



Asignatura: Sistemas Electrónicos Digitales
Código: 18485
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

GUÍA DOCENTE DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

La presente guía docente corresponde a la asignatura Sistemas Electrónicos Digitales (SED), aprobada para el curso lectivo 2017-2018 en Junta de Centro y publicada en su versión definitiva en la página web de la Escuela Politécnica Superior. Esta guía docente de SED aprobada y publicada antes del periodo de matrícula tiene el carácter de contrato con el estudiante.



Asignatura: Sistemas Electrónicos Digitales
Código: 18485
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

1. ASIGNATURA

Sistemas Electrónicos Digitales

1.1. Código

18485 del Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación

1.2. Materia

Tecnología de Computadores

1.3. Tipo

Obligatoria

1.4. Nivel

Grado

1.5. Curso

3º

1.6. Semestre

2º

1.7. Número de créditos

6 créditos ECTS

1.8. Requisitos previos

Es muy recomendable haber cursado la asignatura Fundamentos de Microprocesadores del segundo curso y primer semestre.

Esta asignatura es obligatoria para los estudiantes que hayan elegido el itinerario de Diseño e Implementación de Sistemas Electrónicos de Comunicaciones (DISEC) y optativa para los del itinerario de Procesamiento y Comunicaciones de Audio y Vídeo (PCAV).



1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales

Se plantean dos itinerarios: uno con asistencia obligatoria a clase y otro sin ella. Los estudiantes deberán optar por uno u otro al principio del curso y cumplir con los distintos requisitos de evaluación que conlleva cada uno de los modelos publicados en la presente guía docente (ver apartado 4).

ITINERARIO CON ASISTENCIA OBLIGATORIA A CLASE

La asistencia es obligatoria al menos en un 85%.

ITINERARIO SIN ASISTENCIA OBLIGATORIA A CLASE

La asistencia es muy recomendable aunque no obligatoria.

MUY IMPORTANTE

Por defecto, se supone que todos los estudiantes optan por un itinerario **CON ASISTENCIA OBLIGATORIA** a clase.

Antes de la realización del examen final de Mayo, todo estudiante que desee optar por un itinerario **SIN ASISTENCIA OBLIGATORIA** a clase debe comunicar su intención por escrito (e-mail) a su profesor de teoría. La evaluación para estos estudiantes no será de forma continua, tal y como se refleja en el epígrafe correspondiente de esta guía.

Cualquier estudiante que, antes de la realización del examen final de Mayo, no haya comunicado a su profesor su itinerario elegido, será considerado a todos los efectos como un estudiante obligado a asistir a las clases y será sometido a evaluación continua, tal y como se refleja en el epígrafe correspondiente de esta guía.

Los estudiantes que decidan dejar la evaluación continua serán evaluados como estudiantes sin asistencia obligatoria a clase, es decir, fuera de la evaluación continua. Cualquier estudiante podrá pasar del método de evaluación continua al de evaluación no continua sin penalización. La evaluación final a la que se presentará podrá ser diferente.



Asignatura: Sistemas Electrónicos Digitales
Código: 18485
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

1.10. Datos del equipo docente

Profesores de teoría:

José Colás Pasamontes (Coordinador)
Departamento de Tecnología Electrónica y de las Comunicaciones
Centro: Escuela Politécnica Superior
Despacho: Edificio C. Nº: 240
Teléfono: +34 91 497 2257
Correo electrónico: jose.colas@uam.es
Horario de atención al alumnado: Petición de cita previa por correo electrónico.

Profesores de prácticas:

Lluís Gifre Renom (coordinador)
Departamento de Tecnología Electrónica y de las Comunicaciones
Centro: Escuela Politécnica Superior
Despacho: Edificio C. Nº: 331
Teléfono: +34 91 497 4294
Correo electrónico: lluis.gifre@uam.es
Horario de atención al alumnado: Petición de cita previa por correo electrónico.



