



## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

| Datos de la asignatura |   |
|------------------------|---|
| Nombre completo        | Electrónica Digital   |
| Código                 | DEA-GITI-341  |
| Título                 | <a href="#">Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales por la Universidad Pontificia Comillas</a>  |
| Impartido en           | Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales [Tercer Curso]  |
| Nivel                  | Reglada Grado Europeo   |
| Cuatrimestre           | Semestral   |
| Créditos               | 6,0 ECTS  |
| Carácter               | Obligatoria (Grado)   |
| Departamento / Área    | Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones  |
| Responsable            | Fermín Zabalegui Sanz   |
| Horario de tutorías    | Solicitar cita previa   |
| Descriptor             | En esta asignatura se pretende aportar al alumno los conocimientos básicos de sistemas de electrónica digital que le permitirán diseñar circuitos digitales básicos, así como entender algunos sistemas digitales complejos |

| Datos del profesorado            |  |
|----------------------------------|--|
| <b>Profesor</b>                  |  |
| Nombre                           | Fermín Zabalegui Sanz                                    |
| Departamento / Área              | Instituto Universitario de la Familia                    |
| Correo electrónico               | ferminzs@comillas.edu                                    |
| <b>Profesores de laboratorio</b> |  |
| <b>Profesor</b>                  |  |
| Nombre                           | Álvaro Padierna Díaz                                     |
| Departamento / Área              | Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones |
| Correo electrónico               | apadierna@icai.comillas.edu                              |

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

| Contextualización de la asignatura  |
|---|
| <b>Aportación al perfil profesional de la titulación</b>  |
| <p>En el perfil profesional del graduado en Ingeniería de Tecnologías Industriales e Ingeniería Electromecánica, esta asignatura pretende aportar al alumno los conocimientos básicos de sistemas digitales que le permitirán diseñar circuitos digitales básicos, así como entender algunos sistemas digitales complejos usados en otras asignaturas como Microprocesadores.</p> <p>Al finalizar el curso el alumno ha de ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Manejar con soltura los sistemas de numeración binarios, así como su aritmética.</li></ul> |



- Diseñar circuitos digitales, tanto combinacionales como secuenciales.
- Describir estos circuitos usando el lenguaje de descripción de hardware VHDL.
- Diseñar sistemas digitales complejos, dividiendo el sistema en ruta de datos y control.
- Manejar las herramientas CAD para diseñar circuitos basados en lógica programable.

## Prerrequisitos

Haber cursado la asignatura de Electrónica de 2º GITI.

## Competencias - Objetivos

### Competencias

#### GENERALES

|             |   |
|-------------|---|
| <b>CG01</b> | Capacidad para el desarrollo de proyectos en el ámbito de la Ingeniería Industrial.   |
| <b>CG03</b> | Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.                                |
| <b>CG04</b> | Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial. |

#### ESPECÍFICAS

|              |   |
|--------------|---|
| <b>CEN03</b> | Conocimiento de los fundamentos y aplicaciones de la electrónica digital y microprocesadores. |
|--------------|---|

### Resultados de Aprendizaje

|            |   |
|------------|---|
| <b>RA1</b> | Manejar con soltura los sistemas de numeración binarios, así como su aritmética.  |
| <b>RA2</b> | Diseñar circuitos digitales, tanto combinacionales como secuenciales.             |
| <b>RA3</b> | Especificar circuitos digitales usando el lenguaje VHDL                           |
| <b>RA4</b> | Manejar las herramientas CAD para diseñar circuitos basados en lógica programable |

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

### Contenidos – Bloques Temáticos

#### Teoría

##### Introducción

1. Introducción a la técnica digital.
2. Bits y niveles lógicos.
3. Tecnologías para implantar circuitos digitales.
4. Niveles de diseño.



## Álgebra de Boole

1. Definiciones y teoremas del álgebra de Boole.
2. Funciones lógicas no básicas.
3. Formas normales de una función booleana.
4. Simplificación usando diagramas de Karnaugh.

## Sistemas de numeración

1. Sistemas de numeración posicionales.
2. Conversión entre bases.
3. Rangos.
4. Sistemas hexadecimal y octal.
5. Operaciones matemáticas con números binarios.
6. Representación de números enteros.
7. Rangos en los números con signo.
8. Operaciones matemáticas con números con signo.
9. Otros códigos binarios.

## Introducción al lenguaje VHDL

1. Flujo de diseño.
2. Estructura del archivo.
3. Ejemplos.
4. Tipos de datos, constantes y operadores.
5. Sentencias concurrentes.

