán acudir a tutorías personalizadas en el lugar y horario designado por los profesores de la asignatura, que se puede consultar en <a href="https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/luis-jacobo-alvarez-ruiz-ojeda">https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/luis-jacobo-alvarez-ruiz-ojeda</a> y <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11302">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11302</a> .
Trabajo tutelado	En las clases se atenderán las dudas del alumnado. Además podrán acudir a tutorías personalizadas en el lugar y horario designado por los profesores de la asignatura, que se puede consultar en <a href="https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/luis-jacobo-alvarez-ruiz-ojeda">https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/luis-jacobo-alvarez-ruiz-ojeda</a> y <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11302">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11302</a> .
Trabajo tutelado	En las clases se atenderán las dudas del alumnado. Además podrán acudir a tutorías personalizadas en el lugar y horario designado por los profesores de la asignatura, que se puede consultar en <a href="https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/luis-jacobo-alvarez-ruiz-ojeda">https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/luis-jacobo-alvarez-ruiz-ojeda</a> y <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11302">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11302</a> .
Trabajo tutelado	En las clases se atenderán las dudas del alumnado. Además podrán acudir a tutorías personalizadas en el lugar y horario designado por los profesores de la asignatura, que se puede consultar en <a href="https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/luis-jacobo-alvarez-ruiz-ojeda">https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/luis-jacobo-alvarez-ruiz-ojeda</a> y <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11302">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11302</a> .
Trabajo tutelado	En las clases se atenderán las dudas del alumnado. Además podrán acudir a tutorías personalizadas en el lugar y horario designado por los profesores de la asignatura, que se puede consultar en <a href="https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/luis-jacobo-alvarez-ruiz-ojeda">https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/luis-jacobo-alvarez-ruiz-ojeda</a> y <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11302">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11302</a> .

### Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Trabajo tutelado	Trabajo práctico de diseño de un sistema digital aplicando las recomendaciones de diseño correcto.	10	B3 B4 B13	C7 C8 C14 C15	D2 D3
Trabajo tutelado	Trabajo práctico de diseño de un sistema digital complejo utilizando el método de diseño sistemático analizado en teoría.	15	B3 B4 B13	C7 C8 C14 C15	D2 D3

Trabajo tutelado	Trabajo práctico de diseño de circuitos y programas necesarios para implementar un sistema empotrado básico utilizando el microprocesador analizado en teoría.	15	B3 B4 B13	C7 C8 C14 C15	D2 D3
Trabajo tutelado	Trabajo práctico de diseño de circuitos y programas necesarios para implementar un sistema empotrado de complejidad media utilizando el microprocesador analizado en teoría.	20	B3 B4 B13	C7 C8 C14 C15	D2 D3
Examen de preguntas de desarrollo	Este examen incluirá dos tipos de cuestiones: 1) Tipo "test" de respuesta múltiple con preguntas sobre los temas de teoría. 2) Problemas de diseño de circuitos y programas y explicación del trabajo realizado.	40	B3 B4	C14 C15	

### Otros comentarios sobre la Evaluación

La calificación final se expresará de forma numérica entre 0 y 10.

Se ofrecerá a los alumnos que cursen esta materia dos sistemas de evaluación: evaluación continua y evaluación global.

Se considera que todos los alumnos están en evaluación continua por defecto.

El estudiantado que opte por evaluación global deberá notificarlo por escrito al coordinador de la materia en el plazo de un mes desde el inicio del cuatrimestre.

Las distintas tareas deben realizarse y/o entregarse en la fecha especificada por el profesor. Si no es así, no serán calificadas.

En caso de detección de plagio en cualquiera de las pruebas (examen teórico o de laboratorio, prácticas de laboratorio, trabajo tutelado, etc.) la calificación final será de suspenso (0) y el hecho será comunicado a la dirección del Centro a los efectos oportunos.

La asignatura se compone de una parte teórica y una parte de laboratorio, con una ponderación respectiva del 40% y del 60% de la nota total.

La parte teórica consiste en un examen final. Este examen final será igual para todos los alumnos, independientemente de que hayan optado o no por la evaluación continua.

El examen será en la fecha del examen final de cuatrimestre que determine la Escuela.

### EVALUACIÓN CONTINUA (oportunidad ordinaria)

La asistencia a clase de laboratorio es obligatoria en la evaluación continua.

Se puede faltar como máximo a 1 sesión de prácticas sin justificar.

Si el número de alumnos en algún grupo de laboratorio es suficientemente reducido, los alumnos realizarán las prácticas y los trabajos individualmente. En caso contrario, los alumnos realizarán dichas tareas en grupos de 2 alumnos. En este último caso, los dos estudiantes recibirán la misma nota.

Se recomienda a los alumnos en evaluación continua asistir a las clases teóricas, pues la experiencia demuestra que influye de forma determinante en la tasa de éxito de la evaluación continua.

Es obligatorio entregar todas las pruebas de evaluación continua en la fecha estipulada por el profesor. También es obligatorio presentarse al examen teórico en la evaluación continua.

