



## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre completo	Sistemas Digitales II
Código	DEA-GITT-224
Título	<a href="#">Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación por la Universidad Pontificia Comillas</a>
Impartido en	Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación [Segundo Curso] Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecom. y Grado en Análisis de Negocios/Business Analytics [Segundo Curso] Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación [Segundo Curso]
Nivel	Reglada Grado Europeo
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	6,0 ECTS
Carácter	Obligatoria (Grado)
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Responsable	José Daniel Muñoz Frías
Horario de tutorías	Solicitar cita previa

Datos del profesorado	
<b>Profesor</b>	
Nombre	José Daniel Muñoz Frías
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Despacho	Alberto Aguilera 25 [D-219]
Correo electrónico	daniel@iit.comillas.edu
Teléfono	2417
<b>Profesor</b>	
Nombre	Julian Spahr
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Correo electrónico	jspahr@icai.comillas.edu
<b>Profesores de laboratorio</b>	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Fermín Zabalegui Sanz
Departamento / Área	Instituto Universitario de la Familia
Correo electrónico	ferminzs@comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Álvaro Padierna Díaz
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones



<b>Correo electrónico</b>	apadierna@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Pedro Celestino Olmos González
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
<b>Correo electrónico</b>	pedro.olmos@icai.comillas.edu

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

<b>Contextualización de la asignatura</b>
<b>Aportación al perfil profesional de la titulación</b>
En el perfil profesional del graduado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación, esta asignatura pretende aportar al alumno los conocimientos de sistemas digitales avanzados que le permitan diseñar sistemas con aplicaciones en telecomunicaciones aplicando técnicas de microprocesadores y/o procesadores digitales de señal.
<b>Prerequisitos</b>
Sistemas Digitales I

<b>Competencias - Objetivos</b>	
<b>Competencias</b>	
<b>GENERALES</b>	
<b>CG04</b>	Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del ingeniero técnico de telecomunicación.
<b>CG06</b>	Facilidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
<b>ESPECÍFICAS</b>	
<b>CETM01</b>	Capacidad de construir, explotar y gestionar las redes, servicios, procesos y aplicaciones de telecomunicaciones, entendidas éstas como sistemas de captación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los servicios telemáticos.
<b>CRT10</b>	Conocimiento y aplicación de los fundamentos de lenguajes de descripción de dispositivos de hardware.

<b>Resultados de Aprendizaje</b>	
<b>RA1</b>	Diseñar y especificar sistemas digitales complejos para su utilización en aplicaciones de telecomunicaciones
<b>RA2</b>	Saber describir un sistema digital usando el lenguaje VHDL
<b>RA3</b>	Manejar las herramientas CAD para diseñar circuitos basados en lógica programable usando lenguaje VHDL.
<b>RA4</b>	Verificar circuitos digitales complejos mediante bancos de prueba en VHDL.

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

### Contenidos – Bloques Temáticos

#### BLOQUE 1: Teoría

##### Tema 1: Introducción a la verificación de sistemas digitales.

1. Introducción.
2. Verificación en el proceso de diseño.
3. El testbench en VHDL.
4. Procedimientos y funciones en VHDL.
5. Acceso a archivos en VHDL.
6. Verificación en el proceso de fabricación.

##### Tema 2: Subsistemas basados en memorias integradas.

1. Introducción a memorias integradas.
2. Clasificación y características tecnológicas.
3. Memorias RAM.
4. Memorias ROM.
5. Aplicaciones de las memorias.
6. Descripción de memorias en VHDL.
7. Agrupación de memorias.

