

| Titulación             | Tipo | Curso |
|------------------------|------|-------|
| Ingeniería Informática | OP   | 4     |

## Profesor/a de contacto

Nombre : Marc Codina Barbera

Correo electrónico : marc.codina@uab.cat

## Equipo docente

Marc Codina Barbera

Jordi Carrabina Bordoll

## Idiomas de los grupos

Puede consultar esta información al [final](#) del documento.

## Prerrequisitos

La asignatura es autocontenida y por tanto no hay pre-requisitos específicos.

El proyecto de sistema IoT que se desarrolla utiliza los conocimientos adquiridos en la asignatura de gestión de proyectos.

Este año, añadiremos (i) EdgeAI como elemento esencial de la cadena de valor del IoT; (ii) mejor comprensión de la estimación energética a lo largo de la cadena; (iii) un enfoque más orientado a la aplicación y (iv) nuevas plataformas de desarrollo.

## Objetivos

El mundo de las TIC se está estructurando sobre diversos conceptos. Uno de ellos es el del Internet de las Cosas, que se basa en ampliar el dominio de los sistemas computacionales conectados a los objetos (devices) con soluciones muy pequeñas pero que interactúen con el mundo real vía sensores y actuadores de muy bajo consumo, en diferentes ámbitos: personal / wearables, salud, domótica, medio ambiente, seguridad y protección, distribución de servicios públicos (energía, agua, gas), automoción, etc. Estos se conectan mediante protocolos diversos a una plataforma intermedia fija o móvil (edge) que la gestiona, filtrando y procesando una parte de los datos de manera local. A su vez, ésta se conecta a la nube (cloud) donde se almacenan, procesan y visualizan los datos. La puesta en marcha de estos sistemas requiere integrar los diversos conceptos, adquiridos en los estudios de grado, en este nuevo paradigma device-edge-cloud asociado a diferentes tipos de plataformas computacionales (single-, multi-, many-core processors) con diferentes requerimientos de funcionalidad, energía, latencia, ancho de banda y coste; diferentes modelos de programación y comunicaciones; y diferentes soluciones cloud de back-end y front-end (para la interfaz de

usuario), por lo que es necesario un mayor nivel de abstracción a nivel de interfases (APIs y Middleware) y virtualización (computación y comunicaciones). Todo ello con la necesidad cada día más importante de aplicar la IA a diferentes niveles de la cadena.

- Establecer los fundamentos del internet de las cosas (IOT): dispositivo, periferia (edge) y nube (cloud); junto a las interfaces de usuario y la inteligencia artificial.
- Aprender a clasificar los procesadores, sensores, actuadores y sistemas integrados, y seleccionar protocolos de comunicaciones.
- Evaluar los requerimientos funcionales y las prestaciones de coste, tiempo real y eficiencia energética.
- Definir las estructuras de datos en función de los sensores, computación, comunicación, almacenamiento y visualización y evaluar su coste en cada nivel.
- Seleccionar plataformas empujadas y móviles para la periferia (edge) y las soluciones cloud para front-end y back-end.
- Gestionar la virtualización de la computación y las comunicaciones.
- Diseñar un caso de ejemplo teórico-práctico de toda la cadena IoT para una aplicación específica.

## Resultados de aprendizaje

1. Utilizar el inglés como idioma de comunicación y relación profesional de referencia.
2. Identificar las necesidades de seguridad que deben cumplir los sistemas empujados.
3. Diseñar y desarrollar sistemas de cómputo cumpliendo las especificaciones del sistema y de la aplicación, en particular en lo que hace referencia a los sistemas empujados y de tiempo real.
4. Comparar y evaluar las posibles plataformas para cumplir los requerimientos de las aplicaciones.
5. Seleccionar la plataforma más adecuada para una aplicación específica y diseñar y desarrollar la solución basada en el microprocesador correspondiente.
6. Comunicar eficientemente, de forma oral y/o escrita, conocimientos, resultados y habilidades, tanto en entornos profesionales como ante públicos no expertos.
7. Gestionar la información incorporando de forma crítica las innovaciones del propio campo profesional, y analizar las tendencias de futuro.
8. Reconocer e identificar los métodos, sistemas y tecnologías propios de la ingeniería informática.
9. Generar propuestas innovadoras y competitivas en la actividad profesional.

