



Universidad
de Alcalá

Desarrollo de la Asignatura

Sistemas Electrónicos Digitales Avanzados

(V. 3-09-2019)

Grado en Ingeniería en Electrónica de Comunicaciones

Grado en Ingeniería en Tecnologías de la Telecomunicación

Universidad de Alcalá

Curso Académico 2019/2020

1. Introducción

En este documento se presenta la organización general de la asignatura Sistemas Electrónicos Digitales Avanzados, la metodología utilizada y su planificación. La asignatura es la misma para el Grado de Ingeniería en Tecnologías de la Telecomunicación (GITT) y para el Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones (GIEC) que se imparten a partir del curso 2019/2020 en el mismo cuatrimestre.

El curso 2019/2020 pasa la asignatura en GIEC del segundo cuatrimestre de 3º al primer cuatrimestre de 4º por lo que este curso es un curso de adaptación.

2. Horario de clases

La asignatura tiene 32 horas previstas de teoría. Debido a que en años anteriores se han detectado carencias en contenidos de años anteriores se dedicará al principio varias horas de repaso de contenidos de programación en C para Sistemas Embebidos y de los estudiados en la asignatura de Sistemas Electrónicos Digitales de 2º curso que en años anteriores se daban por sabidos (esto ha sido valorado positivamente por los estudiantes de cursos anteriores). Estas horas se darán en las 2 primeras semanas de clase y no forman parte del contenido de la asignatura por lo que la asistencia es libre aunque muy recomendada.

Las horas de laboratorio de las primeras semanas se utilizarán para teoría con el fin de avanzar lo antes posible y de darán 3 horas de teoría semanales de media (2h semanas alternas) terminando cuando finalicen las 32 horas correspondientes.

Los horarios del curso 2019/2020 son los siguientes:

- **Horarios en GIEC**
 - o *Primeras dos semanas*
 - Teoría:
 - Lunes: 19:00 a 21:00 (Primera semana)
 - Miércoles: 15:00 a 19:00
 - Laboratorio
 - No hay
 - o *A partir de la tercera semana*
 - Teoría
 - Lunes 19:00 a 21:00 (Semanas impares)
 - Miércoles: 15:00 a 17:00
 - Laboratorio
 - Grupo C1: Miércoles: 17:00 a 19:00
- **Horarios en GITT**
 - o *Primera semana*
 - Teoría
 - Martes: 17:00 a 20:00
 - Jueves: 15:00 a 19:00
 - Laboratorio
 - No hay
 - o *A partir de la segunda semana*
 - Teoría
 - Martes: 19:00 a 21:00 (Semanas pares)
 - Jueves: 15:00 a 17:00
 - Laboratorio
 - Grupo A2: Martes 17:00 a 19:00
 - Grupo A1: Jueves 17:00 a 19:00

3. Contenidos

Los contenidos de la Guía Docente se impartirán con el orden que se indica a continuación. Los contenidos de las dos columnas de la tabla se desarrollan de forma simultánea por los profesores.

Presentación e introducción de la asignatura (1 h)	
Repaso de contenidos de cursos anteriores (9 h)	
Conceptos de programación en C, entorno de programación, hardware de la tarjeta miniDK2, conexión de periféricos al LPC1768, sistema de interrupciones del LPC1768, puertos, interrupciones externas, SysTick	
Bloque I: Periféricos comunes de los sistemas empuotrados I (14h) 1. Temporizadores: PWM, captura y generación de señales 2. Conversión A/D, D/A 3. Acceso directo a memoria (DMA) 4. Puertos de comunicación serie: UART 5. Puertos de comunicación serie: SPI, I2C 6. Dispositivos de representación (LCD, TFT)	Bloque III: Diseño software de Sistemas Empotrados (7h) 1. Generalidades de Diseño de SSEE 2. Máquinas de estado finitas y StateCharts 3. Planificación de tareas para SSEE. 4. Sistemas operativos en tiempo real para SSEE.
Bloque II: Memorias de Semiconductor (4h) 1. Memorias Dual Port y FIFO 2. Memorias serie y SDRAM.	Bloque IV: Periféricos comunes de los sistemas empuotrados II (3h) 1. Comunicación Ethernet y servicios TCP/IP
	Bloque V: Tendencias en el diseño de SSEE (3 h) 1. Procesadores Digitales de Señal 2. System On Chip

