



Curso Académico 2025-26

Sistemas Empotrados y Ubicuos

Ficha Docente

ASIGNATURA

Nombre de asignatura: Sistemas Empotrados y Ubicuos (71321711)

Créditos: 4

PLAN/ES DONDE SE IMPARTE

Plan: Doctorado en Informática (RD99/11)

Curso:

Carácter:

Complementos
de Formación

Duración: Segundo Cuatrimestre

Idioma/s en que se imparte: Español

Módulo/Materia: /

Plan: Máster en Ingeniería Informática

Curso: 1

Carácter:

Optativa

Duración: Segundo Cuatrimestre

Idioma/s en que se imparte: Español

Módulo/Materia: Especialidad en Internet de las Cosas (IoT)/Sistemas Empotrados y Ubicuos

PROFESOR/A COORDINADOR/A

Nombre	Departamento	Centro	Correo electrónico
Sanjuan Estrada, Juan Francisco	Informática	Escuela Superior de Ingeniería	

PROFESORADO

Nombre	Departamento	Centro	Correo electrónico
Sanjuan Estrada, Juan Francisco	Informática	Escuela Superior de Ingeniería	

DATOS BÁSICOS

Modalidad

Semipresencial.

ELEMENTOS DE INTERÉS PARA EL APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Justificación de los contenidos

La asignatura de *Sistemas Empotrados y Ubicuos* se fundamenta en la creciente relevancia que han adquirido estos sistemas como consecuencia directa de la evolución tecnológica en el ámbito de la electrónica y la informática. La drástica reducción en el costo por transistor, impulsada por el cumplimiento sostenido de la Ley de Moore, ha permitido integrar una mayor capacidad de procesamiento en dispositivos cada vez más pequeños y económicos. Esta tendencia ha propiciado el surgimiento de nuevos mercados y aplicaciones, destacándose entre ellos los sistemas embebidos y la computación móvil.

En este contexto, se consolida el paradigma de la *computación ubicua*, entendido como la integración transparente y pervasiva del procesamiento digital en el entorno cotidiano. Este concepto abarca desde el hardware hasta el software y las aplicaciones, e incluye dispositivos como computadores de bolsillo, teléfonos inteligentes, sensores inteligentes, wearables y una amplia gama de

sistemas embebidos. Asimismo, la computación ubicua está íntimamente ligada a áreas como la interacción hombre-máquina, la conectividad entre dispositivos (machine-to-machine communication) y la interacción máquina-mundo real, todas ellas esenciales en el diseño y operación de sistemas modernos.

La comunicación entre dispositivos de cómputo adquiere así un papel central, ya que permite la cooperación entre componentes heterogéneos distribuidos en el entorno, favoreciendo la inteligencia ambiental, la automatización y la personalización de servicios. Esta capacidad de interconexión ha llevado a los sistemas empotrados a desempeñar un rol clave no solo en dispositivos de consumo como teléfonos móviles, consolas de videojuegos, impresoras, televisores o electrodomésticos, sino también en sectores estratégicos como la automoción, la salud, la industria, la domótica y la defensa.

En muchos casos, los sistemas embebidos están sustituyendo progresivamente a los circuitos electrónicos analógicos, aportando mayor flexibilidad, capacidad de actualización, reducción de costos de producción y mejoras en el rendimiento energético. Todo esto es posible gracias al rápido abaratamiento y miniaturización de la tecnología digital, lo cual incrementa de manera exponencial el número de usuarios y aplicaciones que pueden beneficiarse de capacidades de procesamiento avanzadas.

Por tanto, esta asignatura proporciona al estudiante una base sólida sobre los principios, arquitecturas, herramientas y aplicaciones de los sistemas empotrados y ubicuos, preparándolo para afrontar los desafíos actuales y futuros de una sociedad cada vez más interconectada, automatizada e inteligente.

Materia con la que se relaciona en el Plan de Estudios

La asignatura *Sistemas Empotrados y Ubicuos* forma parte del itinerario formativo correspondiente a la especialidad en *Internet de las Cosas (IoT)* dentro del plan de estudios del grado. Esta especialidad está diseñada para dotar al estudiante de una visión integral de las tecnologías, arquitecturas y aplicaciones que sustentan el paradigma del IoT, abarcando desde la infraestructura física y lógica hasta las aplicaciones inteligentes y los sistemas de control.