1.11. Objetivos del curso

En este curso se aprende el modelo de programación de bajo nivel de los sistemas digitales basados en microprocesador así como la programación de estos recursos utilizando el lenguaje C, sobre un kernel de tiempo real. En concreto, se estudian y analizan los conceptos básicos relacionados con los recursos de programación de bajo nivel (ensamblador) y programación en C sobre un kernel de tiempo-real, haciendo uso de APIs. Se analizan las distintas estrategias de programación de los recursos del subsistema de entrada y salida, haciendo énfasis en la programación de los controladores de dispositivo más importantes. Todo ello se complementa con el estudio y análisis de los buses e interfaces de entrada y salida. Todo el contenido teórico a nivel general se particularizará en el ejemplo práctico del microcontrolador LPC1768 con una CPU CORTEX-M3 (32-bits) de la familia ARM7.

El curso conlleva una parte práctica donde el estudiante se familiariza con las herramientas de desarrollo y depuración de programas escritos en lenguajes de bajo nivel (lenguaje ensamblador) y medio nivel (C), y asentará los conocimientos teóricos mediante el diseño e implementación de pequeños programas en lenguaje ensamblador y en lenguaje C sobre un kernel de tiempo real y el uso de APIs.

Las **competencias** que se pretenden adquirir con esta asignatura son:

Básicas:

B5: Conocimiento de la estructura, organización, funcionamiento e interconexión de los sistemas informáticos, los fundamentos de su programación, y su aplicación para la resolución de problemas propios de la Ingeniería.

Comunes:

C9: Capacidad de conocer, comprender y evaluar la estructura y arquitectura de los computadores, así como los componentes básicos que los conforman.

Específicas:

SE4: Capacidad para aplicar la electrónica como tecnología de soporte en otros campos y actividades y no solo en el ámbito de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

Los objetivos que se pretenden alcanzar con esta asignatura son:

OBJETIVOS GENERALES	
G1	Diseñar y escribir programas en lenguaje ensamblador del microcontrolador LPC1768 RISC de 32 bits con núcleo CORTEX-M3 ARM7 así como en lenguaje C sobre un kernel de tiempo real.
G2	Diseñar y escribir programas utilizando las interrupciones del microcontrolador.
G3	Diseñar y escribir programas utilizando lenguaje ensamblador (Metodología) y en lenguaje C haciendo uso de APIs.
G4	Programar los recursos hardware básicos de E/S del microcontrolador.



Asignatura: Sistemas Electrónicos Digitales
Código: 18485
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

G5	Conectar periféricos básicos (teclado hexadecimal, display, pulsadores, leds, sensores, etc.) a los recursos hardware básicos de E/S del microcontrolador.
G6	Utilizar un entorno de desarrollo y depuración de bajo nivel.
OBJETIVOS ESPECIFICOS POR TEMA	
TEMA 1.- Sistemas digitales basados en microprocesador.	
1.1.	Describir los componentes básicos de un sistema digital basado en microprocesador.
1.2.	Describir los componentes básicos de un microprocesador.
1.3.	Describir el funcionamiento básico de un sistema digital basado en microprocesador. Microcontrolador vs. Microprocesador. CISC vs. RISC.
TEMA 2.- Sistema de Desarrollo del Microcontrolador LPC1768.	
2.1.	Describir los componentes de un sistema de desarrollo integrado basado en un PC para la programación de bajo nivel del microcontrolador (ensamblador, linkador, depurador, tarjeta de desarrollo con el microcontrolador).
2.2.	Utilizar el entorno de desarrollo y depuración para programas escritos utilizando lenguaje ensamblador (bajo nivel) en modo simulación y con el hardware real (tarjeta de desarrollo) conectado.
TEMA 3.- Modelo de programación del microcontrolador.	
3.1.	Describir los componentes básicos del microcontrolador RISC basado en un microprocesador CORTEX-M3 de 32 bits.
3.2.	Describir la organización lógica de la memoria y el tamaño de los datos en el microprocesador CORTEX-M3.
3.3.	Describir los modos de direccionamiento del CORTEX-M3.
3.4.	Describir el conjunto de instrucciones del CORTEX-M3.
3.5.	Describir el funcionamiento de la pila en el CORTEX-M3.
3.6.	Describir los modos de operación del CORTEX-M3 (Usuario vs. Supervisor)
3.7.	Describir las directivas del ensamblador utilizado para escribir programas para el CORTEX-M3.
3.8.	Describir el Mapa de Memoria del microcontrolador basado en el LPC1768.
3.9.	Describir las interrupciones (Internas, Externas, Vectores, Prioridades) del LPC1768.
TEMA 4.- Programación del Microcontrolador.	
4.1.	Diseñar y escribir programas en el lenguaje ensamblador del CORTEX-M3, haciendo uso del conjunto de instrucciones, directivas, modos de direccionamiento e interrupciones.
4.2.	Diseñar y escribir programas en lenguaje C para el CORTEX-M3, sobre un kernel en tiempo real, haciendo uso de APIs.
TEMA 5.- Recursos del Microcontrolador.	
5.1.	Describir los recursos internos del microcontrolador (memoria interna, puertos de E/S programables, temporizadores/contadores, RTC, puertos serie asíncronos (UART) y síncronos (I2C, SPI), conversores A/D y D/A, PWM, etc.
5.2.	Diseñar y escribir programas que utilicen los recursos internos del microcontrolador utilizando las técnicas de E/S básicas: sondeo e interrupciones.



