



Universidad  
de Alcalá

# GUÍA DOCENTE

## Sistemas Electrónicos Digitales

### Grado en

Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación (GITT)  
Ingeniería en Sistemas de Telecomunicación (GIST)  
Ingeniería Telemática (GIT)  
Ingeniería Electrónica de Comunicaciones (GIEC)

**Universidad de Alcalá**

---

**Curso Académico 2022/2023**

3<sup>er</sup> Curso - 1<sup>er</sup> Cuatrimestre (GITT+GIST+GIT+GIEC)

# GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	<b>Sistemas Electrónicos Digitales</b>
Código:	<b>350014 (GITT+GIST+GIT+GIEC)</b>
Titulación en la que se imparte:	<b>Grado en</b> Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación (GITT) Ingeniería en Sistemas de Telecomunicación (GIST) Ingeniería Telemática (GIT) Ingeniería Electrónica de Comunicaciones (GIEC)
Departamento y Área de Conocimiento:	<b>Electrónica</b> <b>Tecnología Electrónica</b>
Carácter:	<b>Obligatoria (GITT+GIST+GIT+GIEC)</b>
Créditos ECTS:	<b>6.0</b>
Curso y cuatrimestre:	<b>3<sup>er</sup> Curso - 1<sup>er</sup> Cuatrimestre</b> <b>(GITT+GIST+GIT+GIEC)</b>
Profesorado:	Consultar página web: <a href="https://www.uah.es/es/estudios/estudios-oficiales/grados/asignatura/Sistemas-Electronicos-Digitales-350014/">https://www.uah.es/es/estudios/estudios-oficiales/grados/asignatura/Sistemas-Electronicos-Digitales-350014/</a>
Horario de Tutoría:	Consultar página web
Idioma en el que se imparte:	Español

## 1a. PRESENTACIÓN

Sistemas Electrónicos Digitales pretende introducir al alumno en el diseño de sistemas digitales basados en microprocesador. Esta asignatura trata fundamentalmente del estudio de los microprocesadores, memorias de semiconductores, dispositivos de entrada/salida y sus circuitos asociados para la construcción de sistemas empujados. Avanza, por tanto, en el estudio de la electrónica digital con la introducción de sistemas programables y dispositivos de almacenamiento de datos. En la asignatura se tratan tanto aspectos hardware (uso de periféricos, temporizaciones, interrupciones, etc.) como software (organización de memoria, modos de direccionamiento, mapeado de periféricos, etc.).

Para el buen aprovechamiento de la asignatura será necesario tener los conocimientos previos adquiridos en la asignatura de Electrónica Digital, impartida en el segundo cuatrimestre del segundo curso, pues los conceptos básicos de la misma se aplican en esta asignatura.

## 1b. COURSE SUMMARY

Digital Electronic Systems aims to introduce the student to the design of digital systems based on microprocessors. This subject fundamentally deals with the study of microprocessors, semiconductor memories, input / output devices and their associated circuits for the construction of embedded systems. It advances, therefore, in the study of digital electronics with the introduction of programmable systems and data storage devices. The subject deals with both hardware aspects (use of peripherals, timings, interruptions, etc.) and software (memory organization, addressing modes, mapping peripherals, etc.).

For the good use of the subject will be necessary to have the previous knowledge acquired in the subject of Digital Electronics, taught in the second semester of the second course, because the basic concepts of the same apply in this subject

## 2. COMPETENCIAS

### Competencias básicas, generales y transversales.

Esta asignatura contribuye a adquirir las siguientes competencias básicas, generales y transversales definidas en el apartado 3 del Anexo de la Orden CIN/352/2009:

**TR2** - Conocimiento de materias básicas y tecnologías, que le capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

**TR3** - 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.

### Competencias de Carácter Profesional

Esta asignatura proporciona la(s) siguiente(s) competencia(s) de carácter profesional definida(s) en el apartado 5 del Anexo de la Orden CIN/352/2009:

**CT1** - Capacidad para aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas y servicios de telecomunicación.

**CT2** - Capacidad de 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.

**CT3** - Capacidad para utilizar herramientas informáticas de búsqueda de recursos bibliográficos o de información relacionada con las telecomunicaciones y la electrónica.

**CT9** - Capacidad de análisis y diseño de circuitos combinacionales y secuenciales, síncronos y asíncronos, y de utilización de microprocesadores y circuitos integrados.

