

# **Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología**

## **Grado en Ingeniería Informática**

**GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :**

**Sistemas Empotrados  
(2023 - 2024)**

## 1. Datos descriptivos de la asignatura

<b>Asignatura: Sistemas Empotrados</b>	<b>Código: 139264211</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Centro: <b>Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología</b></li><li>- Lugar de impartición: <b>Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología</b></li><li>- Titulación: <b>Grado en Ingeniería Informática</b></li><li>- Plan de Estudios: <b>2010 (Publicado en 2011-03-21)</b></li><li>- Rama de conocimiento: <b>Ingeniería y Arquitectura</b></li><li>- Itinerario / Intensificación:</li><li>- Departamento/s: <b>Ingeniería Informática y de Sistemas</b></li><li>- Área/s de conocimiento: <b>Arquitectura y Tecnología de Computadores</b> <b>Ingeniería de Sistemas y Automática</b></li><li>- Curso: <b>4</b></li><li>- Carácter: <b>Obligatoria</b></li><li>- Duración: <b>Primer cuatrimestre</b></li><li>- Créditos ECTS: <b>6,0</b></li><li>- Modalidad de impartición: <b>Presencial</b></li><li>- Horario: <b>Enlace al horario</b></li><li>- Dirección web de la asignatura: <b><a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a></b></li><li>- Idioma: <b>Español e Inglés</b></li></ul>	

## 2. Requisitos de matrícula y calificación

No existen requisitos para cursar la asignatura

## 3. Profesorado que imparte la asignatura

<b>Profesor/a Coordinador/a: ALBERTO FRANCISCO HAMILTON CASTRO</b>
- Grupo:
<b>General</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Nombre: <b>ALBERTO FRANCISCO</b></li><li>- Apellido: <b>HAMILTON CASTRO</b></li><li>- Departamento: <b>Ingeniería Informática y de Sistemas</b></li><li>- Área de conocimiento: <b>Ingeniería de Sistemas y Automática</b></li></ul>

#### Contacto

- Teléfono 1: **922 84 50 46**
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **albham@ull.es**
- Correo alternativo: **albham@ull.edu.es**
- Web: **<https://sites.google.com/a/ull.edu.es/alberto-hamilton/>**

#### Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	17:30	19:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo A - AN.4A ESIT	P3.013
Todo el cuatrimestre		Martes	11:00	13:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo A - AN.4A ESIT	P3.013
Todo el cuatrimestre		Miércoles	17:30	19:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo A - AN.4A ESIT	P3.013
Todo el cuatrimestre		Miércoles	11:00	12:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo A - AN.4A ESIT	P3.013

Observaciones: Para acudir a tutoría es necesario reservar alguno de los periodos disponibles a través del sistema de calendario como si indica en la página <https://goo.gl/7j9XP6> . Las tutorías por defecto serán presenciales en el despacho. Es posible realizarlas en línea haciendo uso de algunas de las herramientas institucionales disponibles, para lo cual se debe indicar en la cita del calendario o mediante correo electrónico una vez realizada la reserva. La información actualizada (incidencias de cambios o cancelación) se publicarán en <https://goo.gl/7j9XP6>

#### Tutorías segundo cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
-------	-------	-----	--------------	------------	--------------	----------

Todo el cuatrimestre		Martes	16:30	18:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo A - AN.4A ESIT	P3.013
Todo el cuatrimestre		Miércoles	11:00	12:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo A - AN.4A ESIT	P3.013
Todo el cuatrimestre		Jueves	16:30	18:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo A - AN.4A ESIT	P3.013
Todo el cuatrimestre		Lunes	11:00	13:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo A - AN.4A ESIT	P3.013

Observaciones: Para acudir a tutoría es necesario reservar alguno de los periodos disponibles a través del sistema de calendario como si indica en la página <https://goo.gl/7j9XP6> . Las tutorías por defecto serán presenciales en el despacho. Es posible realizarlas en línea haciendo uso de algunas de las herramientas institucionales disponibles, para lo cual se debe indicar en la cita del calendario o mediante correo electrónico una vez realizada la reserva. La información actualizada (incidencias de cambios o cancelación) se publicarán en <https://goo.gl/7j9XP6>