En este contexto, la asignatura se complementa directamente con otras materias de la especialidad, conformando un marco de conocimientos interrelacionados:

- **Infraestructuras en IoT** proporciona las bases tecnológicas para la interconexión de dispositivos, redes de sensores y protocolos de comunicación, aspectos fundamentales para que los sistemas empotrados puedan integrarse de forma efectiva en entornos ubicuos.
- **Industria 4.0** contextualiza el uso de estos sistemas dentro del ámbito industrial, mostrando cómo los sistemas embebidos y ubicuos se convierten en elementos clave para la automatización, la monitorización avanzada y la toma de decisiones en tiempo real.
- **Aplicaciones de IoT** explora el desarrollo y la implementación de soluciones prácticas basadas en IoT en distintos sectores (salud, agricultura, ciudades inteligentes, logística, etc.), permitiendo al estudiante entender cómo los sistemas empotrados actúan como nodos fundamentales de adquisición y procesamiento de datos.
- **Computación de Alto Rendimiento** complementa este enfoque al abordar las plataformas y técnicas necesarias para gestionar grandes volúmenes de información generados por dispositivos distribuidos, facilitando el análisis y la toma de decisiones basadas en datos.
- **Sistemas de Control Automático** se relaciona estrechamente con *Sistemas Empotrados y Ubicuos*, ya que muchos de estos dispositivos embebidos están diseñados específicamente para ejecutar funciones de control en tiempo real, con aplicaciones críticas en automatización, robótica, domótica o vehículos inteligentes.

La asignatura, por tanto, no solo aporta competencias específicas sobre el diseño, desarrollo e implementación de sistemas embebidos y ubicuos, sino que también actúa como nexo entre los distintos niveles tecnológicos del ecosistema IoT, facilitando una comprensión coherente y transversal del conjunto de la especialidad. Esta interrelación garantiza una formación sólida, aplicada y actualizada, alineada con las demandas de un entorno profesional en constante evolución.

Conocimientos necesarios para abordar la asignatura

Se considera que el estudiante que accede a este máster posee una base sólida en los fundamentos de la ingeniería informática o electrónica, adquirida durante sus estudios de grado o titulaciones equivalentes. Por tanto, cuenta con los conocimientos previos necesarios para abordar con garantías los contenidos de la asignatura *Sistemas Empotrados y Ubicuos*.

No obstante, para un mejor aprovechamiento de la materia y una comprensión más fluida de los conceptos teóricos y prácticos que se desarrollan a lo largo del curso, es altamente recomendable que el estudiante cuente con conocimientos previos en las siguientes áreas:

- **Arquitectura de Computadores:** comprensión del funcionamiento interno de los sistemas de procesamiento, estructura de una CPU, jerarquías de memoria, buses de datos y control, así como principios de diseño a bajo nivel. Esta base es fundamental para entender las limitaciones y capacidades de los sistemas embebidos.
- **Periféricos e Interfaces:** conocimiento sobre los distintos tipos de dispositivos de entrada/salida, mecanismos de

comunicación entre procesadores y periféricos, buses de interconexión, protocolos de transmisión de datos (como SPI, I²C, UART) y técnicas de sincronización. Estos elementos son esenciales en el diseño e integración de sistemas embebidos en entornos reales.

- **Sistemas Operativos:** familiaridad con los conceptos de gestión de procesos, planificación, concurrencia, interrupciones y administración de recursos, especialmente en lo que respecta a sistemas operativos de tiempo real (RTOS). Esta área es clave para comprender el software que gobierna los sistemas empotrados y su comportamiento bajo restricciones temporales y de recursos.

Aunque estos conocimientos no son un requisito estricto, sí constituyen una base altamente aconsejable para seguir el ritmo de la asignatura con solvencia, abordar con éxito las actividades prácticas y asimilar los aspectos más complejos relacionados con el diseño, la implementación y la integración de sistemas empotrados en entornos ubicuos.

Requisitos previos recogidos en la memoria de la Titulación

Los propios de acceso a la titulación de Máster.

RESULTADOS DEL PROCESO DE FORMACIÓN Y DE APRENDIZAJE

Competencias.

- COM04 - Resolver problemas.

Conocimientos o contenidos

- C04 - Aplica los conocimientos adquiridos y resuelve problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares, siendo capaces de integrar estos conocimientos.
- C09 - Diseña y evalúa sistemas operativos y servidores, y aplicaciones y sistemas basados en computación distribuida.
- C11 - Diseña y desarrolla sistemas, aplicaciones y servicios informáticos en sistemas empotrados y ubicuos.