##### Tema 3: Introducción a la arquitectura de ordenadores.

1. Introducción.
2. La arquitectura von Newmann.
3. Codificación de instrucciones.

##### Tema 4: Programación del ICAI-RISC-V

1. Introducción
2. Operaciones aritméticas
3. Instrucciones lógicas y de desplazamiento
4. Acceso a memoria de datos
5. Toma de decisiones
6. Bucles
7. Llamadas a funciones

##### Tema 5: La arquitectura RISC-V

1. Introducción
2. Arquitectura base y extensiones
3. La arquitectura RV32I

##### Tema 6: La organización ICAI-RISC-V



1. Introducción
2. Ruta de datos del ICAI-RISC-V
3. Etapas de ejecución de una instrucción
4. Circuito de control

## Tema 7: Sistemas en un Chip

1. Introducción
2. El mapa de memoria
3. Separación entre procesador y memoria RAM
4. Diseño de puertos de entrada y salida paralelo
5. Conexión de periféricos al ICAI-RISC-V
6. Buses estándar para SoC
7. Circuito puente entre el ICAI-RISC-V y el bus APB2
8. Modificación en el ICAI-RISC-V para conectar el bus APB2

## Tema 8: Circuitos aritméticos

1. Multiplicación sin signo.
2. Multiplicación con signo en complemento a 2.
3. Algoritmo de Booth.
4. Multiplicación base 4.
5. División sin signo.

## Bloque 2: Laboratorio

- LAB 1- Diseño de transmisor serie (2 sesiones)
- LAB 2- Diseño de receptor serie (2 sesiones)
- LAB 3- Diseño de un sistema de display multiplexado
- LAB 4- Diseño de una ALU de 32 bits para el procesador ICAI-RISC-V
- LAB 5- Implementación del microprocesador ICAI-RISC-V
- LAB 6- Diseño final. Sistema en un chip basado en el ICAI-RISC-V.

## METODOLOGÍA DOCENTE

### Aspectos metodológicos generales de la asignatura

Con el fin de conseguir el desarrollo de competencias propuesto, la materia se desarrollará teniendo en cuenta la actividad del alumno como factor prioritario. Ello implicará que tanto las sesiones presenciales como las no presenciales promoverán la implicación activa de los alumnos en las actividades de aprendizaje.

### Metodología Presencial: Actividades

**1. Clase magistral y presentaciones generales:** El profesor explicará los conceptos fundamentales de cada tema incidiendo en lo más importante y a continuación se explicarán una serie de problemas tipo, gracias a los cuáles se aprenderá a identificar los elementos esenciales del planteamiento y la resolución de problemas del tema.



**2. Resolución de problemas de carácter práctico o aplicado:** En estas sesiones se explicarán, corregirán y analizarán problemas análogos y de mayor complejidad de cada tema previamente propuestos por el profesor y trabajados por el alumno.

**3. Prácticas de laboratorio.** Se realizara en grupos y en ellas los alumnos ejercitarán los conceptos y técnicas estudiadas, familiarizándose con el entorno material y humano del trabajo en el laboratorio.

### Metodología No presencial: Actividades

**1. Estudio individual** y personal por parte del alumno de los conceptos expuestos en las lecciones expositivas.

**2. Resolución de problemas prácticos,** algunos de los cuales que se corregirán en clase, de forma individual o grupal.

**3. Prácticas de laboratorio.** El trabajo no presencial incluye la preparación previa de las prácticas y la redacción de un informe final en el que se discutan los resultados y conclusiones obtenidos. Este trabajo se realizará de forma individual o grupal.

### RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

HORAS PRESENCIALES		
Clase magistral y presentaciones generales	Resolución de problemas de carácter práctico o aplicado	Prácticas de laboratorio
20.00	10.00	30.00
HORAS NO PRESENCIALES		
Estudio de conceptos teóricos fuera del horario de clase por parte del alumno	Resolución de problemas de carácter práctico o aplicado	Prácticas de laboratorio
40.00	20.00	60.00
<b>CRÉDITOS ECTS: 6,0 (180,00 horas)</b>		

### EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	Peso
Realización de los exámenes intersemestral y final	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprensión de conceptos.</li> <li>Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li> <li>Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li> <li>Presentación y comunicación escrita.</li> </ul>	54
Realización de los controles de clase.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprensión de conceptos.</li> <li>Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li> <li>Análisis e interpretación de los resultados</li> </ul>	6