**Profesor/a: JONAY TOMAS TOLEDO CARRILLO**

- Grupo: **Todos los grupos**

#### **General**

- Nombre: **JONAY TOMAS**
- Apellido: **TOLEDO CARRILLO**
- Departamento: **Ingeniería Informática y de Sistemas**
- Área de conocimiento: **Ingeniería de Sistemas y Automática**

#### **Contacto**

- Teléfono 1: **922316170**
- Teléfono 2: **922318287**
- Correo electrónico: **jtoledo@ull.es**
- Correo alternativo:
- Web: **<http://www.campusvirtual.ull.es>**

Tutorías primer cuatrimestre:						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Miércoles	10:30	14:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo A - AN.4A ESIT	P3.028
Todo el cuatrimestre		Jueves	16:30	19:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo A - AN.4A ESIT	P3.028
Observaciones:						
Tutorías segundo cuatrimestre:						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	09:00	14:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	P3.028
Todo el cuatrimestre		Martes	16:00	17:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	P3.028
Observaciones:						

#### 4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Itinerario 2: Ingeniería de Computadores**  
 Perfil profesional: **Ingeniero Técnico en Informática**

#### 5. Competencias

Tecnología Específica / Itinerario: Ingeniería de Computadores

**C31** - Capacidad de diseñar y construir sistemas digitales, incluyendo computadores, sistemas basados en microprocesador y sistemas de comunicaciones.

**C32** - Capacidad de desarrollar procesadores específicos y sistemas empuotrados, así como desarrollar y optimizar el software de dichos sistemas.

**C34** - Capacidad de diseñar e implementar software de sistema y de comunicaciones.

**C35** - Capacidad de analizar, evaluar y seleccionar las plataformas hardware y software más adecuadas para el soporte de aplicaciones empuotradas y de tiempo real.

#### Competencias Generales

**CG4** - Capacidad para definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software para el desarrollo y la ejecución de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de este anexo.

**CG6** - Capacidad para concebir y desarrollar sistemas o arquitecturas informáticas centralizadas o distribuidas integrando hardware, software y redes de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de este anexo.

#### Transversales

**T1** - Capacidad de actuar autónomamente.

**T2** - Tener iniciativa y ser resolutivo.

**T3** - Tener iniciativa para aportar y/o evaluar soluciones alternativas o novedosas a los problemas, demostrando flexibilidad y profesionalidad a la hora de considerar distintos criterios de evaluación.

**T6** - Capacidad de comunicación efectiva en inglés.

**T7** - Capacidad de comunicación efectiva (en expresión y comprensión) oral y escrita, con especial énfasis en la redacción de documentación técnica.

**T9** - Capacidad para argumentar y justificar lógicamente las decisiones tomadas y las opiniones.

**T10** - Capacidad de integrarse rápidamente y trabajar eficientemente en equipos unidisciplinarios y de colaborar en un entorno multidisciplinar.

**T12** - Capacidad de relación interpersonal.

**T13** - Capacidad para encontrar, relacionar y estructurar información proveniente de diversas fuentes y de integrar ideas y conocimientos.

**T14** - Poseer las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores o mejorar su formación con un cierto grado de autonomía.

**T15** - Capacidad de tomar decisiones basadas en criterios objetivos (datos experimentales, científicos o de simulación disponibles).

**T16** - Capacidad de planificación y organización del trabajo personal.

**T19** - Capacidad de adaptación a los cambios organizativos o tecnológicos.

**T20** - Capacidad de trabajar en situaciones de falta de información y/o con restricciones temporales y/o de recursos.

**T21** - Capacidad para el razonamiento crítico, lógico y matemático.

**T22** - Capacidad para resolver problemas dentro de su área de estudio.

**T23** - Capacidad de abstracción: capacidad de crear y utilizar modelos que reflejen situaciones reales.

**T25** - Capacidad de análisis, síntesis y evaluación.

#### Módulo Arquitectura y Tecnología de Computadores

- E2** - Capacidad para resolver problemas de diseño hardware en sistemas empotrados.
- E4** - Comprender las especificidades del diseño de los sistemas empotrados a partir de sus limitaciones fundamentales.
- E5** - Comprender las particularidades de las principales arquitecturas de sistemas empotrados.
- E6** - Capacidad de desarrollar software para sistemas empotrados.