Habilidades o destrezas.

PLANIFICACIÓN

Temario

Unidad 1. Introducción a los Sistemas Empotrados y Ubicuos

Esta unidad proporciona una visión general de los sistemas empotrados en el contexto de la computación ubicua y el Internet de las Cosas (IoT). Se abordan sus características, aplicaciones actuales y plataformas más representativas.

- **1.1. Introducción a los sistemas en un chip (SoC)**
Fundamentos de los SoC como plataforma base para sistemas empotrados: arquitectura, componentes principales y ventajas frente a arquitecturas tradicionales.
- **1.2. Internet de las Cosas (IoT) y computación ubicua**
Concepto, evolución y contexto tecnológico de la computación ubicua. Impacto del IoT en distintos sectores y su relación con los sistemas empotrados.
- **1.3. Ejemplos de sistemas empotrados y aplicaciones**
Estudio de casos reales en domótica, salud, automoción, industria, ciudades inteligentes, etc. Identificación de elementos comunes en sus arquitecturas.
- **1.4. Comparativa entre plataformas de desarrollo**
Análisis técnico comparado entre placas como Arduino, Raspberry Pi, BeagleBone, plataformas ARM y otras soluciones orientadas a sistemas empotrados.
- **1.5. Propuesta de nueva aplicación IoT**
Diseño conceptual de una aplicación innovadora basada en tecnologías IoT. Enfoque orientado a la detección de necesidades, creatividad y viabilidad técnica.

Unidad 2. Plataformas de Computación Empotrada y Periféricos

Se profundiza en el desarrollo de aplicaciones empotradas mediante el uso de plataformas de hardware específicas y su integración con periféricos. Se enfatiza la programación a bajo nivel y la interacción con el entorno físico.

- **2.1. Fundamentos de programación de un SoC**
Estructura básica de un programa embebido, ciclos de reloj, manejo de registros, interrupciones y gestión de entradas/salidas digitales y analógicas.

- **2.2. Plataformas de desarrollo y conexión con periféricos**
Integración de sensores, actuadores, módulos de comunicación y otros periféricos. Protocolos de comunicación (UART, I²C, SPI, GPIO).
- **2.3. Proyecto práctico: aplicación IoT con SoC**
Desarrollo guiado de un prototipo funcional utilizando una plataforma SoC. Se fomenta la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos en un entorno realista.

Unidad 3. Computación en Tiempo Real y Sistemas Operativos Especializados

Se estudian los conceptos y herramientas necesarios para el desarrollo de sistemas empujados que requieren respuesta determinista y ejecución eficiente en tiempo real.

- **3.1. Requisitos del sistema operativo en aplicaciones en tiempo real**
Tareas, temporización, planificación, manejo de interrupciones, sincronización y gestión de recursos bajo restricciones temporales.
- **3.2. Comparativa entre kernel genérico y kernel de baja latencia**
Análisis de las diferencias funcionales y operativas entre sistemas operativos generalistas y sistemas de tiempo real (RTOS). Casos de uso típicos.
- **3.3. FPGAs en aplicaciones IoT de tiempo real**
Introducción a las FPGAs como solución para sistemas con requerimientos de procesamiento paralelo y baja latencia. Arquitecturas específicas y ejemplos prácticos.
- **3.4. Programación de procesadores reconfigurables (VHDL)**
Fundamentos del diseño hardware mediante lenguajes de descripción como VHDL. Aplicaciones prácticas orientadas a la implementación de lógica específica para tareas IoT.

Actividades Formativas y Metodologías Docentes

La metodología de enseñanza-aprendizaje adoptada en esta asignatura combina diferentes enfoques pedagógicos que buscan la participación activa del estudiante y el desarrollo de competencias tanto individuales como colaborativas. Se utiliza un modelo mixto basado en clases magistrales participativas, la estrategia de clase invertida (*flipped classroom*) y el aprendizaje basado en proyectos (*project-based learning*), con un enfoque aplicado y contextualizado en el entorno de los sistemas empujados y la computación ubicua.

