



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de
Telecomunicacion

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

95000060 - Diseño De Sistemas Electronicos Digitales.

PLAN DE ESTUDIOS

09TT - Grado En Ingenieria De Tecnologias Y Servicios De Telecomunicacion

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	14
9. Otra información.....	15

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	95000060 - Diseño de Sistemas Electronicos Digitales.
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Cuarto curso
Semestre	Séptimo semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	09TT - Grado en Ingenieria de Tecnologias y Servicios de Telecomunicacion
Centro responsable de la titulación	09 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros De Telecomunicacion
Curso académico	2021-22

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Pablo Ituero Herrero (Coordinador/a)	C-226	pablo.ituero@upm.es	L - 14:00 - 16:00 M - 14:00 - 16:00

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Circuitos Electronicos
- Electronica Digital

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Inglés a nivel de comprensión técnica: lectura.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE-SE1 - Capacidad de construir, explotar y gestionar sistemas de captación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los sistemas electrónicos

CE-SE3 - Capacidad de realizar la especificación, implementación, documentación y puesta a punto de equipos y sistemas, electrónicos, de instrumentación y de control, considerando tanto los aspectos técnicos como las normativas reguladoras correspondientes

CE-SE5 - Capacidad de diseñar circuitos de electrónica analógica y digital, de conversión analógico-digital y digital-analógica, de radiofrecuencia, de alimentación y conversión de energía eléctrica para aplicaciones de telecomunicación y computación

CE-SE7 - Capacidad para diseñar dispositivos de interfaz, captura de datos y almacenamiento, y terminales para servicios y sistemas de telecomunicación

CG10 - Creatividad

CG4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

CG7 - Trabajo en equipo

CG8 - Comunicación oral y escrita

CG9 - Uso de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones

4.2. Resultados del aprendizaje

RA500 - Ser capaz de emplear el lenguaje VHDL junto con las herramientas de desarrollo hardware disponibles para realizar la implementación práctica de sistemas digitales de diversa complejidad.

RA493 - Conocer las arquitecturas típicas de un sistema digital complejo, y en particular los conceptos fundamentales asociados a la técnica de segmentación o pipelining. Ser capaz de aplicarla para aumentar la frecuencia de funcionamiento de un sistema digital.

RA495 - Conocer el empleo de las técnicas de desarrollo hardware de sistemas digitales en un importante campo de aplicación, como es el del procesamiento de señales en tiempo real.

RA497 - Ser capaz de reutilizar, durante la especificación de un sistema, componentes previamente implementados, bien sean propios o realizados por terceros (cores), como pilar fundamental para la construcción de sistemas complejos.

RA492 - Conocer los conceptos relativos a la temporización de sistemas digitales, incluyendo fenómenos que aumentan su efecto cuando aquéllos se hacen más complejos y rápidos, así como sus implicaciones sobre el diseño síncrono.

RA71 - Conocimiento de las técnicas de diseño de circuitos electrónicos.

RA77 - Capacidad para diseñar dispositivos de interfaz, captura de datos y almacenamiento, y terminales para servicios y sistemas de telecomunicación.

RA75 - Capacidad de especificar, implementar, documentar y utilizar equipos y sistemas electrónicos.

RA70 - Conocimientos de dispositivos, circuitos, equipos y sistemas electrónicos.

RA498 - Ser capaz de describir en un testbench un plan de pruebas específico para comprobar la funcionalidad de un diseño digital, como también de aplicarlo con eficacia durante la depuración en simulación, tanto de comportamiento como posterior al rutado.

RA491 - Conocer las alternativas tecnológicas disponibles en la actualidad para la realización de sistemas electrónicos digitales y la metodología y herramientas que se emplean para el diseño y depuración de los mismos como sistemas de gran complejidad que son.

RA499 - Conocer las características del código sintetizable, comprender el concepto de inferencia que realiza la herramienta de síntesis y ser capaz de identificar y solucionar los errores más comunes que aparecen al escribir código VHDL, todo ello con el objetivo de obtener desarrollos funcionales eficazmente.