## 6. Contenidos de la asignatura

### Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

- Profesor: Jonay Toledo
- Temas:
  - Tema 1: Introducción
  - Tema 2 : Arquitectura de los Sistemas Empotrados.  
Arquitecturas empotradas comunes. Hardware auxiliar: alimentación y adaptación de señales. Microcontroladores.
  - Tema 3: Comunicaciones en los sistemas empotrados.  
Comunicación paralela. Comunicación serial síncrona. Comunicación serial asíncrona. Buses de campo.
  - Tema 4: El Software de los sistemas empotrados.  
Ensamblado cruzado. Compilación cruzada. Depuración de sistemas empotrados.

### Actividades a desarrollar en otro idioma

- Profesores: Todos
- Gran parte de la bibliografía y documentación manejada por los alumnos está escrita en inglés.
- En las memorias de los trabajos presentados por los alumnos, la introducción y las conclusiones deberán redactarse también en inglés.
- Esta actividad corresponde a 0,5 créditos.

## 7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

### Modelo de Enseñanza Centrada en el Alumnado

- Aplica el Modelo de Enseñanza Centrada en el Alumnado (MECA - ULL)
- Aprendizaje basado en Proyectos (ABP)

### Descripción

La metodología a seguir busca un **proceso de enseñanza-aprendizaje centrado en el alumnado** planteado como un proceso cooperativo. La asignatura estará basada en **aprendizaje activo y basado en proyectos**. Se comenzará con la exposición de los fundamentos básicos teóricos necesarios para llevar a cabo los proyectos asignados. En el resto de la asignatura el alumnado acudirá al laboratorio para realizar el desarrollo y prueba de los prototipos asignados.

Al final de la asignatura el alumnado tendrá que realizar un diseño de un sistema empotrado, redactar un informe describiéndolo y exponerlo delante de los profesores y compañeros.

**Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante**

Actividades formativas	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo	Total horas	Relación con competencias
Clases teóricas	20,00	0,00	20,0	[E6], [E5], [E4], [E2], [T23], [T14], [T7], [CG6], [CG4], [C35], [C34], [C32], [C31]
Clases prácticas (aula / sala de demostraciones / prácticas laboratorio)	30,00	0,00	30,0	[E6], [E5], [E4], [E2], [T25], [T23], [T22], [T21], [T20], [T15], [T14], [T13], [T12], [T10], [T9], [T3], [T1], [CG6], [CG4], [C35], [C34], [C32], [C31]
Realización de trabajos (individual/grupal)	0,00	45,00	45,0	[E6], [E5], [E4], [E2], [T25], [T23], [T22], [T21], [T20], [T19], [T16], [T15], [T14], [T13], [T12], [T10], [T9], [T7], [T6], [T3], [T2], [T1], [CG6], [CG4], [C35], [C34], [C32], [C31]
Estudio/preparación de clases teóricas	0,00	10,00	10,0	[E6], [E5], [E4], [E2], [T25], [T23], [T22], [T21], [T19], [T16], [T15], [T14], [T13], [T12], [T10], [T9], [T7], [T3], [T2], [T1], [CG6], [CG4], [C35], [C34], [C32], [C31]
Realización de exámenes	4,00	0,00	4,0	[E6], [E5], [E4], [E2], [T22], [T21], [T20], [T9], [T2], [T1], [CG6], [CG4], [C35], [C34], [C32], [C31]
Asistencia a tutorías	6,00	0,00	6,0	[E6], [E5], [E4], [E2], [T13], [T12], [T10], [T1], [CG6], [CG4], [C35], [C34], [C32], [C31]