El proceso de aprendizaje se estructura a través de las siguientes actividades formativas:

- **Clases teóricas participativas:** se impartirán sesiones presenciales o por videoconferencia en las que se explicarán los conceptos fundamentales de la asignatura. Estas sesiones estarán orientadas al análisis y discusión crítica de los contenidos, fomentando la intervención activa del alumnado.
- **Clases invertidas (flipped classroom):** los estudiantes deberán preparar previamente determinados contenidos a través de materiales proporcionados en el aula virtual. Durante la clase, se resolverán dudas, se realizarán debates o actividades prácticas vinculadas al contenido trabajado de forma autónoma.
- **Prácticas de laboratorio y desarrollo de proyectos:** se realizarán actividades prácticas individuales y en grupo que permitirán aplicar los conocimientos adquiridos en el diseño, implementación y validación de sistemas empujados. Estas prácticas fomentarán el desarrollo de destrezas técnicas y el trabajo en equipo.
- **Presentación y defensa de trabajos/proyectos:** los estudiantes presentarán los resultados de sus trabajos, tanto en modalidad presencial como a través de medios digitales (portafolio virtual en el aula online de la asignatura). Se valorará la claridad expositiva, la justificación técnica y la capacidad de argumentación.
- **Trabajo autónomo del estudiante:** los alumnos deberán dedicar tiempo al estudio individual, a la resolución de ejercicios, a la revisión de materiales multimedia, y al avance de proyectos en equipo, siguiendo una planificación orientada al desarrollo progresivo de competencias.

Plan de Contingencia

En caso de que se active un nivel de alerta sanitaria elevado, las actividades formativas previstas para los grupos docentes se impartirán mediante videoconferencia, garantizando la continuidad del proceso de enseñanza-aprendizaje mediante herramientas digitales institucionales.

En este escenario, los grupos de trabajo seguirán desarrollando sus actividades de forma presencial, siempre que las condiciones lo permitan y conforme a la planificación establecida. Si las autoridades sanitarias imponen medidas más restrictivas, las actividades de los grupos de trabajo también se realizarán de forma remota, mediante sesiones virtuales programadas.

Actividades de Innovación Docente

La asignatura está integrada en la **Convocatoria de Proyectos de Innovación Docente 2025-2026**, en el marco del grupo de innovación docente (**25_26_1_21C**), con el proyecto titulado: "*Asistente inteligente para la orientación sobre Trabajos Fin de*

Estudios en Ingeniería Informática".

Este proyecto tiene como finalidad principal el diseño e implementación de un sistema inteligente de apoyo que facilite al estudiantado la elección, planificación y desarrollo de sus Trabajos Fin de Grado o Máster, optimizando la orientación académica mediante tecnologías basadas en inteligencia artificial.

Adicionalmente, la asignatura participó en la **Convocatoria de Proyectos de Innovación Docente 2024-2025**, como parte del grupo (24_25_1_35C), con el proyecto "*Creación e implantación de la Academia HUAWEI en la Universidad de Almería*". En este contexto, se promovió el acceso del alumnado a contenidos formativos especializados y certificaciones oficiales de HUAWEI, con el objetivo de fortalecer sus competencias digitales avanzadas y mejorar su empleabilidad en el entorno profesional tecnológico actual.

Diversidad Funcional

El estudiantado con discapacidad o necesidades específicas de apoyo educativo puede dirigirse a la Unidad de Inclusión y Atención a la Diversidad para recibir la orientación y el asesoramiento necesarios, facilitando así un mejor aprovechamiento de su proceso formativo. Asimismo, podrán solicitar las adaptaciones curriculares necesarias para garantizar la igualdad de oportunidades en su desarrollo académico. La información relativa a este alumnado se trata con estricta confidencialidad, en cumplimiento con la Ley Orgánica de Protección de Datos (LOPD). El equipo docente responsable de esta guía aplicará las adaptaciones aprobadas por la Unidad de Inclusión y Atención a la Diversidad, tras su notificación al Centro y a la coordinación del curso.

PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Sistemas de evaluación:

Pruebas prácticas Sí

Realización de trabajos/ensayos Sí

Presentación oral Sí

Resolución de problemas Sí

Asistencia y participación en clase Sí

Realización de actividades prácticas Sí

Informes Sí

Realización de proyectos Sí

Observación directa del desempeño Sí

Asistencia a seminarios Sí

Otros

Criterios:

Criterios

Evaluación de los resultados del proceso formativo y de aprendizaje:

- Las competencias **C09** y **C11** se evaluarán a través de diversas actividades prácticas y colaborativas, que permitirán valorar tanto el dominio técnico como la capacidad de aplicación en entornos reales. En concreto, estas competencias se evidenciarán mediante:
 - La asistencia regular y la participación activa en las clases presenciales y en las prácticas de laboratorio.
 - La resolución de problemas técnicos y el análisis de casos prácticos desarrollados en equipos cooperativos.
 - La calidad, profundidad técnica y puntualidad en las entregas del portafolio digital de la asignatura.
 - La realización de pruebas prácticas centradas en el diseño, desarrollo y evaluación de soluciones en sistemas empotrados y ubicuos.
- Por su parte, las competencias **COM04** y **C04** se evaluarán fundamentalmente a través del **proyecto final de la asignatura**, aplicando los criterios definidos en la **matriz de valoración publicada en el aula virtual**, que incluye, entre otros, los siguientes aspectos:
 - El nivel técnico alcanzado y la originalidad del diseño propuesto.
 - La justificación razonada de las decisiones adoptadas a lo largo del desarrollo.

