



Universidad
de Alcalá

GUÍA DOCENTE

Sistemas Electrónicos Digitales Avanzados

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

4º Curso - 1^{er} Cuatrimestre (GITT+GIST+GIT+GIEC)

GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	Sistemas Electrónicos Digitales Avanzados
Código:	350031 (GITT+GIEC) 380016 (GIST+GIT)
Titulación en la que se imparte:	Grado en 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:	Electrónica Tecnología Electrónica
Carácter:	Obligatoria (GITT+GIEC) Optativa (Genérica) (GIST+GIT)
Créditos ECTS:	6.0
Curso y cuatrimestre:	4º Curso - 1º Cuatrimestre (GITT+GIST+GIT+GIEC)
Profesorado:	Consultar en la página web del Departamento de Electrónica: http://www.depeca.uah.es
Horario de Tutoría:	El horario de Tutorías se indicará el primer día de Clase
Idioma en el que se imparte:	Español

1a. PRESENTACIÓN

La asignatura de Sistemas Electrónicos Digitales Avanzados (SEDA) es una continuación de la asignatura Sistemas Electrónicos Digitales. En esta asignatura los alumnos aprenderán a diseñar sistemas electrónicos avanzados basados en microcontrolador orientados a aplicaciones específicas que incorporan el control de diferentes periféricos (sistemas empotrados).

En la vida diaria continuamente se encuentran sistemas empotrados de mayor o menor complejidad (un teléfono móvil, el ratón o el teclado de un ordenador, un router, un robot móvil, un juguete, el sistema de control de una radio, un despertador digital, la electrónica de un automóvil, ...). Con las competencias que se trabajan en esta asignatura los alumnos deben ser capaces al finalizarla de saber enfrentarse al diseño de este tipo de sistemas.

Los conocimientos que se aprenden en esta asignatura son finalistas dado que existe un gran abanico de puestos de trabajo de diseño de sistemas empotrados a los que se puede acceder con los conocimientos impartidos en ella.

Los sistemas empotrados tienen una componente hardware pero es casi más importante la componente software (firmware) que configura el hardware y que le programa de la forma más adecuada. Por este motivo es importante que los alumnos tengan una buena base de programación en lenguaje C que se obtiene en las asignaturas de programación de los primeros cursos y de desarrolla en asignaturas posteriores. También es de especial importancia haber desarrollado las competencias de la asignatura de Sistemas Electrónicos Digitales de segundo curso ya que la plataforma hardware y software sobre la que se va a trabajar es muy similar a la estudiada en esa asignatura.

Debido al enfoque práctico y realista de la asignatura también se podrán utilizar conocimientos de otras asignaturas relacionadas con la electrónica y comunicaciones como Electrónica Digital, Subsistemas Electrónicos (conversión A/D y D/A), Arquitectura de Redes y Redes de Comunicaciones (se utilizarán periféricos de comunicaciones), Señales y Sistemas, Teoría de la Comunicación, etc. El haber cursado estas asignaturas puede ayudar pero no son imprescindibles para la superación de la asignatura.

La metodología usada de aprendizaje basado en proyectos tiene un enfoque práctico que permite a los alumnos enfrentarse a problemas reales similares a los que pueden encontrar en su vida profesional.

1b. COURSE SUMMARY

Advanced Digital Electronic Systems is a continuation of the course Digital Electronic Systems. In this course students learn how to design microcontroller based embedded systems (specific applications microcontroller based electronic systems that incorporate the control of different peripherals).

In daily life we are used to use more or less complex embedded systems (a mobile phone, a mouse or keyboard of a computer, a router, a mobile robot, a toy, the control system of a radio, a digital clock, an automobile electronics ...). With the competences developed in this course students should be able to face the design of these kind of systems.

The skills learned in this course are finalists as there are a wide range of jobs based on embedded systems design that can be accessed with the knowledge studied in it.