4. Metodología

La metodología que se va a utilizar en el desarrollo de la asignatura será una metodología de aprendizaje basado en proyectos donde las competencias teóricas y prácticas de la asignatura se desarrollan fundamentalmente con la elaboración de un proyecto de complejidad media. En las clases de grupo grande se desarrollarán los conceptos teórico – prácticos necesarios para enfrentarse al desarrollo del proyecto en el que se profundizará más en las clases de grupo pequeño.

En alumnos de cuarto curso de grado se presupone madurez suficiente para organizarse y planificarse el trabajo a la hora de enfrentarse a un proyecto con autonomía, sin necesidad de una planificación detallada de su trabajo. A lo largo del cuatrimestre se plantearán diferentes hitos a alcanzar que servirán de elementos de evaluación de la evolución de los alumnos.

El objetivo principal de la asignatura es que los alumnos sean capaces de enfrentarse al diseño de cualquier sistema empuotrado basado en microprocesador por lo que los conocimientos, procedimientos y habilidades desarrolladas en el diseño del proyecto deben ser aplicables a otros contextos.

Para el aprovechamiento de algunas clases de teoría, se solicitará a los alumnos realizar alguna actividad previa sobre la que se trabajará en la clase. En estos casos será imprescindible la realización de estas actividades para el aprovechamiento de las clases.

5. Conocimientos previos necesarios

La asignatura de Sistemas Electrónicos Digitales Avanzados se entiende como una continuidad de la asignatura de Sistemas Electrónicos Digitales utilizándose el mismo procesador (LPC1768 de NXP), el mismo entorno de desarrollo (Keil) y los conceptos allí estudiados. Por este motivo se entiende que se han debido adquirir todas las competencias de esta asignatura **y se recomienda repasar sus contenidos.**

Casi toda la documentación de la asignatura está en inglés por lo que es necesario tener capacidad para leer comprensivamente textos en inglés técnico.

La programación del microcontrolador se realiza en **Lenguaje C** estudiado en las asignaturas de Sistemas Informáticos y Programación y utilizada en otras asignaturas como Sistemas Electrónicos Digitales. Es imprescindible tener adquiridas las competencias de estas asignaturas y ser capaces de realizar programas que cumplan unas especificaciones.

5. Descripción del Proyecto

Antes del inicio del laboratorio se publicará un documento con las especificaciones del proyecto, su seguimiento y evaluación.

6. Material básico¹²

Las prácticas de la asignatura están basadas en el microcontrolador LPC1768 de NXP utilizando el entorno Keil uVision 4 (v4.72) como herramienta de compilación, simulación y depuración.

En el laboratorio se dispondrá del entorno de desarrollo Mini-DK2³ basado en el microcontrolador LPC1768 de NXP que incluye, además del procesador, un TFT táctil de 2,8", un controlador de Ethernet, un adaptador USB - Serie y otros elementos de comunicación. Para la carga y depuración del software en la tarjeta también se dispone del adaptador J-Link EDU de la empresa Segger⁴.

El objetivo de la práctica es que cada grupo se construya su propio sistema. Para ello se recomienda utilizar la tarjeta Mini-DK2 con TFT táctil. Se puede comprar de forma conjunta (Tarjeta + TFT)⁵ o separada (Tarjeta⁶ y TFT⁷).

Como herramienta de carga y depuración del programa se recomienda adquirir un adaptador JTAG⁸.

Las conexiones entre las tarjetas se pueden realizar fácilmente con Jumper Wires comprados⁹¹⁰ o hechos de forma "casera"¹¹.

7. Organización de los grupos de trabajo

El proyecto debe realizarse en grupos de dos personas. La división interna del trabajo es responsabilidad de cada grupo y debe estar claramente especificada.