### Resultados de aprendizaje

**RA1:** Identificar y enunciar los fundamentos de la electrónica digital y microprocesadores, y enumerar sus aplicaciones.

**RA2:** Distinguir y diferenciar los elementos básicos de un sistema digital electrónico basado en microprocesador.

**RA3:** Reconocer y describir los elementos de almacenamiento de datos, especialmente las memorias de semiconductor, así como seleccionar los más idóneos y realizar aplicaciones con los mismos.

**RA4:** Comprender el funcionamiento de los microprocesadores y micro controladores y aplicarlo en el diseño y desarrollo de sistemas electrónicos digitales basados en ellos.

**RA5:** Conocer y dominar el funcionamiento de los dispositivos periféricos (entrada/salida) y su conexión al procesador.

**RA6:** Diseñar y desarrollar sistemas electrónicos digitales completos.

### 3. CONTENIDOS

Bloques de contenido	Total de horas
<p><b>Tema 0: Introducción a la asignatura.</b> Exposición del contenido de la Guía Docente de la asignatura. Detalle de la metodología de trabajo, la temporización y la evaluación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 hora</li> </ul>
<p><b>Tema 1: Sistemas electrónicos digitales programables.</b> Introducción al concepto de Sistemas Embebidos, y sus características generales. Bases de diseño de los sistemas digitales y el funcionamiento del microprocesador como núcleo de éstos. Revisión somera sobre la historia de los microprocesadores. Tipos de herramientas de desarrollo de sistemas digitales. Arquitectura interna de un microprocesador, el modelo del programador, instrucción y modos de direccionamiento, elementos de un sistema basado en microprocesador, sistemas de memoria y de entrada/salida.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 horas</li> </ul>
<p><b>Tema 2: El microprocesador: Arquitectura y modelo de programación.</b> Introducción al Cortex-M3: estudio de generalidades sobre ARM, el procesador ARM Cortex-M3. Descripción de la arquitectura del Cortex-M3: diagrama de bloques detallado, conexiones típicas, los buses y sus interfaces. Estudio de su modelo de programación y registros: registros bajos, altos y especiales. Modos de operación y tipos de datos. Descripción y generalidades sobre el set de instrucciones: movimiento de datos, saltos incondicionales, saltos condicionales. Las subrutinas. Análisis del funcionamiento de la pila. Puertos (teoría general y de ARM)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 12 horas</li> </ul>
<p><b>Tema 3: El microprocesador: Sistema de excepciones.</b> Interrupciones y excepciones (teoría general). Estudio de las excepciones en el Cortex-M3: tipos, prioridad, tabla de vectores. Descripción del módulo NVIC: configuración básica, El reset y auto-reset, tipos y señales de reset. interrupciones software, Temporizadores y contadores (teoría general). El temporizador SYSTICK, ejemplos. Análisis de comportamiento de una interrupción: secuencias de entrada y salida, interrupciones anidadas, latencia. Otras características: módulo de gestión de la alimentación; comunicación multiprocesador.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 15 horas</li> </ul>
<p><b>Tema 4: Organización y gestión de la memoria.</b> Clasificación y estructura de memorias. Cronogramas de acceso de memoria. Descripción e implementación de expansión de memoria: tamaño y número, ejemplos. Mapas de memoria: concepto, mapas funcionales y físicos, dirección base. Diseño de un mapa de memoria: decodificación de direcciones y lógica de selección; alternativas de realización; ejemplos de diseños de mapas de memoria. Gestión de memoria: estructuración en bancos; conexión a los buses de los diferentes bancos de memoria. Análisis de la ordenación de los datos en una memoria: modelos Big y Little Endian; datos alineados y no alineados. Análisis temporal de conexión de un dispositivo externo a un uP. Sistemas digitales de entrada/salida, interfaces digitales. (teoría general y otros tipos de periféricos de este micro) Estudio del mapa de memoria de la tarjeta de ejemplo. Ordenación de datos. Descripción del módulo EMC. Descripción del módulo MPU.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 12 horas</li> </ul>
<p><b>Práctica final</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 horas</li> </ul>

## 4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE. ACTIVIDADES FORMATIVAS

### 4.1. Distribución de créditos (especificar en horas)

Número de horas presenciales:	58 horas (56 horas de clase presencial +2 horas de evaluación)
Número de horas del trabajo propio del estudiante:	92
Total horas	150

### 4.2. Estrategias metodológicas, materiales y recursos didácticos

En el proceso de enseñanza-aprendizaje se realizarán las siguientes actividades formativas:

1. Clases Teóricas y resolución de ejemplos.
2. Clases Prácticas: laboratorio y resolución de ejercicios.
3. Uso de vídeos grabados y/o interactivos con explicaciones de la teoría y la Práctica.
4. Tutorías: individuales y/o grupales.

