



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Electrónica digital

Asignatura	Electrónica digital			
Código	V05G300V01402			
Titulación	Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OB	2	2c
Lengua	Castellano			
Impartición				
Departamento	Tecnología electrónica			
Coordinador/a	Machado Domínguez, Fernando			
Profesorado	Álvarez Ruiz de Ojeda, Luís Jacobo Machado Domínguez, Fernando Moure Rodríguez, María José Pérez López, Serafín Alfonso Raña García, Herminio José			
Correo-e	fmachado@uvigo.es			
Web	<a href="http://faiatic.uvigo.es">http://faiatic.uvigo.es</a>			
Descripción general	Esta asignatura, tiene como principal objetivo que los alumnos aprendan tanto los conceptos teóricos básicos como los circuitos electrónicos asociados con el análisis y el diseño de los circuitos y sistemas electrónicos digitales. Para ello se estudian en primer lugar los elementos básicos que componen los diferentes circuitos digitales y su representación gráfica. A continuación se analizan los circuitos combinatoriales y secuenciales de aplicación general, sus esquemas y símbolos lógicos y los métodos de descripción y simulación basados en los lenguajes de descripción hardware (HDL) que utilizan el paradigma de jerarquía de arriba hacia abajo (top-down), es decir, desde la descripción en alto nivel a la síntesis y posterior realización física del sistema.			

## Competencias

Código	
B13	CG13 Capacidad para manejar herramientas software que apoyen la resolución de problemas en ingeniería.
B14	CG14 Capacidad para utilizar herramientas informáticas de búsqueda de recursos bibliográficos o de información.
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.

## Resultados de aprendizaje

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje	
Conocer los conceptos, componentes y herramientas básicas del diseño digital.		C14 C15
Comprender los aspectos básicos de realización de sistemas combinatoriales.	B13	C14 C15
Conocer los bloques lógicos combinatoriales básicos y sus aplicaciones.	B14	C14
Conocer los elementos básicos de almacenamiento, los bloques secuenciales básicos y sus aplicaciones.	B14	C14
Dominar los métodos básicos de diseño de sistemas secuenciales síncronos.	B13	C14 C15
Conocer los fundamentos de los modelos y la simulación con HDLs.	B13	C14 C15