TEMA 6.- Conexión de periféricos básicos al microcontrolador.	
6.1.	Describir los periféricos básicos que suelen conectarse a los recursos de E/S de un sistema digital basado en microprocesador (teclado hexadecimal, display, led, pulsadores, sensores, etc.) y la forma de conectarlos.
6.2.	Diseñar y construir sistemas conectando algunos de estos periféricos al microcontrolador.

1.12. Contenidos del programa

Programa Sintético

- UNIDAD 1. Sistemas digitales basados en microprocesador.
- UNIDAD 2. Sistema de desarrollo del microcontrolador.
- UNIDAD 3. Modelo de programación del microcontrolador.
- UNIDAD 4. Programación del microcontrolador en ensamblador y en C.
- UNIDAD 5. Recursos del microcontrolador.
- UNIDAD 6. Conexión de periféricos básicos al microcontrolador.

Programa Detallado

- 1. Sistemas digitales basados en microprocesador.**
 - 1.1. Arquitectura básica de un sistema digital basado en microprocesador.
 - 1.2. Arquitectura básica de un microprocesador.
 - 1.3. Funcionamiento de un sistema basado en microprocesador.
- 2. Sistema de Desarrollo del Microcontrolador**
 - 2.1. Entorno de desarrollo integrado (IDE) basado en PC que incluye editor ASCII, ensamblador, linkador, depurador y las comunicaciones con el Monitor incluido en la tarjeta de desarrollo del microcontrolador.
- 3. Modelo de Programación del Microcontrolador LPC1768 basado en un CORTEX-M3 (32-bit RISC)**
 - 3.1. Modos de direccionamiento (CORTEX-M3)
 - 3.2. Instrucciones (CORTEX-M3)
 - 3.3. Organización lógica de memoria y Tamaño de Datos (CORTEX-M3)
 - 3.4. Directivas del ensamblador
 - 3.5. Mapa de Memoria del Microcontrolador
 - 3.6. Interrupciones (Internas, Externas, Vectores, Prioridades)
 - 3.7. Pila
 - 3.8. Modos de Operación: Usuario, Excepción (Supervisor) (CORTEX-M3)
- 4. Programación del Microcontrolador**



- 4.1. Metodología de programación a bajo nivel (lenguaje ensamblador)
- 4.2. Metodología de programación utilizando el lenguaje C para el CORTEX-M3, sobre un kernel en tiempo real y haciendo uso de APIs.