	<p>obtenidos en la resolución de problemas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentación y comunicación escrita.</li> </ul>	
<p>Realización de prácticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Test previos.</li> <li>• Funcionamiento de las prácticas.</li> <li>• Documentación de resultados.</li> </ul> <p>Examen final de laboratorio</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión de conceptos.</li> <li>• Aplicación de conceptos a la resolución de problemas y a la realización de prácticas en el laboratorio.</li> <li>• Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en las prácticas de laboratorio.</li> <li>• Presentación y comunicación escrita.</li> <li>• Manejo de las herramientas del laboratorio.</li> <li>• Capacidad de trabajo en grupo.</li> </ul>	40

## Calificaciones

### Convocatoria ordinaria

La evaluación del alumno consta de dos partes: teoría y laboratorio. Para evaluar la teoría se realizarán las siguientes pruebas:

- Ejercicios cortos en clase (10 minutos). El objetivo de estos ejercicios es que el alumno conozca lo que sabe (y lo que no sabe) durante la marcha del curso. La media de estos ejercicios proporciona la nota de clase  $n_c$ .
- Un examen intercuatrimestral, del que se obtendrá la nota  $n_i$ .
- Un examen final que comprenderá toda la materia impartida en el curso. De este examen se obtendrá la nota  $n_e$ .

Para obtener la nota final de la teoría  $n_t$  se obtendrá una media ponderada de las notas anteriores según la siguiente fórmula:

$$n_t = n_i * 0,2 + n_e * 0,7 + n_c * 0,1$$

La evaluación del laboratorio se realiza a partir de:

- El trabajo previo de la práctica, que se evalúa mediante un test de 10 minutos al principio de la misma. De la media de todos los test se obtiene la nota  $n_t$ .
- La documentación de la práctica y el funcionamiento de los circuitos diseñados. De la media de todas las prácticas se obtiene la nota  $n_p$ .
- El examen final de laboratorio,  $n_{ex}$ .

La nota final del laboratorio se obtiene a partir de la media ponderada de las notas anteriores, siempre y cuando la nota del examen final de laboratorio sea mayor o igual a cuatro, según la fórmula siguiente:

$$n_l = n_{ex} * 0,5 + n_t * 0,3 + n_p * 0,2$$

Si la nota del examen final de laboratorio es inferior a cuatro entonces la nota final de laboratorio será la nota de dicho examen:

$$n_l = n_{ex}$$

**Es obligatorio entregar todas las prácticas.** Si no se ha entregado alguna de ellas, la nota del laboratorio será un cero.

Para aprobar la asignatura las notas  $n_t$  y  $n_l$  deben ser superiores a 5. Si se cumple esta condición, La nota final de la asignatura se calcula:

$$n_{final} = n_t * 0,6 + n_l * 0,4$$

En caso contrario la nota final será la menor de las dos notas  $n_t$  y  $n_l$ .

### Convocatoria extraordinaria

La convocatoria extraordinaria se considera como una segunda oportunidad en caso de que el alumno haya suspendido alguna o las dos partes de la que se compone la asignatura.

Si el alumno ha suspendido la teoría realizará el examen teórico  $n_{jt}$  y se obtendrá la nueva nota de teoría según la fórmula:

$$n_t = n_{jt} * 0,8 + n_i * 0,1 + n_c * 0,1$$

Si el alumno ha suspendido el laboratorio, realizará el examen de laboratorio  $n_{jl}$  y la nueva nota de laboratorio se obtendrá según la fórmula:

$$n_l = n_{jl} * 0,65 + n_t * 0,15 + n_p * 0,2$$

Siempre y cuando la nota del examen de laboratorio sea mayor o igual a cuatro. En caso contrario, la nota del laboratorio será la nota de dicho examen:

$$n_l = n_{jl}$$

La nota final de la convocatoria extraordinaria se obtendrá de la misma forma que la de la ordinaria: si las notas  $n_t$  y  $n_l$  son superiores a 5, la nota final de la asignatura se calcula:

$$n_{final} = n_t * 0,6 + n_l * 0,4$$

En caso contrario la nota final será la menor de las dos notas  $n_t$  y  $n_l$ .