## Circuitos Aritméticos

1. Sumador de un bit .
2. Sumador de palabras de n bits.
3. Restador de n bits.
4. Sumador/Restador de n bits.
5. Multiplicadores.
6. Sumador de números en BCD natural.

## Bloques Combinacionales

1. Multiplexores.
2. Demultiplexores.
3. Codificadores.
4. Decodificadores.
5. Comparadores.

## Circuitos secuenciales. Fundamentos

1. Introducción.
2. Conceptos básicos.
3. Biestables.

## Temporización de circuitos digitales



1. Introducción.
2. Riesgos de temporización.
3. Diseño síncrono.
4. Parámetros tecnológicos de los biestables.
5. Diseño síncrono y periodo de reloj.
6. Clock skew y distribución de reloj.
7. Sincronización de entradas asíncronas.

## Máquinas de estados finitos

1. Nomenclatura.
2. Diseño de máquinas de estados.
3. Descripción en VHDL .
4. Detector de secuencia.
5. Detector de secuencia usando detectores de flanco.

## Registros

1. Introducción.
2. Registros de entrada y salida en paralelo.
3. Registros de desplazamiento.

## Contadores

1. Contador binario ascendente.
2. Contador binario descendente.
3. Contador ascendente / descendente.
4. Contadores con habilitación de la cuenta.
5. Contadores módulo m.
6. Conexión de contadores en cascada.
7. Contadores con carga paralelo.
8. Contadores de secuencia arbitraria.

## Diseño de sistemas complejos: ruta de datos + control

1. Introducción.
2. Control de una barrera de aparcamiento.
3. Conversor de binario a BCD.
4. Interconexión de dispositivos mediante SPI.

## Introducción a las memorias

1. Introducción.
2. Memorias RAM estáticas.
3. Memorias RAM dinámicas.
4. Memorias ROM.
5. Ejemplos de aplicación.

## Laboratorio

Práctica 1: Introducción a las puertas lógicas integradas y al osciloscopio digital.



Esta práctica es la toma de contacto del alumno con el laboratorio de Electrónica Digital. Es una introducción a los circuitos integrados básicos, a la tarjeta de entrada / salida del laboratorio y al osciloscopio digital. Para ello se van a realizar una serie de circuitos sencillos con puertas lógicas básicas AND y OR.

#### Práctica 2: Introducción a la captura de esquemas y la compilación

En esta práctica se empieza a utilizar una herramienta software para diseñar hardware. Se va a utilizar un programa para programación y sintetizado de lógica combinatorial en FPGAs. Al finalizar la práctica, el alumno debe ser capaz de diseñar circuitos digitales usando la herramienta y entender la importancia del diseño jerárquico.

#### Práctica 3: Introducción a la simulación y a la implantación física

Se introduce una herramienta de simulación de circuitos y sistemas digitales. En esta práctica se deberá simular el circuito digital de la práctica 2 usando herramientas de programación, síntesis y simulación, y se volcará y configurará el diseño en un dispositivo de lógica programable FPGA, verificando su funcionamiento.

#### Práctica 4: Circuitos combinatoriales. Diseño con VHDL.

En esta práctica se va a diseñar e integrar un display de 7 segmentos en un sistema digital. Se introduce el lenguaje VHDL y el bus de datos.

#### Práctica 5: Circuitos aritméticos. Sumador de 5 bits.

En esta práctica se introducen los circuitos aritméticos y se realiza un sumador de 5 bits a partir de sumadores de 1 bit mediante bucles for ... generate en VHDL. Toda la jerarquía del proyecto se debe diseñar ya en VHDL.

#### Práctica 6: Circuitos aritméticos. Multiplicador de 5 bits.

Se va a crear un multiplicador mediante productos parciales, utilizando los bucles for ... generate para instanciar componentes en VHDL.

#### Práctica 7: Circuitos aritméticos. ALU de 5 bits.

En esta práctica se va a crear una Unidad Aritmético Lógica de 5 bits. Se van a crear circuitos aritméticos para operaciones con signo y la lógica de control de la ALU.

#### Práctica 8: Introducción a los biestables.

Esta práctica consta de dos partes. En la primera se van a ensayar dos biestables tipo D para conocer su funcionamiento y restricciones temporales, y en la segunda se va a implantar una máquina de estados sencilla en VHDL.

#### Práctica 9: Cerradura electrónica.

En esta práctica se va a realizar un diseño secuencial para detectar una contraseña para una cerradura electrónica. Se va a realizar una máquina de estados completa y se van a filtrar las entradas de pulsadores mediante detectores de flanco.

