



Universitat de Lleida

# GUÍA DOCENTE **INTEGRACIÓN DE SISTEMAS I**

Coordinación: TRESANCHEZ RIBES, MARCEL

Año académico 2022-23

## Información general de la asignatura

<b>Denominación</b>	INTEGRACIÓN DE SISTEMAS I			
<b>Código</b>	102130			
<b>Semestre de impartición</b>	1R Q(SEMESTRE) EVALUACIÓN CONTINUADA			
<b>Carácter</b>	Grado/Máster	Curso	Carácter	Modalidad
	Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática	4	OPTATIVA	Presencial
<b>Número de créditos de la asignatura (ECTS)</b>	6			
<b>Tipo de actividad, créditos y grupos</b>	<b>Tipo de actividad</b>	<b>PRAULA</b>	<b>TEORIA</b>	
	<b>Número de créditos</b>	3	3	
	<b>Número de grupos</b>	1	1	
<b>Coordinación</b>	TRESANCHEZ RIBES, MARCEL			
<b>Departamento/s</b>	INFORMATICA E INGENIERIA INDUSTRIAL			
<b>Distribución carga docente entre la clase presencial y el trabajo autónomo del estudiante</b>	Carga total: 150h - 60h de clase presencial (40%) - 90h de trabajo autónomo del estudiante (60%)			
<b>Información importante sobre tratamiento de datos</b>	Consulte <a href="#">este enlace</a> para obtener más información.			
<b>Idioma/es de impartición</b>	Comunicación oral: Según convenga (Catalán, Castellano o Ingles). Material y recursos: Inglés. Actividades a presentar: Inglés.			
<b>Distribución de créditos</b>	Parte teórica: 1 crédito Enseñanza con instrumentación: 2 créditos Pràcticas: 3 crèdits			

Profesor/a (es/as)	Dirección electrónica\profesor/a (es/as)	Créditos impartidos por el profesorado	Horario de tutoría/lugar
TRESANCHEZ RIBES, MARCEL	marcel.tresanchez@udl.cat	6	

## Información complementaria de la asignatura

Es **OBLIGATORIO** que los estudiantes traigan los siguientes equipos de protección individual (EPI) a las prácticas docentes.

- Bata de laboratorio azul UdL unisex
- Gafas de protección
- Guantes de protección mecánica

Pueden adquirirse a través de la tienda de la UdL:

C/ Jaume II, 67 bajos  
Centro de Culturas y Cooperación Transfronteriza

<http://www.publicacions.udl.cat/>

El uso otros equipos de protección (por ejemplo, tapones auditivos, mascarillas respiratorias, guantes de riesgo químico o eléctrico, etc.) dependerá del tipo de práctica a realizar. En este caso, el personal docente responsable informará sobre la necesidad de la utilización de EPI's específicos.

No traer los EPI's descritos o no cumplir las normas de seguridad generales que se detallan debajo comporta que el estudiante no pueda acceder a los laboratorios o tenga que salir de los mismos. La no realización de las prácticas docentes por este motivo comporta las **consecuencias en la evaluación** de la asignatura que se describen en esta guía docente.

### NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD EN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

- Mantener el lugar de realización de las prácticas limpio y ordenado. La mesa de trabajo tiene que quedar libre de mochilas, carpetas, abrigos...
- En el laboratorio no se puede ir con pantalones cortos ni faldas cortas.
- Llevar calzado cerrado y cubierto durante la realización de las prácticas.
- Llevar el pelo largo siempre recogido.
- Mantener las batas abrochadas para protegerse frente salpicaduras y derramamientos de sustancias químicas.
- No llevar pulseras, colgantes o mangas anchas que puedan ser atrapados por los equipos, montajes...
- Evitar llevar lentes de contacto, puesto que el efecto de los productos químicos es mucho más grande si se introducen entre la lente de contacto y la córnea. Se puede adquirir uno cubre-gafas de protección.
- No comer ni beber dentro del laboratorio.
- Está prohibido fumar dentro de los laboratorios.
- Lavarse las manos siempre que se tenga contacto con algún producto químico y antes de salir del laboratorio.
- Seguir las instrucciones del profesor y de los técnicos de laboratorio y consultar cualquier duda sobre seguridad.