### Normas de asistencia

**La asistencia a clase es obligatoria**, según las Normas Académicas de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI). Los requisitos de asistencia se aplicarán de forma independiente para las sesiones de teoría y de laboratorio:

- En el caso de las sesiones de teoría, el incumplimiento de esta norma podrá impedir presentarse al examen en la convocatoria ordinaria.
- En el caso de las sesiones de laboratorio, el incumplimiento de esta norma podrá impedir presentarse al examen en la convocatoria ordinaria y en la extraordinaria. En cualquier caso, las faltas no justificadas a sesiones de laboratorio serán penalizadas en la evaluación.

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

### Bibliografía Básica

- Introducción a los sistemas digitales. Un enfoque usando lenguajes de descripción de hardware. José Daniel Muñoz Frías.
- Notas de la asignatura disponibles en Moodle.

### Bibliografía Complementaria

- Jan M. Rabaey. Digital Integrated Circuits. A design perspective. Prentice Hall.
- Hennesy and Patterson. Computer Architecture. A Quantitative Approach. Prentice-Hall.
- John F. Wakerly. Digital Design: Principles and practices. 4ª Edición. (Hay versión en español de la tercera edición) Prentice Hall.



# COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

**GUÍA DOCENTE**

**2021 - 2022**

2000.

- Thomas L. Floyd. Fundamentos de sistemas digitales. 9ª Edición. Pearson/ Prentice Hall. 2006.
- Daniel D. Gajski. Principios de Diseño Digital. Prentice-Hall, 1997

En cumplimiento de la normativa vigente en materia de **protección de datos de carácter personal**, le informamos y recordamos que puede consultar los aspectos relativos a privacidad y protección de datos que ha aceptado en su matrícula entrando en esta web y pulsando "descargar"

<https://servicios.upcomillas.es/sedelectronica/inicio.aspx?csv=02E4557CAA66F4A81663AD10CED66792>



## Cronograma orientativo Sistemas Digitales II. 2º GITT Curso 2021/2022

<b>PROGRAMA DE TEORIA</b>	10-1	17-1	24-1	31-1	7-2	14-2	21-2	28-2	7-3	14-3	21-3	28-3	4-4	11-4	18-4	25-4
Tema 1. Verificación de circuitos digitales																
Tema 2. Memorias																
Tema 3. Introducción a la arquitectura de ordenadores																
Tema 4. Programación del ICAI-RISC-V																
Tema 5. Arquitectura RISC-V																
Tema 6. La organización ICAI-RISC-V																
Tema 7. Sistemas en un chip																
Tema 8. Circuitos aritméticos																

Nota. El cronograma se da por semanas de clase. Cada semana se identifica por la fecha del lunes de dicha semana

Fechas clave

En amarillo	Controles de clase
En Naranja	Intercuatrimestrales
En Gris	Vacaciones semana santa

<b>PROGRAMA DE LABORATORIO 2º A</b>	10-1	17-1	24-1	31-1	7-2	14-2	21-2	28-2	7-3	14-3	21-3	28-3	4-4	11-4	18-4	25-4
P1. Receptor serie RS-232																
P2. Trasmisor serie RS-232																
P3. Display alfanumérico multiplexado																
P4. Diseño de una ALU de 32 bits para el procesador ICAI-RISC-V																
P5. Implementación del microprocesador ICAI-RISC-V																
P6. Diseño final. Sistema en un chip basado en el ICAI-RISC-V																

<b>PROGRAMA DE LABORATORIO 2º B</b>	10-1	17-1	24-1	31-1	7-2	14-2	21-2	28-2	7-3	14-3	21-3	28-3	4-4	11-4	18-4	25-4
P1. Receptor serie RS-232																
P2. Trasmisor serie RS-232																
P3. Display alfanumérico multiplexado																
P4. Diseño de una ALU de 32 bits para el procesador ICAI-RISC-V																
P5. Implementación del microprocesador ICAI-RISC-V																
P6. Diseño final. Sistema en un chip basado en el ICAI-RISC-V																

Fechas clave laboratorio

En Gris	Festivos
En Naranja	Intercuatrimestrales
Entrega de la propuesta de diseño final	1 de abril
Entrega final del diseño	Último día de laboratorio
Entrega del informe del diseño final	Último día de clase