#### Práctica 10: Control de aparcamiento.

En esta práctica crearemos un control secuencial con contadores para la gestión del número de coches de un aparcamiento.

#### Práctica 11: Temporizador para horno microondas.

En esta práctica se va a crear un sistema completo, con ruta de datos y unidad de control. Se va a crear el temporizador de un horno microondas, usando contadores.



## 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

**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.

CG01, CG03, CG04,  
CEN03

**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.

CG01, CG03, CG04,  
CEN03

**Prácticas de laboratorio:** Se realizarán 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.

CG01, CG03, CG04,  
CEN03

### Metodología No presencial: Actividades

Estudio de conceptos teóricos fuera del horario de clase por parte del alumno.

CG01, CG03, CG04,  
CEN03

Resolución de problemas de carácter práctico o aplicado.

CG01, CG03, CG04,  
CEN03

Preparación de las prácticas de laboratorio.

CG01, CG03, CG04,  
CEN03

## RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

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

## EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN



El uso de IA para crear trabajos completos o partes relevantes, sin citar la fuente o la herramienta o sin estar permitido expresamente en la descripción del trabajo, será considerado plagio y regulado conforme al Reglamento General de la Universidad.

| Actividades de evaluación   | Criterios de evaluación  | Peso |
|---|--|------|
| Realización de exámenes teóricos: <ul style="list-style-type: none"><li>Examen Final.</li><li>Examen Intersemestral.</li></ul>  | <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 pruebas de seguimiento en clase: <ul style="list-style-type: none"><li>Dos pruebas realizadas en clase las semanas 6 y 10 (fechas preliminares).</li></ul>                           | <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></ul>   | 6    |
| Prácticas de laboratorio presenciales: <ul style="list-style-type: none"><li>11 prácticas de laboratorio. Cálculos previos, trabajo en clase e informe final.</li></ul> Examen final de laboratorio | <ul style="list-style-type: none"><li>Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos 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>Capacidad de trabajo en grupo.</li><li>Presentación y comunicación escrita.</li></ul> | 40   |

## Calificaciones

La evaluación del alumno consta de dos partes: teoría y laboratorio.

### Calificación de teoría

Para evaluar la teoría en convocatoria ordinaria se realizarán las siguientes pruebas:

- Dos pruebas de clase (30 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 intersemestral que comprenderá la materia de la primera mitad del curso. De este examen 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:

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

La nota  $n_e$  debe ser mayor o igual que 4 para aprobar la parte teórica. Si no es así, la nota  $n_t$  será igual a la nota menor entre la nota calculada y la nota  $n_e$ .



## Calificación de laboratorio

El laboratorio se divide en la evaluación de las prácticas y en un examen final práctico.

- El examen final práctico individual se realiza al finalizar la asignatura y consiste en el cálculo, desarrollo e implementación física de uno o varios circuitos digitales.
- Las prácticas se evalúan a partir del trabajo previo, el funcionamiento del circuito y la documentación final. El trabajo previo se evalúa mediante revisión del mismo o mediante un test de 10 minutos al principio de la práctica. El informe final se entrega después de la finalización de la práctica y consiste en un documento de resultados y aplicación de los conocimientos de la asignatura. Es obligatorio realizar presencialmente todas las prácticas y entregar todos los informes finales. Si no se cumplen estas condiciones, la nota de laboratorio será un cero. En caso contrario, la nota se obtendrá mediante la siguiente fórmula:

$$n_{lab} = 0,5 \cdot n_{ex} + 0,5 \cdot n_p$$

Donde  $n_{ex}$  es la nota de examen final de laboratorio y  $n_p$  es la media aritmética de las 11 prácticas, que incluye los previos, el funcionamiento del circuito en el laboratorio y la documentación entregada.

En el caso de haber realizado y entregado todas las prácticas, la nota  $n_{ex}$  debe ser mayor o igual que 4 para aprobar la parte práctica. En caso contrario la nota  $n_{lab}$  de laboratorio será la menor entre las dos notas  $n_{ex}$  y  $n_p$ .

**Muy importante:** Si un alumno tiene alguna falta no justificada a las sesiones de laboratorio, no podrá examinarse ni en la convocatoria final ni en la extraordinaria (art.92 Reglamento General de la Universidad).

## Calificación final ordinaria

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

$$n_{final} = 0,6 \cdot n_t + 0,4 \cdot n_{lab}$$

En caso contrario la nota final será la menor de las dos notas  $n_t$  y  $n_{lab}$ .