Embedded systems have a hardware component but is almost more important the software (firmware) component that configures the hardware and program it in the most appropriate way. For this reason it is important that students have a good base in language C programming. It is also particularly important to have developed the competences of the second year course Digital Electronic Systems because the hardware and software platform on which it will work is very similar to the one studied in this course.

The methodology followed in this course is mostly project-based learning. It is a practical approach that allows students facing similar real problems that can be found in their professional life.

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:

TR1 - Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria durante el desarrollo de la profesión de Ingeniero Técnico de Telecomunicación y facilidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

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.

TR5 - Facilidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

TR8 - Capacidad de trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe y de comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.

Competencias de Carácter Profesional

Como asignatura obligatoria de los grados GIEC y GITT, esta asignatura contribuye a adquirir las siguientes competencias de carácter profesional, definidas en el apartado 5 del Anexo de la Orden CIN/352/2009 así como a adquirir las competencias genéricas definidas en el apartado 3 de dicho Anexo¹:

CSE1 - 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.

CSE3 - 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.

CSE4 - Capacidad para aplicar la electrónica como tecnología de soporte en otros campos y actividades, y no sólo en el ámbito de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

CSE5 - 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.

CSE7 - Capacidad para diseñar dispositivos de interfaz, captura de datos y almacenamiento, y terminales para servicios y sistemas de telecomunicación.

Resultados de aprendizaje

Al terminar con éxito esta asignatura/enseñanza, los estudiantes serán capaces de:

RA1. Describir las diferentes tecnologías que se pueden integrar en el diseño de un sistema

electrónico digital diseñado para una aplicación específica entre los que están los microcontroladores, DSP's y SoCs.

RA2. Utilizar en el diseño de aplicaciones de complejidad media, los periféricos integrados en un microcontrolador como son los conversores A/D y D/A, temporizadores, dispositivos de comunicación, etc. interactuando con periféricos externos (memorias, micrófonos y altavoces, sensores y actuadores, ...) desde el punto de vista hardware y software.

RA3. Utilizar adecuadamente algunas de las técnicas más comunes en el diseño de sistemas empotrados de complejidad media (modelado de comportamiento utilizando máquinas de estados y "StateChart", planificación de tareas y análisis de ejecutabilidad, uso de un sistema operativo de tiempo real, ...)

RA4. Utilizar adecuadamente manuales, hojas de características, especificaciones y normativas relacionadas con dispositivos electrónicos utilizados en el diseño de sistemas empotrados.

RA5. Diseñar íntegramente un sistema empotrado de complejidad media desde el punto de vista Hardware y Software incluyendo la documentación técnica correspondiente.

Competencias	Resultados Aprendizaje
TR1	RA1,RA2,RA4
TR3	RA5
TR5, TR8	RA4, RA5
TR2, CSE1, CSE2, CSE3, CSE4, CSE5, CSE7	RA1, RA2, RA3, RA4, RA5, RA6

¹ Y como asignatura optativa de los grados GIT y GIST, completa la formación del alumno en relación con esas mismas competencias.

3. CONTENIDOS

Bloques de contenido	Total de clases, créditos u horas
I - Introducción al diseño de Sistemas Empotrados (SSEE). <ul style="list-style-type: none"> • Características de los SSEE • Tendencias en el diseño de SSEE: DSP's, SoCs 	4 horas
II – Memorias de Semiconductor <ul style="list-style-type: none"> • SDRAM • FIFO • Dual Port 	4 horas
III - Periféricos comunes en Sistemas Empotrados <ul style="list-style-type: none"> • Temporizadores: PWM, captura y generación de señales. • Conversión A/D, D/A • Acceso directo a memoria (DMA). • Puertos de comunicación serie: SPI, I2C, UART • Comunicación Ethernet • Dispositivos de representación (LCD, TFT) 	17 horas
VI - Diseño software de Sistemas Empotrados <ul style="list-style-type: none"> • Planificación de tareas para SSEE. • Máquinas de estado finitas. • Statechart. • Sistemas operativos en tiempo real para SSEE 	7 horas
V - Diseño e implementación de un sistema real <ul style="list-style-type: none"> • Tarjeta de desarrollo LPC1768. • Herramientas de desarrollo: entorno Keil. • Diseño del hardware de un SSEE para una aplicación de comunicaciones. • Uso de la mayoría de los periféricos más comunes en sistemas empotrados (sensores analógicos, micrófono, altavoz, display TFT, comunicación Ethernet, periféricos conectados por I2C o SPI, comunicación serie asíncrona, etc.). • Diseño del software. • Análisis de ejecutabilidad. • Depuración del prototipo • Documentación. 	26 horas