Además, se podrán utilizar, entre otros, los siguientes recursos complementarios:

- Sistema de respuesta rápida a cuestionarios a través de dispositivos móviles, para: disponer de control de asistencia, aumentar la participación del alumnado, tener feedback inmediato con los alumnos, incrementar su atención, realizar evaluación, etc. Se podrá utilizar tanto en clases teóricas como en prácticas.
- Realización de proyectos individuales en los que poner en práctica unos conocimientos que el alumnado ha tenido que adquirir en casa a partir de unos materiales suministrados por el profesor y que serán presentados en clase para la resolución de dudas (aula invertida).
- Trabajos individuales o en grupo: conllevando además de su realización, la correspondiente exposición pública ante el resto de compañeros para propiciar el debate.
- Asistencia a conferencias, reuniones o discusiones científicas relacionadas con la materia.

A lo largo del curso al alumno se le irán proponiendo actividades y tareas tanto teóricas como prácticas. Se realizarán distintas prácticas coordinadamente con la impartición de los conceptos teóricos, de manera que el alumno pueda experimentar tanto individualmente como en grupo, consolidando así los conceptos adquiridos.

Para la realización de las prácticas, el alumno dispondrá en el laboratorio de un puesto con instrumental básico (osciloscopio, fuente de alimentación, generador de señal), sistema hardware necesario, así como un ordenador con software de diseño y simulación adecuado. El alumno deberá adquirir por su cuenta la tarjeta de desarrollo LPC1768-Mini-DK2 y la sonda de depuración ULINK2, así como el resto de material electrónico necesario para implementar los sistemas digitales de las clases de laboratorio.

Durante todo el proceso de aprendizaje en la asignatura, el alumno deberá hacer uso de distintas fuentes y recursos bibliográficos o electrónicos, de manera que se familiarice con los entornos de documentación que en un futuro utilizará profesionalmente.

## 5. EVALUACIÓN: Procedimientos, criterios de evaluación y calificación

Preferentemente se ofrecerá a los alumnos un sistema de evaluación continua que tenga características de evaluación formativa de manera que sirva de realimentación en el proceso de enseñanza-aprendizaje por parte del alumno.

## 5.1. PROCEDIMIENTOS

La evaluación debe estar inspirada en los criterios de evaluación continua (Normativa de Evaluación de los Aprendizajes, NEA, art 3). No obstante, respetando la normativa de la Universidad de Alcalá se pone a disposición del alumno un proceso alternativo de evaluación final de acuerdo a la Normativa de Evaluación de los Aprendizaje (aprobada en Consejo de Gobierno de 24 de marzo de 2011 y modificada en Consejo de Gobierno de 5 de mayo de 2016) según lo indicado en su Artículo 10, los alumnos tendrán un plazo de quince días desde el inicio del curso para solicitar por escrito al Director de la Escuela Politécnica Superior su intención de acogerse al modelo de evaluación no continua aduciendo las razones que estimen convenientes. La evaluación del proceso de aprendizaje de todos los alumnos que no cursen solicitud al respecto o vean denegada la misma se realizará, por defecto, de acuerdo al modelo de evaluación continua. El estudiante dispone de dos convocatorias para superar la asignatura, una ordinaria y otra extraordinaria.

**Convocatoria Ordinaria:** La evaluación en la convocatoria ordinaria debe estar inspirada en los criterios de evaluación continua, atendiendo siempre a la adquisición de las competencias especificadas en la asignatura.

- a. Evaluación Continua: Consistente en la realización y superación de las prácticas de laboratorio, la entrega y superación de tareas de la asignatura y la realización y superación de las pruebas de evaluación intermedia y la prueba de evaluación final. En todo lo anterior se incluyen las actividades basadas en sistema de respuesta rápida mediante dispositivos móviles. La superación de las prácticas y de las tareas de la asignatura se realizará a lo largo del cuatrimestre.
- b. Evaluación Final: La evaluación en la convocatoria extraordinaria consistirá en una prueba de evaluación que constará de una parte teórica y una práctica.