La carga de trabajo del laboratorio está pensada para dos personas. Es importante que las dos personas trabajen en equipo para realizar el proyecto evitando que uno absorba casi todo el trabajo sobrecargándose de trabajo.

8. Criterios de Evaluación

En la Guía Docente de la asignatura se especifican varios criterios de evaluación con un peso determinado. En cada una de las pruebas que se realicen durante el curso, se presentarán evidencias de la adquisición de las competencias relacionadas.

Al final del curso, en base a las diferentes evidencias, se pondrá una calificación a cada uno de los criterios siendo necesario la obtención de un mínimo en cada uno de los criterios para aprobar. Los criterios y los mínimos pueden verse en el anexo a este documento de Criterios de Evaluación.

10. Seguimiento de la evaluación continua

Durante el curso habrá varias pruebas que servirán para recoger evidencias de cumplimiento de los diferentes criterios de evaluación. Los instrumentos que se utilizarán para recoger estas evidencias serán al menos los siguientes:

¹ El material que aquí se indica se puede adquirir en varios distribuidores. Los enlaces que aparecen sirven como ejemplo y corresponden con aquellos donde se ha comprado el material no existiendo con ellos compromiso, acuerdo o descuento de ningún tipo.

² Es muy importante tener en cuenta los costes de envío y los tiempos de entrega de los pedidos que puede oscilar de 2 o 3 días a más de un mes.

³ <http://www.hotmcu.com/lpc1768minidk2-development-board-28-tft-lcd-p-12.html>

⁴ <http://www.segger.com/cms/j-link-edu.html>

⁵ <http://www.hotmcu.com/lpc1768minidk2-development-board-28-tft-lcd-p-12.html>

⁶ <http://www.hotmcu.com/lpc1768minidk2-development-board-p-55.html>

⁷ <http://www.hotmcu.com/28-touch-screen-tft-lcd-with-all-interface-p-63.html>

⁸ Por ejemplo <http://www.hotmcu.com/usbminijtagex-itagswd-debuggeremula%E2%80%8Btor-p-46.html>

⁹ <https://es.aliexpress.com/store/403088/search?origin=v&SearchText=jumper+wire>

¹⁰ http://www.adafruit.com/category/82_125

¹¹ <http://www.instructables.com/id/Make-your-own-male-jumper-wires/>

- Tres pruebas escritas con cuestiones teóricas, conceptuales y con problemas teórico-prácticos. La última prueba coincidirá con la fecha de la prueba de evaluación final en el caso de la Evaluación Final e incluirá los contenidos de las dos pruebas anteriores. La realización de estas pruebas es obligatoria.
 - *Primera Prueba de Evaluación Intermedia (PEI-1): lunes 4 de noviembre de 19:00 a 21:00*
 - Se trata de una prueba escrita donde se evaluará el nivel de competencia en los bloques de contenidos vistos hasta el momento, incluyendo preguntas de teoría, ejercicios o problemas, y preguntas sobre el proyecto desarrollado hasta la fecha.
 - *Segunda Prueba de Evaluación Intermedia (PEI-2): lunes 16 de diciembre de 19:00 a 21:00*
 - Se trata de una prueba escrita donde se evaluará el nivel de competencia de los bloques de contenido restantes incluyendo preguntas de teoría, ejercicios y preguntas sobre el proyecto desarrollado hasta la fecha. También podrían incluirse preguntas relacionadas con los bloques de contenidos evaluados en la primera prueba ya que los contenidos no son independientes.
 - *Prueba de Evaluación Final (PEF): 20 de enero.*
 - Se trata de una prueba escrita donde se evaluará el nivel de competencia de forma global, incluyendo preguntas de teoría, ejercicios y preguntas sobre cómo se ha implementado el proyecto desde el punto de vista hardware y software.
- Entregas voluntarias de trabajos propuestos en clase.
 - Durante el curso se propondrán ejercicios para realizar fuera de clase. La entrega de estos ejercicios será **voluntaria** y no tendrán una valoración preestablecida, sino que serán evidencias del trabajo del alumno en relación con las diferentes competencias.
- Seguimiento del trabajo realizado en el laboratorio.
 - En la metodología de aprendizaje basado en proyectos es muy importante el seguimiento del proyecto y la definición de los hitos que se deben seguir a lo largo del curso. Por este motivo se realizará un seguimiento del proyecto por los profesores durante el curso.
- Resultados del funcionamiento y conocimiento del proyecto propuesto de la asignatura.
 - *Presentación y defensa del Proyecto: semana del 16 al 20 de diciembre o el día del examen final (20 de enero).*
 - *Se trata de una prueba oral a realizar en el laboratorio donde se llevarán a cabo una serie de preguntas sobre el diseño, funcionamiento del proyecto, implementación software, etc., y con carácter individual a cada miembro del grupo. Para esta prueba los profesores han de disponer en el momento del examen de la memoria impresa del trabajo realizado y de un vídeo demostrativo del funcionamiento del sistema.*
 - Se evaluará el funcionamiento del proyecto, el conocimiento del mismo y la documentación técnica realizada. Los miembros de un mismo grupo no tendrán por qué tener la misma calificación.
 - Para superar la asignatura, además de obtener una calificación conjunta entre todas las competencias evaluadas igual o superior al 50% del total, será imprescindible haber concluido el proyecto con la funcionalidad requerida.