5. Recursos del Microcontrolador

- 5.1. Memoria Interna (SRAM, FLASH)
- 5.2. Puertos de E/S Programables (GPIO)
- 5.3. Temporizadores/Contadores.
- 5.4. Reloj en Tiempo Real (RTC)
- 5.5. Puertos Serie Asíncronos (UART) (RS-232C)
- 5.6. PWM (Control por Modulación de Ancho del Pulso)
- 5.7. Puerto Serie Síncrono (I2C, Maestro/Esclavo)
- 5.8. Conversores A/D y D/A
- 5.9. Subsistemas de Control y Seguridad:
 - 5.9.1. Controlador para la Gestión del Consumo Avanzado (APMC)

6. Conexión de periféricos al microcontrolador

- 6.1. Pulsadores y Teclado Hexadecimal, Led y Display LCD, Relés, Sensores

1.13. Referencias de consulta

- 1. The Definitive Guide to ARM® Cortex®-M3 and Cortex®-M4 Processors, 3rd Edition, Joseph Yiu, Ed. Newnes, October 6, 2013, Print ISBN-13: 978-0-12-408082-9, Web ISBN-13: 978-0-12-407918-2
- 2. CORTEX-M3 Architecture Reference Manual (disponible en Moodle)
- 3. The CORTEX-M3 Programmer's Guide (disponible en Moodle) Reference Manual del Microcontrolador LPC1768 (disponible en Moodle)
- 4. Apuntes de clase disponibles en Moodle.
- 5. Reference Manual del Sistema de Desarrollo (IDE) (disponible en Moodle)

Bibliografía principal y secundarias asociadas al temario propuesto:

UNIDAD 1. Sistemas digitales basados en microprocesador.

Principal: Ref[1] completo

Secundaria: Ref[4] completo.

UNIDAD 2. Sistema de desarrollo del microcontrolador.



Asignatura: Sistemas Electrónicos Digitales
Código: 18485
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

Principal: Ref[1] completo

UNIDAD 3. Modelo de programación del microcontrolador.

Principal: Ref[1] completo, Ref[3] completo.

Secundarias: Ref[4] completo.

UNIDAD 4. Programación del microcontrolador (ensamblador y C). Kernel en Tiempo-Real. Uso de APIs

Principal: Ref[1] completo, Ref[3] completo.

Secundarias: Ref[2] completo, Ref[4] completo.

UNIDAD 5. Recursos del microcontrolador.

Principal: Ref[1] completo.

Secundarias: Ref[3] completo, Ref[4] completo.

UNIDAD 6. Conexión de periféricos básicos al microcontrolador.

Principal: Ref[1] completo, Ref[4] completo.

2. MÉTODOS DOCENTES

La metodología utilizada en el desarrollo de la actividad docente incluye los siguientes tipos de actividades:

*Clases de teoría:

Actividad del profesor

Clases expositivas simultaneadas con la realización de ejercicios a modo de ejemplo. Se utilizan presentaciones en formato electrónico, complementadas con el uso de la pizarra.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Toma de apuntes. Participación activa en clase respondiendo a las cuestiones planteadas. Resolución de los ejercicios propuestos durante el desarrollo de las clases.

Actividad no presencial: Preparación de apuntes. Estudio de la materia y realización de los cuestionarios planteados en el Campus Virtual de la asignatura.

*Clases de problemas en aula:

Actividad del profesor

Primera parte expositiva, segunda parte de supervisión y asesoramiento en la resolución de los problemas por parte del estudiante y parte final de análisis del resultado y generalización a otros tipos de problemas. Se utiliza



Asignatura: Sistemas Electrónicos Digitales
Código: 18485
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Nivel: Grado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

básicamente la pizarra con proyecciones en formato electrónico para las figuras.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Participación activa en la resolución de los problemas y en el análisis de los resultados.

Actividad no presencial: Realización de otros problemas planteados a través del Campus Virtual y no resueltos en clase, así como estudio de los problemas planteados en clase.