4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE. ACTIVIDADES FORMATIVAS

4.1. Distribución de créditos (especificar en horas)

Número de horas presenciales:	58
Número de horas del trabajo propio del estudiante:	92
Total horas	150

4.2. Estrategias metodológicas, materiales y recursos didácticos

La metodología que se pretende seguir durante la asignatura es una metodología de aprendizaje basada en proyectos donde todas las actividades se mueven en torno a un proyecto de diseño de un sistema empotrado de complejidad media.

Se darán clases teóricas donde se explicarán los diferentes conceptos básicos, técnicas y orientaciones necesarios para que los alumnos se puedan enfrentar a la realización del proyecto. Como apoyo a las clases teóricas, se propondrán, distribuidas a lo largo del cuatrimestre, actividades consistentes en ejercicios y trabajos teórico-prácticos escritos u orales.

Los profesores realizarán un seguimiento periódico del trabajo de cada grupo de prácticas resolviendo sus dudas y orientándoles cuando sea necesario.

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. Al principio de curso se publicará el material que los alumnos deberán adquirir de forma personal o en grupo para la realización de las prácticas.

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.

5.2. EVALUACIÓN

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Se utilizarán los siguientes criterios para la evaluación de la asignatura, relacionados con los resultados del aprendizaje:

CE1. Describir los principios fundamentales del diseño de sistemas empotrados, así como las características y ámbito de aplicación de los DSP (Digital Signal Processors) y de los SoCs (System On Chips)

CE2. Describir las memorias de semiconductores más utilizadas en sistemas empotrados de altas prestaciones (Dual-Port, FIFO, Memorias Dinámicas, Memorias Síncronas, etc.), su aplicación y ser capaz de interconectarlas con un procesador. Siempre sabiendo buscar, comprender y utilizar las especificaciones que proporcionan los fabricantes de los componentes electrónicos.

CE3. Utilizar adecuadamente los temporizadores, conversores A/D y D/A y el DMA en el diseño de aplicaciones de adquisición, procesamiento de información y control (generación de señales temporizadas y de sincronismo, medida de tiempos de señales externas, generación de interrupciones periódicas, sabiendo buscar, analizar y utilizar las especificaciones que proporcionan los fabricantes de los componentes electrónicos.

CE4. Utilizar adecuadamente los diferentes subsistemas de comunicaciones proporcionados por un microcontrolador (UART, SPI, I2C, Ethernet, ...) en el diseño de aplicaciones de complejidad media, siendo capaces de diseñar aplicaciones que permitan interactuar remotamente con otros sistemas.

CE5. Ser capaz de modelar el comportamiento de un sistema utilizando máquinas de estados y "StateChart" y de codificarlo en un lenguaje de alto nivel para un sistema basado en microcontrolador.

CE6. Analizar y planificar las tareas de una aplicación de un sistema empotrado identificando los parámetros que influyen en la ejecutabilidad del sistema y sus límites de funcionamiento.

CE7. Describir las características de un sistema operativo de tiempo real y utilizar los recursos que éste proporciona para diseñar aplicaciones para sistemas empotrados.

CE8. Exponer y defender de manera clara y razonada sus propuestas para la resolución de los problemas planteados, las prácticas y el proyecto desde el punto de vista formal y funcional.