RA496 - Conocer un conjunto significativo de elementos del lenguaje VHDL. Especial relevancia tiene la descripción de máquinas de estados, por su importancia en el diseño de controladores.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

Esta asignatura abarca el diseño de sistemas digitales implementados sobre FPGAs poniendo el foco sobre las herramientas y flujo de trabajo profesionales, la automatización, la valoración de distintas alternativas arquitecturales y la toma de decisiones ingenieriles.

La asignatura está dividida a partes iguales entre horas de teoría y horas de laboratorio. La mitad correspondiente a la teoría cubre los siguientes temas:

1. Introducción al diseño de sistemas electrónicos digitales. Este tema repasa las distintas alternativas tecnológicas existentes en la actualidad para implementar un sistema digital. Centrándose en dispositivos de lógica reconfigurable, analiza sus arquitecturas internas y el flujo de trabajo estándar.
2. VHDL para síntesis y simulación. Se aborda el subconjunto de VHDL necesario para sintetizar circuitos combinatoriales, secuenciales, máquinas de estados finitos y máquinas de estados finitos con ruta de datos asociada. También se exploran las construcciones más habituales de VHDL para simulación, VHDL jerárquico y VHDL parametrizable.
3. Arquitecturas digitales para implementación de algoritmos. Este tema presenta las alternativas arquitecturales que permiten implementar un algoritmo, estableciendo distintas métricas de calidad y proporcionando criterios ingenieriles para la elección entre unas u otras.
4. Temporización. Por último, este tema presenta las características de los sistemas con temporización síncrona y sus limitaciones, el concepto de metaestabilidad, así como la adquisición de señales asíncronas.

La mitad correspondiente a las prácticas se desarrolla en el laboratorio B-043, que está dotado de 20 puestos de

trabajo con la herramienta Vivado Design Suite de Xilinx y una placa Nexys4DDR de Digilent que incluye una FPGA Artix7 de Xilinx. Del total de estas horas prácticas, la mitad consiste en una serie de tutoriales guiados de aprendizaje de uso de las herramientas y el lenguaje VHDL y la otra mitad corresponde a un proyecto de dificultad media, menos guiado, donde el alumnado ejercita sus capacidades creativas e ingenieriles. El trabajo del laboratorio se realiza preferiblemente en parejas.

5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción al diseño de sistemas electrónicos digitales
2. VHDL para síntesis y simulación
3. Arquitecturas digitales para implementación de algoritmos
4. Temporización

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
2	Tema 1 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 2 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Laboratorio Sesión 1 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio Turno libre de laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Tema 1 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 2 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Laboratorio Sesión 1 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Realización de las prácticas introductorias TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 00:00
3	Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Laboratorio Sesión 2 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio Turno libre de laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Laboratorio Sesión 2 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Realización de las prácticas introductorias TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 00:00
4	Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Laboratorio Sesión 3 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio Turno libre de laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Laboratorio Sesión 3 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Realización de las prácticas introductorias TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 00:00
5	Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Laboratorio Sesión 4 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio Turno libre de laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Laboratorio Sesión 4 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Realización de las prácticas introductorias TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 00:00

6	<p>Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Laboratorio Sesión 5 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p>Turno libre de laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Laboratorio Sesión 5 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Realización de las prácticas introductorias TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p>Primer Parcial EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:30</p>
7	<p>Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Laboratorio Sesión 6 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p>Turno libre de laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Laboratorio Sesión 6 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Realización de las prácticas introductorias TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>
8	<p>Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Laboratorio Sesión 7 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p>Turno libre de laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Laboratorio Sesión 7 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
9	<p>Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Laboratorio Sesión 8 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p>Turno libre de laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Laboratorio Sesión 8 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
10	<p>Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Laboratorio Sesión 9 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p>Turno libre de laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Laboratorio Sesión 9 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
11	<p>Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Laboratorio Sesión 10 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p>Turno libre de laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Laboratorio Sesión 10 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	