***Tutorías en aula:**

Actividad del profesor:

Tutorización a toda la clase o en grupos de estudiantes reducidos (8-10) con el objetivo de resolver dudas comunes plantadas por los estudiantes a nivel individual o en grupo, surgidas a partir de cuestiones/ejercicios/problemas señalados en clase para tal fin y orientación respecto a la realización de los mismos.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Planteamiento de dudas individuales o en grupo y enfoque de posibles soluciones a las tareas planteadas.

Actividad no presencial: Estudio de las tareas marcadas y debate de las soluciones planteadas en el seno del grupo.

***Prácticas de laboratorio:**

Actividad del profesor:

Asignación de una práctica a cada grupo de trabajo y explicación de la práctica asignada a cada grupo de trabajo al comienzo de la sesión de prácticas. Supervisión del trabajo de los grupos de trabajo en el laboratorio. Entrega del enunciado de la práctica correspondiente en el laboratorio.

Se utiliza el método expositivo tanto en tutorías como en el laboratorio con cada grupo de trabajo. Los medios utilizados son el software del laboratorio y ordenadores del propio laboratorio para la ejecución y simulación de los programas realizados.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Planteamiento inicial, previo al desarrollo de la práctica, a partir de la información contenida en el enunciado. Debate en el seno del grupo sobre el planteamiento de la solución óptima. Al finalizar la práctica se entrega un breve informe con el programa desarrollado y, además, se debe ejecutar con el profesor presente, quien hará las preguntas oportunas a cada miembro del grupo para calificar la práctica de forma individual.

Actividad no presencial: Profundización en el enunciado de la práctica y planteamiento del diagrama de flujo óptimo para la resolución de la misma.



Redacción del informe de la práctica, incluyendo el diagrama final planteado.

2.1. Tiempo de trabajo del estudiante

		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	Clases teóricas	37 h (25%)	86 h (57%)
	Clases prácticas	26 h (17%)	
	Tutorías programadas a lo largo del semestre	3 h (2%)	
	Actividades en laboratorio sin tutor	12 h (8%)	
	Realización de 2 pruebas de conocimiento escritas (1 hora/prueba), 1 prueba final ordinaria (3 horas) y 1 prueba final extraordinaria (3 horas)	8 h (5%)	
No presencial	Estudio semanal regulado (3 horas x 14 semanas)	42 h (28%)	64 h (43%)
	Preparación de prueba final ordinaria (13 horas) y prueba final extraordinaria (9 horas)	22 h (15%)	
Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 6 ECTS		150 h	

2.2. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final

- Ambas partes, teoría y prácticas, se puntúan sobre 10 puntos.
- La nota final de la asignatura se obtiene de las notas de teoría y prácticas por medio de la ecuación:

$$\text{Calificación: } 0.4 * \text{Prácticas} + 0.6 * \text{Teoría}$$

- Para aprobar la asignatura es obligatorio obtener una nota mayor o igual a 5 puntos, tanto en la parte de teoría como en las prácticas de laboratorio. En caso contrario, la nota final en actas será

$$\text{Calificación: } (0,4 * \text{Mín}(5, \text{Prácticas}) + 0,6 * \text{Mín}(5, \text{Teoría}))$$

- Antes de la realización del examen final de Mayo, los estudiantes que no deseen seguir el itinerario con asistencia obligatoria deben comunicar su intención por escrito vía e-mail a su profesor de teoría correspondiente.

1. Para los estudiantes que opten por un itinerario con asistencia obligatoria a clase, sus calificaciones se obtendrán de la siguiente forma:

a. La nota correspondiente a la parte de Teoría es la que resulta de:

- ✓ La calificación de las dos pruebas de conocimiento intermedias (parciales): P1 (30%) + P2 (70%).

La calificación de las notas parciales podrá obtenerse por medio de pruebas escritas, entrega de actividades o problemas, o de un conjunto de estos métodos. Estas pruebas o actividades se centrarán preferentemente en los objetivos que deben ser alcanzados por los estudiantes en periodos parciales del curso.