CE9. Generar documentación técnica (hardware y software) correctamente redactada, clara y precisa sobre el trabajo realizado en el laboratorio siguiendo unos estándares preestablecidos (código comentado, esquemas claros, referencias adecuadas,...) y sabiendo buscar, analizar y utilizar las especificaciones que proporcionan los fabricantes de los componentes electrónicos.

CE10. Implementar en la práctica circuitos físicos que, siguiendo unos requisitos y especificaciones, den solución a los problemas planteados, integrando los conocimientos adquiridos en las clases teóricas y en asignaturas anteriores, haciendo uso de los recursos bibliográficos y herramientas informáticas a su alcance.

CE11. Capacidad para planificar el trabajo durante la asignatura siguiendo las recomendaciones de planificación y organización expuestas por los profesores, cumplimiento de hitos, etc.

Para superar la asignatura el alumno deberá:

- Mostrar, entre las diferentes pruebas, un nivel mínimo en cada una de los criterios de evaluación arriba indicados. Al comienzo de la asignatura, el profesor detallará, para cada uno, el mínimo necesario.
- Demostrar haber superado, en conjunto, los criterios de evaluación CE1 a CE7. Se considera que han sido superados cuando se obtenga una calificación igual o superior al 45% del total.
- Demostrar haber superado, en conjunto, las competencias prácticas evaluadas en los criterios CE8 a CE11 correspondientes con la realización de las prácticas de la asignatura lo que implicará la realización del proyecto final propuesto según unas especificaciones.
- Obtener una calificación conjunta entre todas las competencias evaluadas igual o superior al 50% del total.
- Para superar las prácticas en el modelo de evaluación continua será necesario haber asistido al 70% de las clases prácticas

Existirán varias oportunidades de demostrar el nivel de competencia de cada uno de los criterios salvo el criterio CE11.

Además, la evaluación de los hitos intermedios y del proyecto final (documentación técnica y/o código) se considerarán pruebas de evaluación de la asignatura y por tanto se aplicará el artículo 22.5 de la Normativa de Evaluación de los Aprendizajes de la Universidad de Alcalá "La prueba de evaluación efectuada por el estudiante en la que se haya detectado la realización de una práctica fraudulenta será calificada con suspenso (0) y llevará consigo el suspenso, con una calificación final de cero (0) en la convocatoria correspondiente de la asignatura."

El alumno que siga el modelo de evaluación continua, se considerará no presentado en la convocatoria ordinaria, cuando no se presente a ninguna de las pruebas de evaluación intermedia previstas y no asista al laboratorio pasadas 2 semanas desde el inicio del curso.

Convocatoria ordinaria

Según el modelo de evaluación continua.

Durante el curso habrá varias pruebas que servirán para recoger evidencias de cumplimiento de los diferentes criterios de evaluación. Para ello se utilizarán diferentes Instrumentos de Calificación.

Instrumentos de Calificación

Esta sección resume los instrumentos de calificación que serán aplicados a cada uno de los criterios de Evaluación.

- **PEI** - Dos pruebas escritas de Evaluación Intermedia con cuestiones teóricas, conceptuales y con problemas teórico-prácticos. Estas pruebas incluirán contenidos vistos hasta el momento. La realización de estas pruebas es obligatoria.
- **PEF** – Una prueba final que coincidirá con la fecha de la prueba de evaluación final en el caso de la Evaluación Final e incluirá todos los contenidos de la asignatura. La realización de esta prueba es obligatoria.
- **EV** - Entregas voluntarias de trabajos propuestos en clase.
- **SEG** - Seguimiento del trabajo realizado en las prácticas.
- **PL** - Resultados obtenidos en las prácticas intermedias de laboratorio y en el proyecto final de la asignatura. La realización y superación de las prácticas es obligatorio.