**Convocatoria Extraordinaria:** El estudiante que ha realizado evaluación Final, la evaluación consistiría en un examen final que constará de una parte teórica y una práctica.

## 5.2. EVALUACIÓN

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Los Criterios de Evaluación deben atender al grado de consecución de los resultados del aprendizaje por parte del estudiante. Para ello se definen los siguientes:

**CE1:** El alumno muestra capacidad e iniciativa a la hora de resolver problemas prácticos asociados al diseño de sistemas digitales de manera precisa.

**CE2:** El alumno puede realizar un diseño completo de sistemas digitales, partiendo de la definición de requisitos y cumpliendo determinados criterios.

**CE3:** El alumno demuestra que puede analizar sistemas digitales basados en procesador y memoria, y determinar sus características y definiciones.

**CE4:** El alumno ha adquirido los conocimientos de sistemas digitales programables, sus estructuras y composición, así como sus características de diseño.

**CE5:** El alumno es capaz de desarrollar diseño de proyectos compuestos de parte software y hardware, de Sistemas Electrónicos Digitales.

### INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Esta sección especifica los instrumentos de evaluación que serán aplicados a cada uno de los criterios de Evaluación.

1. **Asistencia** a más del 75% de las clases y participación en las actividades planificadas en el Aula Virtual.
2. **Pruebas de evaluación intermedia (PEI1 y PEI2)**, dos pruebas que consistirá en varias cuestiones y/o problemas, de análisis y/o síntesis, referidas a aspectos concretos del temario de modo que puedan abarcar una parte cubierta por clases de teoría, ejercicios y laboratorio.
3. **Prueba de evaluación final (PEF)**, que consistirá en varias cuestiones y/o problemas combinando todos los contenidos del temario de la asignatura. La PEF incluye dos partes, **PEI1R** y **PEI2R**, cuyos contenidos se corresponden con las pruebas PEI1 y PEI2, respectivamente. A los estudiantes se les mantendrá la nota más alta obtenida entre la PEI1 y PEI1R, y la PEI2 y la PEI2R.
4. **Prácticas de laboratorio + Práctica final (LAB)** de asistencia obligatoria. Las prácticas cubrirán los conocimientos adquiridos en la parte práctica de la asignatura.
5. **Prueba de laboratorio (PL)**, que cubrirá los conocimientos adquiridos en la parte práctica de la asignatura, para el caso de evaluación final y convocatoria extraordinaria.

## CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

### Convocatoria Ordinaria, Evaluación Continua

En la convocatoria **ordinaria–evaluación continua** la relación entre las competencias, resultados del aprendizaje, criterios e instrumentos de evaluación, es la siguiente.

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
TR2, TR3, TRU1, CT1, CT9	RA1-RA5	CE2, CE3	PEI1	35%
TR3, TRU1, CT1, CT9	RA1, RA3, RA5	CE1, CE4	PEI2	35%
TRU3, TRU4, TRU5, CT2, CT3	RA1-RA6	CE1-CE5	LAB	30%
TRU2, TRU3			Asistencia al 75% de clases y participación en las actividades planificadas en el Aula Virtual	

En consecuencia, con los criterios de evaluación de la asignatura, el alumno superará la evaluación continua al demostrar un nivel apropiado en la adquisición de los resultados de aprendizaje teórico-prácticos y experimentales. Para ello, el alumno deberá cumplir las siguientes condiciones:

1. Asistir a más del 75% de las clases y participación en las actividades planificadas en el Aula Virtual. De no ser así se entenderá que **no se supera la evaluación continua**.
2. Haber realizado las pruebas de evaluación (**PEI1, PEI2**), demostrando en ellas la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura.
3. Haber superado el 40% de las competencias en el promedio de todas las pruebas dedicadas al microprocesador (temas 1 a 3).
4. Haber superado el 40% de las competencias en el promedio de todas las pruebas dedicadas a memorias (tema 4).
5. Haber superado satisfactoriamente la evaluación de los resultados de aprendizaje relacionados con las prácticas de laboratorio. Se entenderá que un alumno adquiere satisfactoriamente los resultados de aprendizaje si: asiste al laboratorio, completa todas las prácticas, **supera al menos las competencias del 75% de ellas y la práctica final** y su calificación en las pruebas

relacionadas es igual o superior al 50% de la nota máxima obtenible. Se entiende que si no supera el 75% de las prácticas, la práctica final o la calificación promedio es inferior al 50% **no se supera la evaluación continua**.