11. Autoría de los trabajos

Como se indica en la Guía Docente, es importante tener en cuenta que la copia total o parcial del trabajo realizado por personas ajenas al grupo asumiendo su autoría (sin estar referenciado adecuadamente) será entendida como plagio y falta grave, siendo en su caso comunicada a la Dirección de la Escuela como indica la Normativa reguladora de los procesos de evaluación de los aprendizajes de la Universidad de Alcalá para que actúe en consecuencia. Si los profesores lo estiman conveniente se podrán pasar programas automáticos de detección de plagio.

12. Planificación temporal de contenidos teóricos (orientativa)

Planificación SEDA-GIEC Curso 19/20

Semana	Fecha	Día	Prof1	Prof2	Contenidos
1	9-sept	L	0,5	0,5	Presentación de la asignatura.
1	9-sept	L		1	Repaso del Hardware de la tarjeta MiniDK2
1	11-sept	X	2		Repaso de los principales recursos del LPC1768
1	11-sept	X	2		Repaso de los principales recursos del LPC1768
2	16-sept	L			
2	18-sept	X		2	Repaso de programación en C en sistemas empotrados
2	18-sept	X	2		Repaso de los principales recursos del LPC1768
3	23-sept	L		1	Introducción SSEE. Máquinas de estados finitas
3	23-sept	L		1	Máquinas de estado finitas. State Chart
3	25-sept	X	2		Temporizadores: PWM, captura y generación de señales
4	30-sept	L	2		Conversión A/D, D/A y Acceso Directo a Memoria
4	2-oct	X	2		Temporizadores: PWM, captura y generación de señales
5	7-oct	L		2	StateChart
6	14-oct	L			
6	16-oct	X	2		Conversión A/D, D/A y Acceso Directo a Memoria
7	21-oct	L		2	Comunicación Ethernet y servicios TCP/IP
7	23-oct	X		1	Comunicación Ethernet y servicios TCP/IP
7	23-oct	X		1	Planificación de tareas para SSEE
8	28-oct	L			
8	30-oct	X	2		Puertos de comunicación serie: UART
10	11-nov	L			PEI-1
9	6-nov	X	2		Puertos de comunicación serie: I2C
10	11-nov	L			
10	13-nov	X	2		Puertos de comunicación serie: SPI. GLCD
11	18-nov	L		2	Planificación de tareas para SSEE
11	20-nov	X	2		Memorias serie. Memorias SDRAM.
12	25-nov	L			
12	27-nov	X	2		Memorias Dual Port y FIFO
13	2-dic	L		1	Sistemas operativos para SSEE
13	4-dic	X		2	Procesadores Digitales de Señal y System On Chip
14	11-dic	X			
15	16-dic	L			PEI-2
15	18-dic	X			