12	Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Laboratorio Sesión 11 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio Turno libre de laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Laboratorio Sesión 11 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	
13	Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Laboratorio Sesión 12 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio Turno libre de laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Laboratorio Sesión 12 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	
14	Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Laboratorio Sesión 12 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio Turno libre de laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Laboratorio Sesión 12 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	
15				
16				
17				Segundo Parcial EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:30 Examen Final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 03:00 Presentación Proyecto EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 00:15 Presentación Proyecto EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 00:15

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
2	Realización de las prácticas introductorias	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	0%	0 / 10	CG8 CE-SE1 CE-SE3 CE-SE5 CE-SE7 CG4 CG7 CG9
3	Realización de las prácticas introductorias	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	2%	0 / 10	CG9 CG10 CG8 CE-SE1 CE-SE3 CE-SE5 CE-SE7 CG4
4	Realización de las prácticas introductorias	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	2%	0 / 10	CG9 CG10 CG8 CE-SE1 CE-SE3 CE-SE5 CE-SE7 CG4
5	Realización de las prácticas introductorias	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	2%	0 / 10	CG9 CG10 CG8 CE-SE1 CE-SE3 CE-SE5 CE-SE7 CG4
6	Realización de las prácticas introductorias	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	2%	0 / 10	CG9 CG10 CG8 CE-SE1 CE-SE3 CE-SE5 CE-SE7

							CG4
6	Primer Parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	20%	4 / 10	CG9 CG10 CE-SE1 CE-SE3 CE-SE5 CE-SE7
7	Realización de las prácticas introductorias	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	2%	0 / 10	CG9 CG10 CG8 CE-SE1 CE-SE3 CE-SE5 CE-SE7 CG4
17	Segundo Parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	20%	4 / 10	CG9 CG10 CE-SE1 CE-SE3 CE-SE5 CE-SE7
17	Presentación Proyecto	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:15	50%	5 / 10	CG4 CG7 CG9 CG10 CG8 CE-SE1 CE-SE3 CE-SE5 CE-SE7

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	03:00	40%	5 / 10	CG9 CG10 CE-SE1 CE-SE3 CE-SE5 CE-SE7
17	Presentación Proyecto	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:15	60%	5 / 10	CG10 CG8 CE-SE1 CE-SE3 CE-SE5 CE-SE7 CG4 CG7 CG9

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	40%	5 / 10	CG9 CE-SE1 CE-SE3 CE-SE5 CE-SE7
Presentación Proyecto	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:15	60%	5 / 10	CG7 CG9 CG10 CG8 CE-SE1 CE-SE3 CE-SE5 CE-SE7 CG4

7.2. Criterios de evaluación

A. CONVOCATORIA ORDINARIA

En convocatoria ordinaria, los estudiantes serán evaluados, por defecto, mediante evaluación continua. El estudiante que desee renunciar a la evaluación continua y optar a la evaluación por prueba final (formada por una o más actividades de evaluación global de la asignatura), deberá comunicarlo por escrito a través de la plataforma MOODLE de la asignatura al coordinador de la asignatura antes del comienzo de la segunda semana de la asignatura.

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación mediante prueba final usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación continua (EX, ET, TG, etc.), y se realizarán en las fechas y horas de evaluación final aprobadas por la Junta de Escuela para el presente curso y semestre, salvo aquellas actividades de evaluación de resultados del aprendizaje de difícil calificación en una prueba final. En este caso, se podrán realizar dichas actividades de evaluación a lo largo del curso.

A.1. Evaluación continua

Teoría

En la parte teórica la nota se obtendrá como suma de las calificaciones (sobre 10) correspondientes a las diferentes actividades de evaluación, según se indica a continuación:

teoría = 50% primer parcial + 50% segundo parcial

En ambos parciales se requiere una calificación mínima de 4.0 para poder compensar.