6. Obtener una calificación final ponderada (CFP) de todas las pruebas de evaluación continua igual o superior a 5 sobre 10, esto es  $CFP \geq 5$ , siendo:
  - o  $CFP = 0.35 * PEI1 + 0.35 * PEI2 + 0.30 * LAB$  (PEI1, PEI2 y LAB calificados entre 0 y 10 puntos)

**Nota:** En caso de que la CFP fuera igual o superior a 5 puntos sobre 10, pero no se hubiera cumplido algunas de las condiciones indicadas anteriormente (1~6), el alumno será calificado con **4.5 puntos sobre 10**.

Todos los alumnos tienen la opción de presentarse a la PEF. A los estudiantes se les mantendrá la nota más alta obtenida entre la PEI1 y PEI1R, y la PEI2 y la PEI2R.

Se considera que un alumno ha participado en el proceso de evaluación continua, y por tanto tendrá calificación en la convocatoria ordinaria, si realiza cualquiera de las pruebas de evaluación continua y/o presenta alguna práctica de laboratorio. En tal caso, no constará como "No presentado".

En la convocatoria **ordinaria-evaluación final** la relación entre las competencias, resultados del aprendizaje, criterios e instrumentos de evaluación, es la siguiente.

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
CT1, CT9, TR2, TR3, TRU1, TRU2, TRU3, TRU4	RA1-RA6	CE1-CE5	PEF	70%
CT2, CT3, TR3, TRU2, TRU3, TRU4	RA1-RA6	CE1-CE5	PL	30%

Para superar la asignatura por este modelo, el alumno deberá obtener al menos un 5 sobre 10 en cada una de las dos pruebas anteriores.

#### Convocatoria extraordinaria

El estudiante será evaluado según el siguiente criterio de calificación:

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
CT1, CT9, TR2, TR3, TRU1, TRU2, TRU3, TRU4	RA1-RA6	CE1-CE5	PEF	70%
CT2, CT3, TR3, TRU2, TRU3, TRU4	RA1-RA6	CE1-CE5	PL	30%

## 6. BIBLIOGRAFÍA

### 6.1. Bibliografía básica

- Documentación explícitamente preparada por el profesorado para la asignatura, que será proporcionada a los alumnos de manera directa, o con su publicación en la web de la asignatura.
- The Definitive Guide to ARM® Cortex®-M3 and Cortex®-M4 Processors. 3rd Edition. Joseph Yiu. Paperback ISBN: 9780124080829. eBook ISBN: 9780124079182. 2013.

- Embedded Systems with ARM Cortex-M Microcontrollers in Assembly Language and C. Third Edition. Yifeng Zhu. ISBN-13: 978-0-9826926-6-0. E-Man Press LLC. July 2017.
- Fundamentos de sistemas digitales. 11 edición. Thomas L. Floyd. Editorial Pearson. 2016. Capítulo 11.
- UM10360. LPC176x/5x User manual. Rev. 4.1. NXP. 19 December 2016.
- Páginas web sobre la temática de la asignatura que serán previamente seleccionadas por el profesorado.

## 6.2. Bibliografía complementaria

- Sistemas Digitales basados en microprocesador. MC68000. José Luis Lázaro y otros. Servicio de publicaciones de la Universidad de Alcalá. 2000.
- Sistemas de Procesamiento Digital. ZULOAGA IZAGUIRRE, Aitzol; ASTARLOA CUELLAR, Armando. ISBN 978-84-92453-03-0. Editorial Delta. 2008.
- Microcontroller programming and interfacing: Texas Instruments MSP430. Steven F. Barrett, Daniel J. Pack. ISBN 978-1-60845-713-7. Editorial Morgan&Claypool publishers. 2011.
- Fundamentos de sistemas digitales. 11 edición. Thomas L. Floyd. Editorial Pearson. 2016.

## **NOTA INFORMATIVA**

La Universidad de Alcalá garantiza a sus estudiantes que, si por exigencias sanitarias las autoridades competentes impidieran la presencialidad total o parcial de la actividad docente, los planes docentes alcanzarían sus objetivos a través de una metodología de enseñanza-aprendizaje y evaluación en formato online, que retornaría a la modalidad presencial en cuanto cesaran dichos impedimentos.