## Contenidos

Tema
------

Tema 1: Introducción a la Electrónica Digital	Introducción a la Electrónica Digital. Sistemas de numeración y códigos digitales. Álgebra de Boole. Tablas de verdad. Puertas lógicas. Simplificación de las funciones lógicas.
Tema 2: Introducción al VHDL	Introducción a los lenguajes de descripción hardware. Sintaxis básica VHDL. Tipos de datos y objetos. Operadores. Sentencias concurrentes y secuenciales. Instanciación de componentes.
Tema 3: Sistemas combinacionales básicos	Bloques funcionales. Tecnologías y tipos de salidas de los circuitos digitales. Decodificadores. Codificadores. Multiplexores. Demultiplexores. Ejemplos de aplicación. Descripción en VHDL.
Tema 4: Matrices lógicas programables	Introducción a los circuitos programables. Matrices PLA y PAL. Ejemplos de aplicación.
Tema 5: Sistemas combinacionales aritméticos	Comparadores. Detectores/Generadores de paridad. Circuitos aritméticos. Ejemplos de aplicación. Descripción en VHDL.
Tema 6: Fundamentos de los sistemas secuenciales	Definición y clasificación. Biestables asíncronos. Biestables síncronos. Descripción en VHDL.
Tema 7: Sistemas secuenciales síncronos	Teoría general. Contadores. Registros de desplazamiento. Bancos de registros. Ejemplos de aplicación. Descripción VHDL.
Tema 8: Diseño de sistemas secuenciales síncronos	Diseño de sistemas secuenciales síncronos. Ejemplos de aplicación. Descripción VHDL.
Tema 9: Dispositivos lógicos programables	Introducción a los PLDs. Ejemplos de aplicación.
Tema 10: Unidades de memoria	Clasificación. Memorias de acceso aleatorio activas y pasivas. Memorias de acceso aleatorio. Memorias de acceso secuencial. Memorias asociativas.
PRÁCTICA 1. INTRODUCCIÓN A LA HERRAMIENTA ISE DE XILINX	Diagrama de flujo general de la herramienta ISE. Descripción mediante esquemáticos. Realización de ejemplos.
PRÁCTICA 2. INTRODUCCIÓN AL DISEÑO VHDL	Descripción y síntesis de sistemas combinacionales en VHDL. Realización de ejemplos.
PRÁCTICA 3. VERIFICACIÓN DE SISTEMAS DIGITALES MEDIANTE SIMULACIÓN FUNCIONAL	Obtención de símbolos para esquemáticos. Instanciación de componentes. Definición de estímulos para simulación (□testbench□). Simulación funcional. Realización de ejemplos.
PRÁCTICA 4. COMPILACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DIGITALES. VERIFICACIÓN DE SISTEMAS DIGITALES MEDIANTE SIMULACIÓN TEMPORAL	Arquitectura de los PLDs de la familia CoolRunner 2 de Xilinx. Compilación e implementación de sistemas digitales. Simulación temporal de sistemas digitales. Realización de ejemplos.
PRÁCTICA 5. PRUEBA DE SISTEMAS DIGITALES EN LA PLACA DE DESARROLLO	Placa de desarrollo □CoolRunner 2 starter kit□ basada en PLDs de Xilinx. Obtención del fichero de configuración. Tecnología y métodos de configuración de los PLDs de Xilinx. Programación del PLD. Comprobación del sistema digital implementado. Realización de ejemplos.
PRÁCTICA 6. CIRCUITOS COMBINACIONALES	Diseño y realización de circuitos combinacionales mediante descripciones en VHDL con tablas de verdad, ecuaciones lógicas y de comportamiento.
PRÁCTICA 7. CIRCUITOS ARITMÉTICOS	Diseño y realización de circuitos aritméticos mediante descripciones en VHDL con tablas de verdad, ecuaciones lógicas y de comportamiento.
PRÁCTICA 8. SISTEMAS ARITMÉTICOS	Diseño y realización de un sistema aritmético con bloques funcionales aritméticos descritos en VHDL. Unidad aritmética lógica (ALU).
PRÁCTICA 9. CIRCUITOS SECUENCIALES I	Diseño y realización de circuitos secuenciales básicos (biestables, registros, contadores) mediante descripciones en VHDL.
PRÁCTICA 10. CIRCUITOS SECUENCIALES II	Diseño y realización de circuitos secuenciales básicos (contadores, registros de desplazamiento) mediante descripciones en VHDL. Diseño y realización de sistemas secuenciales síncronos de control (máquinas de estado) mediante descripciones en VHDL.
PRÁCTICA 11. MONTAJE Y CONEXIÓN DE COMPONENTES. INSTRUMENTACIÓN DIGITAL	Analizador lógico. Conexión de pulsadores e interruptores externos. Circuitos antirrebotes. Conexión de LEDs y visualizadores de 7 segmentos externos. Análisis de funcionamiento de circuitos secuenciales básicos mediante el analizador lógico.
PRÁCTICA 12. SISTEMAS SECUENCIALES I	Diseño y realización de un sistema secuencial con bloques funcionales descritos en VHDL. Control de un visualizador dinámico de 4 dígitos de 7 segmentos.
PRÁCTICA 13. SISTEMAS SECUENCIALES II	Diseño y realización de un sistema secuencial de complejidad media mediante descripciones en VHDL. Sistema de lectura de un teclado matricial.

### Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Actividades introductorias	1	1	2
Sesión magistral	13	21	34
Prácticas de laboratorio	26	26	52

Resolución de problemas y/o ejercicios	8	20	28
Pruebas prácticas, de ejecución de tareas reales y/o simuladas.	2	2	4
Resolución de problemas y/o ejercicios	6	24	30