Planificación SEDA-GITT Curso 19/20

Semana	Fecha	Día	Prof1	Prof2	Contenidos
1	10-sept	M	0,5	0,5	Presentación de la asignatura.
1	10-sept	M	2		Repaso de los principales recursos del LPC1768
1	12-sept	J	2		Repaso de los principales recursos del LPC1768
		J		1	Repaso del Hardware de la tarjeta MiniDK2
1	12-sept	J		1	Repaso de programación en C en sistemas empotrados
2	17-sept	M		1	Repaso de programación en C en sistemas empotrados
2	19-sept	J	2		Repaso de los principales recursos del LPC1768
3	24-sept	M			
3	26-sept	J	2		Temporizadores: PWM, captura y generación de señales
4	1-oct	M		1	Introducción SSEE. Máquinas de estados finitas
4	1-oct	M		1	Máquinas de estado finitas. State Chart
4	3-oct	J	2		Temporizadores: PWM, captura y generación de señales
5	8-oct	M			
5	10-oct	J	2		Conversión A/D, D/A y Acceso Directo a Memoria
6	15-oct	M		2	StateChart
6	17-oct	J	2		Conversión A/D, D/A y Acceso Directo a Memoria
7	22-oct	M			
7	24-oct	J		2	Comunicación Ethernet y servicios TCP/IP
8	29-oct	M		1	Comunicación Ethernet y servicios TCP/IP
8	31-oct	J	2		Puertos de comunicación serie: UART
9	4-nov	L			PEI-1
9	7-nov	J	2		Puertos de comunicación serie: I2C
10	12-nov	M		2	Planificación de tareas para SSEE
10	14-nov	J	2		Puertos de comunicación serie: SPI. GLCD
11	19-nov	M			
11	21-nov	J	2		Memorias serie. Memorias SDRAM.
12	26-nov	M		1	Planificación de tareas para SSEE
12	26-nov	M		1	Sistemas operativos para SSEE
12	28-nov	J	2		Memorias Dual Port y FIFO
13	3-dic	M			
13	5-dic	J		2	Procesadores Digitales de Señal y System On Chip
14	10-dic	M			
14	12-dic	J			
15	16-dic	L			PEI-2
15	17-dic	M			
15	19-dic	X			

Anexo: Ponderación y mínimos de los criterios de evaluación

Criterio	Descripción	Ponderación	
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)	2%	30%
	Mínimos: Describir las principales características de los DSPs		
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.	3%	
	Mínimos: Ser capaz de explicar el concepto y las aplicaciones de las memorias Dual-Port, y FIFO		
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.	17%	
	Mínimos: Saber configurar los temporizadores para generar y medir señales periódicas y aperiódicas.		
	Mínimos: Saber explicar el funcionamiento de un programa dado que utilice ADCs y DACs.		
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.	8%	
	Mínimos: Ser capaz de configurar la UART en una comunicación serie y entender el proceso de TX y RX asíncrono.		
	Mínimos: Saber enumerar las diferencias entre una comunicación serie síncrona y asíncrona y las diferencias entre I2C y SPI. Mínimos: Ser capaz de analizar un programa que genere una página HTML dinámicamente.		
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.	4,5%	10%
	Mínimos: Conocer la sintaxis de StateCharts y máquinas de estados y ser capaz de explicar el funcionamiento de un sistema modelado por un StateChart.		
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.	4,5%	
	Mínimos: Ser capaz de explicar los parámetros de las diferentes tareas que se utilizan para analizar la ejecutabilidad de un sistema.		
CE7	Describir las características de un sistema operativo de tiempo real y utilizar los recursos que éste proporciona para diseñar aplicaciones para sistemas empotrados.	1%	
	Mínimos: Saber explicar las características de un sistema operativo de tiempo real.		
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.	10%	
	Mínimos: Ser capaz de defender la autoría de los trabajos presentados mediante la explicación del funcionamiento y del proceso que se siguió en el diseño e implementación.		
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.	10%	60%
	Mínimos: Entregar la documentación siguiendo las directrices propuestas.		
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.	40%	
	Mínimos: El proyecto cumpla con la funcionalidad indicada en la especificación.		