Las pruebas escritas podrán incluir tanto cuestiones teóricas como resolución de problemas.

Para aprobar la parte teórica, el estudiante deberá entregar todos los ejercicios y trabajos propuestos en la asignatura y deberá asistir a todas las clases, pudiendo faltar a un máximo de 6 horas.

b. La nota correspondiente a la parte de Prácticas es la que resulta de realizar las prácticas programadas en el curso.

- ✓ Para aprobar la parte práctica, el estudiante deberá asistir a todas las clases prácticas. Siempre por motivos debidamente justificados, un **estudiante puede faltar a un máximo de 2 sesiones de prácticas (4 horas), debiendo presentar las memorias correspondientes.** En caso contrario, deberá realizar un examen de prácticas consistente en una práctica de mayor complejidad a las realizadas en el laboratorio.

La calificación de la parte práctica tendrá en cuenta la calidad de los diseños realizados y el nivel de los resultados obtenidos. También se valorará la validez de los resultados obtenidos en cada uno de los apartados que se hayan establecido para su realización en los guiones de las prácticas.

- En el itinerario con asistencia obligatoria, el número mínimo de pruebas a las que el estudiante se ha de presentar para recibir una calificación numérica es dos tercios del número máximo de pruebas. Por debajo de este mínimo, el estudiante recibirá la calificación "No evaluado". Siempre que se haya presentado a este número mínimo de pruebas, recibirá una calificación numérica.
- Las notas de teoría o de prácticas se conservan (convalidan) sólo para la convocatoria extraordinaria en el mismo curso académico.
- Los estudiantes que decidan dejar el itinerario con asistencia obligatoria y, lo hayan comunicado antes del examen final de Mayo por escrito (e-mail) a su profesor de teoría, serán evaluados como estudiantes sin asistencia obligatoria a clase, es decir, fuera de la evaluación continua. Cualquier estudiante podrá pasar del método de evaluación continua al de evaluación no continua sin penalización. La evaluación final a la que se presentará podrá ser diferente.

2. Para los estudiantes que opten por un itinerario sin asistencia obligatoria a clase, sus calificaciones se obtendrán de la siguiente forma:

a. La nota correspondiente a la parte de Teoría es la que resulta de:

- ✓ La calificación de la prueba final (100%).

La prueba final consistirá en una prueba escrita, cuyo contenido abarcará todos los objetivos que deben ser alcanzados por los estudiantes en el curso completo.



Esta prueba podrá incluir tanto cuestiones teóricas como resolución de problemas.

b. La nota correspondiente a la parte de Prácticas es la que resulta de:

- ✓ La calificación obtenida en un único examen de prácticas, que evaluará todos los conceptos desarrollados en las prácticas de laboratorio correspondientes a los estudiantes del itinerario de asistencia obligatoria.
- La nota de teoría y/o de prácticas se conserva (convalida) sólo para la convocatoria extraordinaria del mismo curso académico.

2.3. Cronograma

Semana	Contenido	Horas Presenciales	Horas No Presenciales
1ª	✓ Presentación de la asignatura. ✓ U1. Sistemas digitales basados en microprocesador. Temas: 1.1, 1.2, 1.3	3	3 ✓ Estudio del material propuesto sobre la U1.
2ª	✓ U2. Sistema de desarrollo del microcontrolador. Temas: 2.1 ✓ P1. Introducción a la programación. Herramientas de desarrollo (Parte I)	3+2	3 ✓ Estudio del material propuesto y resolución de problemas sobre los temas: 2.1
3ª	✓ U3. Modelo de programación del microcontrolador. Temas: 3.1, 3.2 (I) ✓ P1. Introducción a la programación. Herramientas de desarrollo (Parte II).	3+2	3 ✓ Estudio del material propuesto y resolución de problemas sobre los temas: 3.1 a 3.2 (I).
4ª	✓ U3. Modelo de programación del microcontrolador. Temas: 3.2 (II), 3.2 (III) ✓ P2. Programación avanzada del microcontrolador (Parte I).	3+2	3 ✓ Entrega P1. ✓ Estudio del material propuesto y resolución de problemas sobre los temas: 3.2 (II) a 3.2 (III).
5ª	✓ U3. Modelo de programación del microcontrolador. Tema: 3.3, 3.4 ✓ P2. Programación avanzada del microcontrolador (Parte II).	1+2	3 ✓ Estudio del material propuesto y resolución de problemas sobre los temas: 3.3 a 3.4.
5ª	➤ Tutoría (Temas: 1.1 a 3.4)	1	
5ª	➤ Prueba de Conocimiento 1 (Temas: 1.1 a 3.4)	1	