En las diferentes pruebas se irán tomando evidencias del cumplimiento de los criterios de evaluación. La calificación final de cada uno de ellos se realizará en base a todas las evidencias recogidas en las diferentes pruebas. Para demostrar el nivel adquirido en cada uno por los alumnos, siempre habrá varias evidencias.

La relación existente entre los resultados de aprendizaje, los criterios e instrumentos de evaluación y su calificación en la convocatoria ordinaria evaluación continua es la siguiente

Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
RA1,RA2,RA4	CE1 a CE4	PEI, PEF, EV	35%
RA3, RA4	CE5 a CE7	PEI, PEF, EV	15%
RA5, RA4	CE8 a CE11	SEG, PL	50%

Según el modelo de evaluación no continua.

Instrumentos de Calificación

En el modelo de evaluación no continua, existirán los siguientes Instrumentos de calificación

- PEF – Una prueba final que coincidirá con la fecha de la prueba de evaluación final en el caso de la Evaluación Final e incluirá todos los contenidos de la asignatura.
- PL - Resultados obtenidos en el proyecto final de la asignatura. La realización y superación del proyecto es obligatorio.

Los alumnos a los que se les conceda la posibilidad de evaluación no continua, deberán ponerse en contacto con los profesores de la asignatura tan pronto como puedan para que éstos le comuniquen el proyecto que debe presentar en la prueba final como herramienta para evaluar las competencias prácticas de la asignatura.

La relación entre los resultados de aprendizaje, los criterios e instrumentos de evaluación y su calificación en la convocatoria ordinaria - evaluación final es la siguiente:

Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
RA1 a RA4	CE1 a CE7	PEF	50%
RA4, RA5	CE8 a CE10	PL	50%

Convocatoria extraordinaria

Los alumnos que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria, dispondrán para superarla de la convocatoria extraordinaria, que consistirá en una prueba global con el mismo esquema que la del modelo de evaluación no continua.

Los alumnos que habiendo seguido la evaluación continua en la convocatoria ordinaria de ese mismo curso no hubieran superado la parte práctica, deberán ponerse en contacto con los profesores de la asignatura para que les indiquen en qué consistirá el proyecto a presentar.

Los alumnos que hayan superado la parte práctica, se les guardará la calificación de los criterios de evaluación correspondientes para la convocatoria extraordinaria no teniendo que presentarse a la evaluación del proyecto.

Los alumnos que habiendo seguido la evaluación continua en la convocatoria ordinaria de ese mismo curso no hubieran superado la parte práctica, pero sí la parte teórica, se les guardará la calificación, si así lo desean, de la parte teórica para la convocatoria extraordinaria teniendo que presentarse solo a la evaluación del proyecto. Para estos alumnos se mantendrá la calificación obtenida en la convocatoria ordinaria relacionada con el criterio de evaluación CE11 relacionado con el cumplimiento de hitos.

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.
- Páginas web sobre la temática de la asignatura que serán previamente seleccionadas por el profesorado.
- Documentación técnica de los dispositivos, herramientas informáticas y sistemas de desarrollo utilizados en las prácticas (datasheet, application notes, esquemáticos, manuales de usuario,...).
- Proyectos ejemplo de las diferentes partes de la asignatura que estarán disponibles en la página web de la asignatura.

6.2. Bibliografía complementaria

- Practical Statecharts in C/C++: Quantum Programming for Embedded Systems, by Miro Samek. Publisher: CMP. 2002. ISBN: 1578201101
- The Definitive Guide to the ARM Cortex-M3, Second Edition. Joseph Yiu. Publisher: Newnes. 2009. ISBN: 185617963X.
- Real-Time Concepts for Embedded Systems. Qing Li, Caroline Yao. Publisher: CMP. 2003. ISBN: 1578201241
- The Designer's Guide to the Cortex-M Processor Family. A Tutorial Approach. Trevor Martin. Publisher: Newnes. 2013. ISBN: 978-0-08-098296-0
- TCP/IP Embedded Internet Applications. Edward Insam. Elsevier. 2003. ISBN: 0 7506 57359

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.