Prácticas introductorias

Las prácticas de laboratorio se realizarán y evaluarán preferiblemente por parejas. Las primeras sesiones de laboratorio consisten en tutoriales para el aprendizaje de la plataforma de trabajo y el lenguaje VHDL. Estos tutoriales contienen ejercicios guiados junto con problemas de diseño que hay que entregar. La calificación de estas prácticas se realizará mediante testbenches automatizados o demostraciones presenciales en el laboratorio de los problemas de diseño entregables. Las prácticas introductorias son obligatorias y no tienen requerimiento de nota mínima.

Proyecto

En las últimas sesiones de laboratorio se implementa un sistema electrónico digital de complejidad media. La calificación de este proyecto se realizará mediante exámenes por parejas en el laboratorio. En el proyecto se requiere una calificación mínima de 5.0 para poder compensar.

Calificación final para evaluación continua.

La calificación final de la asignatura se obtendrá a partir de los resultados descritos anteriormente mediante:

nota final = 40% teoría + 10% prácticas introductorias + 50% proyecto

A.2. Sólo prueba final

Teoría

La calificación de teoría de los alumnos que renuncien a la evaluación continua se otorgará en función de una prueba a celebrar en la Convocatoria Oficial.

Proyecto

La realización del proyecto es obligatoria para todos los alumnos. La calificación se obtendrá mediante exámenes por parejas, como se ha descrito para el caso de evaluación continua.

Calificación final para sólo prueba final

La calificación final de la asignatura se obtendrá a partir de los resultados descritos anteriormente mediante:

nota final = 40% teoría + 60% proyecto

Será obligatorio aprobar laboratorio y teoría por separado. En caso contrario, la asignatura se considerará no superada.

B. CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

La evaluación en la convocatoria extraordinaria se realizará exclusivamente a través del sistema de prueba final.

C. NORMAS ADICIONALES DE EVALUACIÓN

Una calificación se considerará *aprobado* cuando su valor resulte mayor o igual que 5,0 (sobre 10).

Si en una de las actividades de evaluación se obtiene una calificación no compensable, la calificación final no podrá ser superior a 4.5.

Sólo aquellos estudiantes que no hayan realizado ninguna actividad de evaluación aparecerán como NO PRESENTADO. Habiendo realizado al menos una actividad de evaluación, el resto de actividades de evaluación no realizadas obtendrán una calificación de 0.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
P.P. Chu; RTL Hardware Design Using VHDL: Coding for Efficiency, Portability, and Scalability; Cambridge University Press, 2006	Bibliografía	Texto Principal
P.P. Chu; FPGA Prototyping by VHDL Examples: Xilinx Spartan-3 Version; Wiley, 2008	Bibliografía	Texto de apoyo
H. Kaeslin; Digital Integrated Circuit Design: From VLSI Architectures to CMOS Fabrication; Cambridge University Press, 2008	Bibliografía	Texto Principal
http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales	Recursos web	Página web de la asignatura
https://reference.digilentinc.com/reference/programmable-logic/nexys-4-ddr/start	Recursos web	Página de referencia de la placa Nexys4DDR

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Plan de actuación en caso de confinamiento impuesto por las autoridades sanitarias:

- Las clases magistrales se realizarán de forma telemática empleando una metodología mixta de streaming en directo y puesta a disposición de materiales didácticos en la plataforma Moodle.
- Para las prácticas de laboratorio se dispondrá de un servicio de préstamo de las placas de laboratorio y se realizarán tutorías a demanda con los grupos de trabajo.

La asignatura se relaciona con los siguientes ODS:

- 4.4 Aumentar el número de personas con las competencias profesionales y técnicas necesarias para acceder al empleo, al trabajo decente y al emprendimiento.
- 4.7 Asegurar que todos los estudiantes adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible.
- 9.5 Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica industrial.
- 17.7 Promover el desarrollo de tecnologías ecológicamente racionales y su transferencia, divulgación y difusión a los países en desarrollo en condiciones favorables.