Estudio autónomo individual o en grupo	0,00	35,00	35,0	[T20], [T19], [T16], [T14], [T13], [T10], [T7], [T1], [CG6], [CG4], [C35], [C34], [C32], [C31]
Total horas	60,00	90,00	150,00	
Total ECTS			6,00	

## 8. Bibliografía / Recursos

### Bibliografía Básica

- Murti, K. C. S. "Design Principles for Embedded Systems". Springer, 2022. Web.
- Lacamera, Daniele. "Embedded Systems Architecture : Design and Write Software for Embedded Devices to Build Safe and Connected Systems". Birmingham: Packt, Limited, 2023. Web.
- Morshed, Bashir I. "Embedded Systems - a Hardware-Software Co-Design Approach". Springer International AG, 2021. Web.
- Apuntes de la asignatura elaborados por los profesores.

### Bibliografía Complementaria

- "Programming embedded systems with C and GNU development tools" Michael Barr and Anthony Massa. O'Reilly, cop. 2007
- "Embedded Linux system design and development" P. Raghavan, Amol Lad, Sriram Neelakandan. Taylor and Francis Group, cop. 2006.
- Banik, Subrata., and Zimmer, Vincent. "System Firmware : An Essential Guide to Open Source and Embedded Solutions". Berkeley, CA: Apress L. P, 2022. Web.
- Kopetz, Hermann, and Wilfried Steiner. "Real-Time Systems". Cham: Springer International AG, 2022. Web.

### Otros Recursos

- Sala de ordenadores.
- Herramientas software para el desarrollo y depuración de aplicaciones en sistemas empuotrados.
- Componentes electrónicos.

## 9. Sistema de evaluación y calificación

### Descripción

*La Evaluación de la asignatura se rige por el Reglamento de Evaluación y Calificación (REC) de la Universidad de La Laguna que la Universidad tenga vigente, además de por lo establecido en la actual Memoria Modificación por la que se rige la*

*titulación.*

Esta asignatura tiene contenidos **eminentemente prácticos** que solo puedan realizarse durante el periodo lectivo que ésta tenga asignada y solo podrán evaluarse por Evaluación Continua (Punto 4.10 del REC)

#### EVALUACIÓN CONTINUA (EvC):

La consecución de los objetivos se valorará de acuerdo a las siguientes actividades:

I1.1) Informe 1 del tema 1 (ponderación 4%)

I1.2) Informe 2 del tema 1 (ponderación 4%)

I1.3) Informe 3 del tema 1 (ponderación 4%)

I1.4) Informe 4 del tema 1 (ponderación 8%)

P1.1) Práctica 1 del tema 2 (ponderación 10%)

P1.2) Práctica 1 del tema 3 (ponderación 10%)

P2.1) Práctica 1 de los temas 3 y 4 (ponderación 15%)

I2.1) Informe sobre la Práctica 1 de los temas 3 y 4 (ponderación 5%)

P2.2) Práctica 2 de los temas 3 y 4 (ponderación 15%)

I2.2) Informe sobre la Práctica 2 de los temas 3 y 4 (ponderación 5%)

A) Asistencia a clase 5%

TF) Trabajo Final y su exposición del (ponderación 15%). Esta es la prueba final de la EvC y se realizará en las fechas indicadas por el ESIT para el examen de la asignatura.

Se entenderá agotada la convocatoria cuando un estudiante se presente al 100% de las pruebas.

La modalidad de evaluación continua se mantendrá en la segunda convocatoria. Cada estudiante podrá entregar los informes no presentados, También podrá presentar y exponer el TF si no lo tiene superado.

No se guardará la nota de prácticas aprobadas en cursos anteriores.