Ninguna de las pruebas es recuperable.

Si no se cumple alguna de las condiciones anteriores, el alumno que estaba en evaluación continua perderá el derecho a ella y estará automáticamente suspenso.

La nota de la asignatura será la suma ponderada de las notas correspondientes a las distintas tareas de la asignatura.

Para poder aprobar la asignatura, es necesario que:

- La nota del examen de teoría (NT) sea mayor o igual que 4 sobre 10.
- La nota conjunta de laboratorio (NL) sea mayor o igual que 4 sobre 10.
- La nota global de la asignatura (NF) sea mayor o igual que 5.

La nota de laboratorio se calcula como sigue:

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

siendo:

$TTL_i$  = Notas de los trabajos prácticos tutelados puntuados sobre 10.

En caso de superar las notas mínimas, la calificación final (NF) será:

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

En caso de no superar las notas mínimas (nota de teoría < 4 o nota conjunta de laboratorio < 4), la calificación final (NF) será:

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

Los alumnos que aprueben la asignatura mediante evaluación continua no podrán repetir de nuevo en la evaluación global ninguna tarea (teoría, laboratorio) con el objetivo de subir la nota.

A los alumnos en evaluación continua que entreguen todas las pruebas, si no aprueban la asignatura en evaluación continua, se les conservará la nota de la parte de la asignatura (teoría, laboratorio) en la que hayan sacado el mínimo exigido, sólo hasta la oportunidad extraordinaria de ese mismo curso académico.

### **EVALUACIÓN GLOBAL (oportunidad ordinaria y extraordinaria) y CONVOCATORIA DE FIN DE CARRERA**

Los alumnos que opten por la evaluación global (en oportunidad ordinaria o extraordinaria) o por la convocatoria de fin de carrera deberán realizar un examen teórico y un examen de laboratorio individualmente.

Para poder realizar el examen del laboratorio, será necesario anotarse previamente, en las fechas que se comuniquen a los alumnos a través de la plataforma Moovi.

La nota de la asignatura será la suma ponderada de las notas correspondientes a las distintas tareas de la asignatura.

Para poder aprobar la asignatura, es necesario que:

- La nota del examen de teoría (ET) sea mayor o igual que 4 sobre 10.
- La nota del examen de laboratorio (EL) sea mayor o igual que 4 sobre 10.
- La nota global de la asignatura (NF) sea mayor o igual que 5.

En caso de superar las distintas pruebas, la calificación final (NF) será la suma ponderada de las notas de cada prueba:

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

En caso de no superar alguna prueba (nota de teoría < 4 o nota de laboratorio < 4), la calificación final (NF) será:

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

#### **Examen de teoría**

El examen teórico incluirá preguntas de tipo test y problemas prácticos sobre todos los temas que se hayan estudiado en la asignatura. Para obtener la máxima nota deberán contestarse correctamente todas las preguntas del examen.

Este examen se realizará en el lugar y fechas que determine la Escuela.

#### **Examen de laboratorio**

El examen consistirá en el diseño de circuitos en VHDL y programas para el microprocesador utilizado en la asignatura. Estos circuitos y programas podrán formar parte de un periférico complejo o de un sistema empotrado y tendrán una complejidad similar a los diseñados en las prácticas y los trabajos tutelados de laboratorio de la asignatura.

El alumno deberá realizar las simulaciones y pruebas estipuladas en el enunciado del examen en el tiempo asignado.

El profesor puede solicitar que el alumno le muestre el funcionamiento de cada uno de los circuitos y programas.

Todos los apartados deben funcionar perfectamente para obtener la máxima nota.

Se valorará la adición de funcionalidad adicional a la mínima requerida en el enunciado.

Es obligatorio entregar los ficheros que se indican en el enunciado.

De no cumplirse la condición anterior, los apartados correspondientes no serán calificados.

Se evaluará el correcto funcionamiento y la correcta aplicación de los conceptos teóricos a los circuitos y programas realizados durante el examen, de acuerdo a los mismos criterios de valoración que se siguen para las prácticas y los trabajos tutelados de laboratorio durante la evaluación continua.

---

### **Fuentes de información**

#### **Bibliografía Básica**

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, 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

---

### **Recomendaciones**

#### **Asignaturas que continúan el temario**

Diseño de aplicaciones con microcontroladores/V05G301V01406

Diseño y síntesis de sistemas digitales/V05G301V01408

#### **Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente**

Sistemas electrónicos de procesamiento de señal/V05G301V01312

#### **Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente**

Informática: Arquitectura de ordenadores/V05G301V01109

Electrónica digital/V05G301V01203

#### **Otros comentarios**

El alumno deberá haber cursado la asignatura Electrónica Digital. En ella se imparten conocimientos básicos para el seguimiento de esta asignatura.

Además, es recomendable que el alumno haya cursado también la asignatura Informática: Arquitectura de ordenadores. En ella se imparten conocimientos que sirven de base o complementan los temas que se impartirán en esta asignatura.