- La integración coherente de los conocimientos adquiridos en la solución final.
- La capacidad de comunicación, argumentación y defensa del proyecto ante el profesorado evaluador.

Convocatoria Ordinaria

El sistema de evaluación continua está basado en:

- **Actividades prácticas por tema:** cada unidad del temario incluye una o más actividades orientadas a la aplicación práctica de los conceptos estudiados.
- **Proyecto final:** trabajo integrador que deberá abordar uno o varios contenidos de la asignatura. Se recomienda que sea realizado en grupo (preferiblemente de 2 o 3 estudiantes), aunque también puede ser presentado de forma individual. Será obligatoria su exposición oral en clase.

Ponderación de la nota final:

- **60%:** Trabajos presentados (incluido el proyecto final y entregas parciales).
- **40%:** Actividades de clase (participación, prácticas de laboratorio, tareas individuales y grupales).

Criterio de superación: Para aprobar la asignatura será necesario haber entregado y superado todas las actividades previstas, además de obtener una calificación total igual o superior a **5.0 puntos sobre 10**.

Convocatoria Extraordinaria

En caso de no superar la convocatoria ordinaria, el estudiante podrá presentarse a la convocatoria extraordinaria, en la que se mantendrán las mismas actividades, criterios y porcentajes de evaluación que en la ordinaria.

Evaluación Única Final

Los estudiantes que se acojan a la evaluación única final deberán realizar un **proyecto final completo**, que abarque los contenidos globales de la asignatura. Este proyecto deberá ser presentado y defendido oralmente ante el profesorado, en la fecha establecida por el calendario oficial de exámenes.

Será necesario obtener una calificación igual o superior a **5.0 puntos** para superar la asignatura mediante esta modalidad.

Plan de Contingencia

En caso de que se adopten medidas excepcionales de carácter sanitario que impidan la presencialidad, se mantendrán las actividades, criterios y porcentajes de evaluación anteriormente descritos. Todas las pruebas, exposiciones y entregas se adaptarán al formato **no presencial** y se llevarán a cabo mediante la **plataforma virtual institucional**, garantizando así la continuidad y equidad del proceso de evaluación.

RECURSOS

Bibliografía básica.

- Marilyn Wolf. High-performance embedded computing: Applications in cyber-physical systems and mobile computing. Morgan Kaufmann. 2ª. 2014
- Jean-Philippe Vasseur, Adam Dunkels. Interconnecting smart objects with IP. Morgan Kaufmann Publishers/Elsevier. Recurso electrónico. 2010
- Olivier Hersent, David Boswarthick, Omar Elloumi. The internet of things: applications to the smart grid and building automation. Chichester, West Sussex, U.K. : J. Wiley & Sons. Recurso electrónico. 2012
- Holger Karl, Andreas Willig. Protocols and architectures for wireless sensor networks. Chichester, England : Wiley. 2007
- Ian F. Akyildiz, Mehmet Can Vuran. Wireless sensor networks. Chichester, West Sussex, U.K. ; Hoboken, NJ : Wiley. 2010

Bibliografía complementaria.

- Ian F. Akyildiz, Xudong Wang. Wireless mesh networks. Chichester, U.K. : Wiley. 2009
- Andrew Rushton. VHDL for logic synthesis. Chichester, West Sussex, U.K. : J. Wiley & Sons. Recurso electrónico. 2011
- William Kafig. VHDL 101: everything you need to know to get started. Oxford, UK ; Burlington, MA : Newnes. Recurso electrónico. 2011

Otros recursos.

- Puede ver la bibliografía existente en la actualidad en el Sistema de Gestión de Biblioteca consultando en la siguiente dirección: https://www.ual.es/bibliografia_recomendada71321711
- European Cluster on the Internet of Things (IERC): <http://www.internet-of-things-research.eu/>.