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

### Metodologías

Metodologías	Descripción
Actividades introductorias	Toma de contacto y presentación de la asignatura. Presentación de las prácticas de laboratorio, de la instrumentación y de las herramientas informáticas que se van a utilizar.
Sesión magistral	Exposición por parte del profesorado de los contenidos de la materia objeto de estudio y presentación de la bibliografía que debe utilizar el estudiante. Trabajo personal posterior del alumno para aprender los conceptos introducidos en el aula utilizando para ello la bibliografía propuesta. Identificación de posibles dudas que se resolverán en el aula o en tutorías personalizadas. En estas clases se trabajarán las competencias de la materia de tipología "saber" correspondientes a las competencias CE14 y CE15.
Prácticas de laboratorio	Actividades de aplicación de los conocimientos teóricos adquiridos. Aprendizaje del manejo de programas de diseño y simulación de circuitos que se realizarán en dispositivos digitales programables. Aprendizaje del manejo de la instrumentación típica de un laboratorio de electrónica digital y realización de montajes de circuitos electrónicos básicos descritos en las sesiones magistrales. Adquisición de habilidades de trabajo personal y en grupo para la preparación de las prácticas, utilizando la documentación disponible y los conceptos teóricos relacionados. Identificación de dudas que se resolverán en el laboratorio o en tutorías personalizadas. En estas clases se trabajarán las competencias de la materia de tipología "saber hacer" correspondientes a las competencias CE15, CG13 y CG14.
Resolución de problemas y/o ejercicios	Actividad complementaria de las sesiones magistrales. En ella se formulan y resuelven problemas y ejercicios relacionados con la asignatura. Trabajo personal del alumno para resolver problemas y ejercicios propuestos en el aula así como otros extraídos de la bibliografía. Identificación de las dudas que se resolverán en el aula o en tutorías personalizadas. En estas clases se trabajarán las competencias de la materia de tipología "saber hacer" correspondientes a las competencias CE14 y CE15.

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Sesión magistral	El profesorado atenderá personalmente dudas y consultas de los estudiantes sobre el estudio de los contenidos de teoría. Los estudiantes tendrán la ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a principio de curso y que se publicará en la página web del centro.
Resolución de problemas y/o ejercicios	El profesorado atenderá personalmente dudas y consultas de los estudiantes sobre la resolución de los problemas y ejercicios planteados en clase. Los estudiantes tendrán la ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a principio de curso y que se publicará en la página web del centro.
Prácticas de laboratorio	El profesorado atenderá personalmente dudas y consultas de los estudiantes sobre el desarrollo de las prácticas de laboratorio. Los estudiantes tendrán la ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a principio de curso y que se publicará en la página web del centro.

### Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
Prácticas de laboratorio	Se evaluarán las competencias adquiridas por el estudiante sobre los contenidos de las prácticas de laboratorio de la asignatura. La nota final de prácticas (NFP) estará comprendida entre 0 y 10 puntos. La evaluación de las prácticas constará de una parte común de evaluación del trabajo realizado en grupo, cuya calificación será la misma para cada componente del grupo, y de una parte de evaluación individual de cada estudiante, obtenida a partir de cuestiones personalizadas en cada una de las sesiones.	20	B13 C15 B14
Resolución de problemas y/o ejercicios	Se evaluarán las competencias del estudiante para resolver problemas y ejercicios relacionados con los contenidos de la asignatura. La nota final de teoría, NFT, estará comprendida entre 0 y 10 puntos.	80	C14 C15

### Otros comentarios sobre la Evaluación

## 1. Evaluación continua

Siguiendo las directrices propias de la titulación y los acuerdos de la comisión académica se ofrecerá a los alumnos que cursen esta asignatura un sistema de evaluación continua.

*Se entiende que los alumnos que realicen una prueba parcial de teoría o que asistan a 2 prácticas **optan por la evaluación continua** de la asignatura.*

La evaluación de la asignatura se divide en dos partes: teoría y práctica. Las calificaciones de las tareas evaluables serán válidas sólo para el curso académico en el que se realicen.

### 1.a. Teoría

Se realizarán 3 pruebas parciales de teoría (PT) debidamente programadas a lo largo del curso. Las dos primeras pruebas se realizarán en el horario de teoría al finalizar el tema 4 y el tema 7 (aproximadamente en las semanas 6 y 12). La tercera prueba se realizará el mismo día que el examen final que se celebrará en las fechas que establezca la dirección de la Escuela.