#### **Estrategia Evaluativa**

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
Valoración de las actividades prácticas en el laboratorio	[E6], [E5], [E4], [E2], [T25], [T23], [T22], [T21], [T20], [T19], [T16], [T15], [T14], [T13], [T12], [T10], [T9], [T7], [T6], [T3], [T2], [T1], [CG6], [CG4], [C35], [C34], [C32], [C31]	- Nivel de Conocimientos demostrado. - Consecución de Objetivos. - Habilidades en el manejo de los recursos del laboratorio.	50,00 %

Asistencia y participación regular a todas las actividades de la asignatura	[E6], [E5], [E4], [E2], [T25], [T23], [T22], [T21], [T20], [T19], [T16], [T15], [T14], [T13], [T12], [T10], [T9], [T7], [T6], [T3], [T2], [T1], [CG6], [CG4], [C35], [C34], [C32], [C31]	- Asistencia y participación	5,00 %
Elaboración de informes	[C34], [C35], [CG4], [CG6], [T1], [T3], [T7], [T9], [T13], [T15], [C31], [C32], [T2], [T6], [T10], [T12], [T14], [T16], [T19], [T20], [T21], [T22], [T23], [T25], [E2], [E4], [E5], [E6]	- Adecuación a lo solicitado. - Concreción en la redacción.	30,00 %
Realización de trabajos y su defensa y/o exposición	[C34], [C35], [CG4], [CG6], [T1], [T3], [T7], [T9], [T13], [T15], [C31], [C32], [T2], [T6], [T10], [T12], [T14], [T16], [T19], [T20], [T21], [T22], [T23], [T25], [E2], [E4], [E5], [E6]	- Adecuación a lo solicitado. - Nivel de Conocimientos adquiridos. - Prestaciones de los diseños. - Concreción en la redacción/exposición.	15,00 %

## 10. Resultados de Aprendizaje

- Diseñar el hardware auxiliar necesario para el funcionamiento autónomo de un sistema empotrado
- Diseñar, codificar y depurar programas que solucionen problemas o módulos habituales en el campo de los sistemas empotrados. Se realizarán para procesadores de entre los utilizados habitualmente en sistemas empotrados y utilizando lenguajes de nivel medio o bajo.
- Diseñar un sistema empotrado eligiendo adecuadamente el problema a solucionar, las funcionalidades, arquitectura, periféricos, lenguaje de programación y algoritmo de control del mismo. Elaborar un informe técnico del diseño realizado y exponerlo ante los profesores y compañeros respondiendo a las preguntas de los asistentes. La introducción y conclusiones deben estar redactadas en inglés.

## 11. Cronograma / calendario de la asignatura

### Descripción

La asignatura se desarrolla a lo largo de las 16 semanas del primer cuatrimestre según la estructura que se expone en la tabla más adelante. Todas las actividades se realizarán en aula de teoría o un laboratorio del Departamento, según convenga en cada momento, en el horario asignado por el Centro.

La distribución de los temas por semana es orientativo, puede sufrir cambios según las necesidades de organización docente.

Primer cuatrimestre					
Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:	1, 2	Clase Teórica	4.00	4.00	8.00
Semana 2:	2	Clase Teórica	4.00	4.00	8.00
Semana 3:	3	Clase Teórica	4.00	4.00	8.00
Semana 4:	3, 4	Clase Teórica	4.00	4.00	8.00
Semana 5:	4	Clase Teórica	4.00	4.00	8.00
Semana 6:	Todos	Clase Práctica	3.00	6.00	9.00
Semana 7:	Todos	Clase Práctica, Tutoría	4.00	6.00	10.00
Semana 8:	Todos	Clase Práctica	3.00	6.00	9.00
Semana 9:	Todos	Clase Práctica, Tutoría	4.00	6.00	10.00
Semana 10:	Todos	Clase Práctica	3.00	6.00	9.00
Semana 11:	Todos	Clase Práctica, Tutoría	4.00	7.00	11.00
Semana 12:	Todos	Clase Práctica	3.00	7.00	10.00
Semana 13:	Todos	Clase Práctica, Tutoría	4.00	7.00	11.00
Semana 14:	Todos	Clase Práctica	4.00	7.00	11.00
Semana 15:	Todos	Clase Práctica	4.00	5.00	9.00
Semana 16 a 18:	Semanas 15 a 16	Trabajo autónomo del alumnado. Exposiciones.	4.00	7.00	11.00
Total			60.00	90.00	150.00