Para mayor información se puede consultar el manual de acogida del Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UdL que se encuentra en: <http://www.sprl.udl.cat/alumnes/index.html>

## Objetivos académicos de la asignatura

- Aprender el funcionamiento interno de un microcontrolador de 32 bits.
- Ser capaz de programar cualquier periférico de un microcontrolador de 32 bits para poder realizar una tarea automatizada específica.
- Conocer la arquitectura ARM Cortex-M y su aplicación en microcontroladores de 32 bits.
- Saber controlar sensores, sensores electromecánicos y sistemas actuadores des de un microcontrolador de bajo coste.
- Aprender a utilizar los principales buses de comunicación entre circuitos integrados.
- Adquirir los conocimientos necesarios para diseñar y programar un sistema integrado inteligente.

## Competencias

### Competencias de la titulación

**UdL2.** Dominio de una lengua extranjera.

**UdL3.** Dominio de las TIC.

### Competencias transversales

**EPS4.** Poseer habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores o mejorar su formación con un cierto grado de autonomía.

**EPS9.** Capacidad de trabajo en equipo, tanto unidisciplinar como multidisciplinar.

### Competencias específicas

**GEEIA21.** Conocimiento de los fundamentos y aplicaciones de la electrónica digital y microprocesadores.

**GEEIA25.** Conocimiento y capacidad para el modelado y simulación de sistemas.

**GEEIA27.** Conocimientos de principios y aplicaciones de los sistemas robotizados.

## Contenidos fundamentales de la asignatura

### Tema 1. Introducción a los sistemas integrados

- 1.1 Tipos de sistemas integrados
- 1.2 Aplicaciones de los sistemas integrados
- 1.3 Soluciones de sistemas integrados robotizados

### Tema 2. Funcionamiento de un microcontrolador

- 2.1 Unidad de instrucción
- 2.2 Registros
- 2.3 Memoria
- 2.4 Buses y periféricos

## Tema 3. Arquitectura ARM Cortex-M

- 3.1 Modelo de licencia ARM
- 3.2 Familia ARM Cortex-M
- 3.3 Arquitecturas Von Neuman i Harvard
- 3.4 Interconexión de buses
- 3.5 Interrupciones
- 3.6 Soporte CMSIS y librería DSP

## Tema 4. Microcontroladores STM32F4

- 4.1 STM32F407VGT6
- 4.2 STM32F4Discovery
- 4.3 Archivos CMSIS y librerías
- 4.4 Registros y gestión de la memoria

## Tema 5. Entradas y salidas

- 5.1 Entradas y salidas digitales
- 5.2 Entradas y salidas analógicas (ADC i DAC)

## Tema 6. Depuración y monitorización

- 6.1 Depuración y monitorización con SWV i ITM
- 6.2 Depuración con USART

## Tema 7. Configuración del sistema

- 7.1 Reloj del sistema
- 7.2 Interrupciones (NVIC) e interface EXTI

## Tema 8. Sincronización y multitarea

- 8.1 Sincronización por polling e interrupción
- 8.2 Scheduling con interrupciones y DMA
- 8.3 Sistemas operativos de tiempo real (RTOS)

## Tema 9. Temporización

- 9.1 Timers del sistema (SysTick)
- 9.2 Timers de un microcontrolador ARM
- 9.3 Modulación PWM
- 9.4 Captura de entrada y comparación de salida

## Tema 10. Comunicación serie

- 10.1 Comunicación I<sup>2</sup>C
- 10.2 Comunicación SPI i I<sup>2</sup>S
- 10.3 Comunicación USART

## Ejes metodológicos de la asignatura

La asignatura se desarrollará mediante la realización de trabajos experimentales que se llevarán a cabo en el laboratorio de electrónica 2.05 (2a planta) de la Escuela Politécnica Superior.

El aprendizaje de integración de sistemas será llevado a cabo mediante las herramientas de desarrollo de STMicroelectronics, principalmente con la STM32F4-Discovery.

Los kits de desarrollo serán facilitados íntegramente por la escuela donde cada alumno podrá trabajar tanto individualmente como en grupos.

Los ejercicios prácticos serán basados en la programación de microcontroladores mediante lenguaje C. El entorno de desarrollo, compilador y depurador que se va a utilizar va a ser el STM32CubeIDE.

Las sesiones serán presenciales y se dividirán en tres etapas consecutivas que serán repetidas para cada uno de los contenidos de

la asignatura:

- **Sesiones de teoría** (aula docente/virtual): Conceptos teóricos preliminares.
- **Sesiones experimentales de aprendizaje** (laboratorio de electrónica): Adquirir conocimientos prácticos con el soporte del profesorado.
- **Sesiones de practicas** (laboratorio de electrónica): Realización de ejercicios y actividades por parte del alumno a nivel individual.