Cada prueba parcial constará de una serie de preguntas de respuesta corta y de resolución de problemas y/o ejercicios. Cada prueba se valorará de 0 a 10 y para superar la parte de teoría será necesario obtener al menos un 4 sobre 10 en cada una de ellas. La nota final de teoría (NFT) será:

$$\text{NFT} = 0,3 \cdot \text{PT1} + 0,3 \cdot \text{PT2} + 0,4 \cdot \text{PT3}$$

Las pruebas no son recuperables, es decir, que si un alumno no puede asistir el día en que estén programadas el profesor no tiene obligación de repetir las. La nota de las pruebas a las que falte será de 0.

Si se ha obtenido menos de un 4 sobre 10 en alguna de las dos primeras pruebas parciales, el alumno podrá recuperar las partes no superadas el mismo día de la tercera prueba parcial de teoría.

### 1.b. Práctica

Se realizarán 13 prácticas de laboratorio en sesiones de 2 horas y grupos de 2 alumnos, siempre que sea posible. Las primeras cinco prácticas serán guiadas y en ellas se aprenderá el manejo de las herramientas que se utilizarán en el laboratorio y las etapas del diseño con dispositivos digitales programables. Estas cinco primeras prácticas son obligatorias pero no son puntuables. El resto de las prácticas se calificarán mediante la evaluación continua. Cada una de ellas se evaluará únicamente el día correspondiente a su realización según la planificación de prácticas y de acuerdo con el grupo de prácticas asignado por el centro a cada alumno. Las prácticas 6 a 13 se valorarán con una nota de práctica (NP) comprendida entre 0 y 10 puntos cada una. Los profesores tendrán en cuenta el trabajo previo de los estudiantes para preparar las tareas propuestas y el trabajo en el laboratorio, así como el comportamiento del estudiante en el puesto. La nota de las prácticas a las que el estudiante no asista será de 0. Para superar la parte de prácticas el alumno no podrá faltar a más de 2 sesiones. La nota final de prácticas (NFP) será:

$$\text{NFP} = (\text{NP6} + \text{NP7} + \text{NP8} + \text{NP9} + \text{NP10} + \text{NP11} + \text{NP12} + \text{NP13}) / 8$$

### 1.c. Nota final de la asignatura

En la nota final (NF) la calificación de cada una de las dos partes, nota de teoría (NFT) y nota de prácticas (NFP), tendrán un peso del 80% y del 20% respectivamente. Para aprobar la asignatura será imprescindible haber superado la parte de teoría y la parte práctica, y haber obtenido un mínimo de 5 puntos sobre 10 en cada una de ellas. En este caso la calificación final será la suma ponderada de las notas de cada parte:

$$\text{NF} = (0,8 \cdot \text{NFT} + 0,2 \cdot \text{NFP})$$

En el caso de no haber superado alguna de las dos partes ( $\text{NFT} < 5$  o  $\text{NFP} < 5$ ), o de no haber alcanzado el mínimo de 4 puntos en cada una de las pruebas parciales de teoría, o de haber faltado a más de 2 sesiones prácticas, la nota final será la suma ponderada de las notas de cada parte multiplicada por un factor de ajuste de 4,9/9:

$$\text{NF} = (0,8 \cdot \text{NFT} + 0,2 \cdot \text{NFP}) \cdot 4,9/9$$

Para aprobar la asignatura será imprescindible haber obtenido un mínimo de 5 puntos sobre 10 en la nota final ( $NF \geq 5$ ).

## 2. Examen final

Los alumnos que no opten por la evaluación continua podrán presentarse a un examen final que constará de una parte teórica y otra práctica que se celebrarán en las fechas que establezca la dirección de la Escuela. Para presentarse a la parte práctica, el alumno debe apuntarse previamente siguiendo el procedimiento indicado por el profesor con suficiente antelación.

El examen teórico constará de tres pruebas de teoría (PT). Cada prueba de teoría constará a su vez de una serie de preguntas de respuesta corta y de resolución de problemas y/o ejercicios. Cada prueba se valorará de 0 a 10 y para superar la parte de teoría será necesario obtener al menos un 4 sobre 10 en cada una de ellas. La nota final de teoría (NFT) se valorará de 0 a 10 y será:

$$NFT = 0,3 \cdot PT1 + 0,3 \cdot PT2 + 0,4 \cdot PT3$$

El examen práctico consistirá en la resolución de ejercicios prácticos en el laboratorio, similares a los realizados en las prácticas durante el cuatrimestre. La prueba práctica se valorará de 0 a 10 y la nota final de prácticas (NFP) será la calificación obtenida.