## Calificación final 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 parte de teoría realizará el examen teórico  $n_{jt}$  y se obtendrá la nueva nota de teoría según la fórmula:

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

La nota del examen extraordinario de teoría  $n_{jt}$  deberá ser mayor o igual que 4 para poder aprobar. En caso contrario, la nota de teoría  $n_t$  será la menor entre la nota del examen y la media ponderada calculada.

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

$$n_{lab} = 0,8 \cdot n_{jl} + 0,2 \cdot n_p$$

Siendo  $n_p$  la nota de las prácticas realizadas a lo largo del curso.



La nota del examen extraordinario de laboratorio **njl** deberá ser mayor o igual que 4 para poder aprobar. En caso contrario, la nota de laboratorio **nlab** será la menor entre la nota del examen y la media ponderada calculada.

La nota final de la convocatoria extraordinaria se obtendrá de la misma forma que la de la ordinaria, manteniéndose la nota de teoría o laboratorio de cualquier parte aprobada en la convocatoria ordinaria. Para aprobar la asignatura las notas **nt** y **nlab** deben ser superiores a 5. Si se cumple esta condición, La nota final de la asignatura se calcula como:

$$n_{final} = 0,6 \cdot nt + 0,4 \cdot nlab$$

En caso contrario la nota final será la menor de las dos notas **nt** y **nlab**.

## Condiciones 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 a examen en la convocatoria ordinaria. En el caso de las sesiones de laboratorio, el incumplimiento de esta norma podrá impedir presentarse a 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.

## Normas de Uso de la IA

- **Pruebas intermedias y exámenes de teoría y laboratorio.** El uso de modelos de inteligencia artificial generativa o asistentes de programación está terminantemente prohibido durante cualquier prueba de evaluación presencial o no presencial. Estas actividades deben reflejar exclusivamente el conocimiento y trabajo individual del estudiante.
- **Prácticas y proyecto de laboratorio.** Se permite el uso de asistentes de programación basados en inteligencia artificial y modelos de lenguaje generativo bajo las siguientes condiciones:
  - Pueden emplearse como apoyo para comprender conceptos técnicos, obtener sugerencias sobre cómo abordar los ejercicios propuestos y generar fragmentos de código o borradores iniciales de los informes.
  - El uso de estas herramientas debe ser complementario y nunca sustituir el trabajo individual. No se permite presentar contenidos generados automáticamente como propios sin haberlos comprendido, revisado y adaptado adecuadamente.
  - Cualquier contenido relevante generado total o parcialmente mediante estas herramientas debe citarse de forma explícita, indicando claramente qué parte ha sido obtenida por este medio y en qué herramienta se ha generado. La secuencia de consultas (prompts) realizadas se incluirá como un anexo al final de los informes.
  - Los profesores se reservan el derecho a realizar preguntas orales sobre los contenidos generados con asistencia de IA. La incapacidad de explicar o justificar dichos contenidos podrá repercutir negativamente en la calificación de la actividad.
- Se anima al uso responsable de estas herramientas como apoyo al estudio individual —por ejemplo, para aclarar conceptos, generar nuevos ejercicios o recibir correcciones—. No obstante, se recuerda que **las respuestas generadas por modelos de IA pueden contener errores**, por lo que es responsabilidad del estudiante analizarlas críticamente.

## PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA

| Actividades   | Fecha de realización  | Fecha de entrega |
|---|-----------------------|------------------|
| Lectura y estudio de los contenidos teóricos en el libro de texto | Después de cada clase |                  |
| Resolución de los problemas propuestos                            | Semanalmente          |                  |



# COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

GUÍA DOCENTE

2025 - 2026

|   |   |  |
|---|---|--|
| Preparación de las pruebas que se realizarán durante las horas de clase | Semanas 6 y 10 (Semana 3 después de intercuatrimestral) |  |
| Preparación de ejercicios y examen final                                | Semanalmente y abril, respectivamente                   |  |
| Elaboración de los informes de laboratorio                              | Semanalmente  | Semana siguiente a finalizar la práctica |

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

### Bibliografía Básica

- Jose Daniel Muñoz Frías. **Introducción a los sistemas digitales. Un enfoque usando lenguajes de descripción de hardware.** (2011) (edición enero 2023)

### Bibliografía Complementaria

- John F. Wakerly. **Digital Design: Principles and practices.** 4ª Edición. (Hay versión en español de la tercera edición). Prentice Hall. 2000.
- Thomas L. Floyd. **Fundamentos de sistemas digitales.** 9ª Edición. Pearson/ Prentice Hall. 2006.

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>