## Plan de desarrollo de la asignatura

Semana	Metodología	Contenido	Contenido asíncrono <sup>(2)</sup>	HTP <sup>(3)</sup>	HTNP <sup>(4)</sup>
1	Clases magistrales	Tema 1		2	2
1, 2	Clases magistrales	Tema 2		3	4
2	Clases magistrales	Tema 3		3	4
3, 4	Clases experimentales	Tema 4	Tema 7	5	5
4	Clases experimentales	Tema 5	Tema 8, 9	3	6
5	Prácticas laboratorio: Práctica 1	Tema 1-5	Tema 7, 8	2	8
6	Clases experimentales	Tema 6, 7	Tema 10	4	6
7	Clases experimentales	Tema 8	Tema 9	4	7
8	Prácticas laboratorio: Práctica 2	Tema 5-7	Tema 9, 10	4	8
9	Dudas prácticas <sup>(1)</sup>	Tema 5-7		2	2
10	Clases experimentales	Tema 8, 9		4	4
11	Prácticas laboratorio: Práctica 3	Tema 5-10		2	4
12	Clases experimentales	Tema 10		4	4
13-15	Prácticas laboratorio: Proyecto Final	Todo		12	18
16, 17	Dudas prácticas <sup>(1)</sup>	Todo		2	2
18	Tutorías	Todo		2	2
19	Prueba de recuperación: Evaluación	Todo		2	4
			TOTAL	60	90

<sup>(1)</sup> Semanas de exámenes. Como no hay pruebas escritas se dedican a clases de dudas de prácticas.

<sup>(2)</sup> Contenido que aún no se ha impartido pero se ha introducido parte de él para poder seguir el hilo.

<sup>(3)</sup> HTP = Horas de Trabajo Presencial

<sup>(4)</sup> HTNP = Horas de Trabajo No Presencial

## Sistema de evaluación

La evaluación de la asignatura se realizará de forma continuada y se basará en la valoración ponderada de los informes de las actividades realizadas a lo largo del curso.

Estas actividades deberán de realizarse individualmente menos la actividad final. Cada uno de los alumnos dispondrá del material de desarrollo electrónico necesario con el fin de poder trabajar tanto des de casa como en las horas de disponibilidad del laboratorio de electrónica.

El conjunto de actividades que se tendrán que presentar estará compuesto por tres actividades de seguimiento y una actividad final.

Las actividades de seguimiento se irán aumentando de dificultad y tendrán una puntuación sobre la nota final de 2, 2 y 2.5 puntos respectivamente. Finalmente se deberá realizar una actividad final con el objetivo de aplicar los conceptos impartidos durante el curso en una aplicación de sistema integrado real. Esta actividad final tendrá un peso del 35% de la nota final (3.5 puntos).

Las actividades a realizar serán las siguientes:

**P1. Control de acciones sincronizadas utilizando entradas, salidas e interrupciones.**

**P2. Programación de un sistema autómatas controlado por interprete de comandos.**

**P3. Captura, muestreo y grabación de datos de un sensor.**

**PF. Programación de un sistema inteligente de bajo coste basado en microcontroladores de 32 bits.**

La cualificación del curso (NC) será calculada de la siguiente manera:

$$NC = P1 \cdot 0.20 + P2 \cdot 0.20 + P3 \cdot 0.25 + PF \cdot 0.35$$

En caso de que la evaluación continuada sea inferior a 5.0 habrá la opción de realizar un examen opcional con un peso de 8 puntos. De esta manera la nota final (NF) se calculará:

$$NF = NR + ( NC \times 0,2 )$$

## Bibliografía y recursos de información

- Warwick A. Smith (2009) **C Programming for Embedded Microcontrollers**. Publitrionic-Elektor. ISBN: 978-0905705804.

- Noviello, C. (2016) **Mastering the STM32 Microcontroller**. Leanpub.

- Jonathan W Valvano (2015) **Embedded Systems: Introduction to Arm® Cortex(TM)-M Microcontrollers** , Fifth Edition. ISBN: 978-1477508992

- Joseph Yiu (2013) **The Definitive Guide to ARM® Cortex®-M3 and Cortex®-M4 Processors**. Elseiver. Cambridge, UK.

- Donald Reay (2015) **Digital Signal Processing and Applications Using the Arm Cortex M4**. Wiley. ISBN: 978-1118859049.

- ARM Cortex-M architecture: <http://www.arm.com/products/processors/cortex-m/>

- STM32 32-bit ARM Cortex MCUs: <http://www.st.com/web/en/catalog/mmc/FM141/SC1169>

- STM32F4Discovery – STMicroelectronics: <http://www.st.com/web/catalog/tools/FM116/SC959/SS1532/PF252419>