Para aprobar la asignatura será imprescindible haber superado la parte de teoría y haber obtenido un mínimo de 5 puntos sobre 10 en cada uno de los exámenes ( $NFT \geq 5$  y  $NFP \geq 5$ ). En este caso la calificación final (NF) será la suma ponderada de las notas de cada parte:

$$NF = (0,8 \cdot NFT + 0,2 \cdot NFP)$$

En el caso de no haber superado alguno de los exámenes ( $NFT < 5$  o  $NFP < 5$ ), o de no haber alcanzado el mínimo de 4 puntos en cada una de las pruebas de teoría, la nota final será la suma ponderada de las notas de cada parte multiplicada por un factor de ajuste de 4,9/9:

$$NF = (0,8 \cdot NFT + 0,2 \cdot NFP) \cdot 4,9/9$$

Para aprobar la asignatura será imprescindible haber obtenido un mínimo de 5 puntos sobre 10 en la nota final ( $NF \geq 5$ ).

## 3. Examen extraordinario

El examen extraordinario constará de una parte teórica y otra práctica que se celebrarán en las fechas que establezca la dirección de la Escuela. Para presentarse a la parte práctica, el alumno debe apuntarse previamente siguiendo el procedimiento indicado por el profesor con suficiente antelación.

A los alumnos que se presenten a este examen se les conservará la nota que hayan obtenido en la evaluación ordinaria (evaluación continua o examen final) en las partes a las que no se presenten, por lo que podrán realizar sólo la parte teórica, sólo la parte práctica o las dos. El cálculo de la nota final de la asignatura se realizará tal y como se explica a continuación.

El examen teórico constará de una serie de preguntas de respuesta corta y de resolución de problemas y/o ejercicios. Esta prueba se valorará de 0 a 10 y la nota final de teoría (NFT) será la calificación obtenida.

El examen práctico consistirá en la resolución de ejercicios prácticos en el laboratorio, similares a los realizados en las prácticas durante el cuatrimestre. La prueba práctica se valorará de 0 a 10 y la nota final de prácticas (NFP) será la calificación obtenida.

Para aprobar la asignatura será imprescindible haber obtenido un mínimo de 5 puntos sobre 10 en cada uno de los exámenes ( $NFT \geq 5$  y  $NFP \geq 5$ ). En este caso la calificación final (NF) será la suma ponderada de las notas de cada parte:

$$NF = (0,8 \cdot NFT + 0,2 \cdot NFP)$$

En el caso de no haber superado alguno de los exámenes ( $NFT < 5$  o  $NFP < 5$ ), la nota final será la suma ponderada de las notas de cada parte multiplicada por un factor de ajuste de 4,9/9:

$$NF = (0,8 \cdot NFT + 0,2 \cdot NFP) \cdot 4,9/9$$

Para aprobar la asignatura será imprescindible haber obtenido un mínimo de 5 puntos sobre 10 en la nota final ( $NF \geq 5$ ).

---

**Fuentes de información**

---

L. J. Álvarez, F. Machado, M.J. Moure, S. Pérez, **Electrónica Digital**, Curso 2016-2017,

Wakerly J. F., **Digital Design. Principles and Practices**, 4ª,

E. Mandado, **Sistemas Electrónicos Digitales**, 10ª,

Thomas L. Floyd, **Fundamentos de Sistemas Digitales**, 11ª,

Wakerly J. F., **Diseño Digital. Principios y prácticas**, 3ª,

L.J. Álvarez, E. Mandado, M.D. Valdés, **Dispositivos Lógicos Programables y sus aplicaciones**, 1ª,

S. Pérez, E. Soto, S. Fernández, **Diseño de sistemas digitales con VHDL**,

L.J. Álvarez, **Diseño Digital con Lógica Programable**, 1ª,

---

---

**Recomendaciones**

---

---

**Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente**

---

Informática: Arquitectura de ordenadores/V05G300V01103

Física: Fundamentos de electrónica/V05G300V01305

---