Asignatura: Sistemas Electrónicos Digitales

Código: 18485

Centro: Escuela Politécnica Superior

Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación

Nivel: Grado

Tipo: Obligatoria

Nº de créditos: 6 ECTS

Semana	Contenido	Horas Presenciales	Horas No Presenciales
6ª	✓ U3. Modelo de programación del microcontrolador. Temas: 3.5, 3.6 (I) ✓ P3. Programación de recursos I/O (Parte I).	3+2	3 ✓ Entrega P2. ✓ Estudio del material propuesto y resolución de problemas sobre los temas: 3.5 a 3.6 (I).
7ª	✓ U3. Modelo de programación del microcontrolador. Temas: 3.6 (II), 3.7, 3.8 ✓ P3. Programación de recursos I/O (Parte II).	3+2	3 ✓ Estudio del material propuesto y resolución de problemas sobre los temas: 3.6 (II) a 3.8.
8ª	✓ U4. Programación del microcontrolador. Temas: 4.1, 4.2 ✓ P3. Programación de recursos (Parte III).	3+2	3 ✓ Estudio del material propuesto y resolución de problemas sobre los temas: 4.1 a 4.2.
9ª	✓ U5. Recursos del microcontrolador (I). Temas: 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 ✓ P4. Presentación del Proyecto	1+2	3 ✓ Entrega P3 ✓ Estudio del material propuesto y resolución de problemas sobre los temas: 5.1 a 5.4.
9ª	➤ Tutoría (Temas: 3.5 a 5.4)	1	
9ª	➤ Prueba de Conocimiento 2 (Temas: 3.5 a 5.4)	1	
10ª	✓ U5. Recursos del microcontrolador (II). Temas: 5.5 ✓ P4. Proyecto (I).	3+2	3 ✓ Estudio del material propuesto y resolución de problemas sobre los temas: 5.5.
11ª	✓ U5. Recursos del microcontrolador (III). Temas: 5.6, 5.7 ✓ P4. Proyecto (II)	3+2	3 ✓ Estudio del material propuesto y resolución de problemas sobre los temas: 5.6 a 5.7.
12ª	✓ U5. Recursos del microcontrolador (IV). Temas: 5.8, 5.9, 5.10 ✓ P4. Proyecto (III)	3+2	3 ✓ Entrega P4. ✓ Estudio del material propuesto y resolución de problemas sobre los temas: 5.8 a 5.10.
13ª	✓ U6. Conexión de periféricos al microcontrolador. Temas: 6.1 ✓ P4. Examen del Proyecto	3+2	3 ✓ Estudio del material propuesto y resolución de problemas sobre los temas: 6.1.
14ª	➤ Tutoría (Temas: 5.5 a 6.1)	1	
	➤ Examen Final Ordinario	3	13 ✓ Preparación del Examen Final.



Asignatura: Sistemas Electrónicos Digitales

Código: 18485

Centro: Escuela Politécnica Superior

Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación

Nivel: Grado

Tipo: Obligatoria

Nº de créditos: 6 ECTS

Semana	Contenido	Horas Presenciales	Horas No Presenciales
	➤ Examen Final Extraordinario	3	9
			✓ Preparación del Examen Final Extraordinario.