## Contenidos

Los contenidos de las sesiones de teoría están fuertemente ligados al desarrollo del proyecto y a los laboratorios de manera que proporcionan los fundamentos necesarios para las decisiones de diseño y la codificación de la implementación.

### 1. Visión global del Internet de las Cosas (IoT) y la Virtualización

- Sistemas IoT: Funcionalidad y Arquitectura. Dispositivo, edge (borde/periferia), nube, UI (interfaz de usuario)
- IA e IoT
- La creciente importancia del consumo de energía.

### 2. ¿Cómo se seleccionan los chips (SoCs y sensores) y se conectan en los dispositivos IoT?

- Componentes de hardware (HW): procesadores, sensores, actuadores, baterías
- Criterios de selección: coste, tiempo real (latencia, rendimiento) y eficiencia energética
- Acceso a compras y conjunto de información relevante disponible (hojas de datos, circuitos de ejemplo, etc.)
- Protocolos integrados (on-board)
- Ejemplos y Casos de Uso (Nordic Thingy)

### 3. ¿Cuáles son las comunicaciones inalámbricas de Dispositivo a Edge disponibles?

- Redes inalámbricas de Dispositivo a Edge: WBAN, WPAN, WLAN, LPWAN
- Formatos de datos y protocolos

- El caso de Bluetooth (y BLE)

#### 4. ¿Opciones para plataformas edge?

- ¿Con o sin SO/RTOS (Sistema Operativo / Sistema Operativo en Tiempo Real)?
- EdgeAI (IA en el borde): entrenamiento y despliegue
- Ejemplos y Casos de Uso (Arduino UNO Q)

#### 5. ¿Qué necesitas saber sobre la virtualización?

- Contenedores.
- Bases de datos.
- Máquinas virtuales.

#### Proyecto guiado: Diseño de un sistema IoT (original)

- P1. Ideas originales para el diseño de un sistema IoT y estudio de mercado preliminar
- P2. Especificaciones funcionales y de prestaciones del proyecto
- P3. Arquitectura de bloques y comunicaciones del sistema IoT. Alternativas de implementación
- P4. Implementación del sistema. Selección de componentes y plataformas
- P5. Estimación de planificación, costes, prestaciones y modelo de negocio
- P6. Documento, presentación y defensa del proyecto

Laboratorio: Prototipo del sistema IoT (original) - Proyecto de 6 sesiones en equipo a ritmo libre construye una solución IoT completa paso a paso:

- Dispositivo: Programación del microcontrolador (MCU) y de los sensores para capturar variables físicas del entorno.
- Procesamiento Edge: Extracción de los datos vía BLE hacia un móvil o microprocesador para procesarlos localmente y empaquetarlos (JSON) antes de subirlos a la red.
- Nube (Cloud): Implementación del back-end para almacenar los datos y, si es necesario, aplicar computación avanzada o Inteligencia Artificial (IA).
- Interfaz de Usuario (UI): Desarrollo del front-end para que el usuario final pueda visualizar y entender la información procesada.
- Presentación Final: Demostración práctica de todo el sistema integrado funcionando en tiempo real, desde el sensor hasta la pantalla.

### Actividades formativas y Metodología

| Título                            | Horas | ECTS | Resultados de aprendizaje |
|-----------------------------------|-------|------|---------------------------|
| Clases magistrales y seminarios   | 30    | 1,2  | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8       |
| Estudio y trabajo fuera del aula  | 90    | 3,6  | 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9    |
| Laboratorios y Proyecto de diseño | 28    | 1,12 | 1, 3, 6, 8                |

La metodología de aprendizaje combinará: clases magistrales, actividades en sesiones tutorizadas, casos de uso y aprendizaje basado en proyectos; debates y otras actividades colaborativas; y sesiones de laboratorio.

Hay tres formas de elegir un proyecto:

- Por acuerdo entre los miembros del grupo. En las fases iniciales se promoverá un brainstorming con los profesores a partir del cual deberán escoger el que consideren más viable.
- Elegir a partir de propuestas de retos ofrecidos por los profesores.
- Elegir a partir de propuestas de retos propuestos por entidades externas. Actualmente, tenemos propuestas del Ayuntamiento de Molins de Rei, canalizadas a través del Parque de Investigación de la UAB (PRUAB). Para participar en estas propuestas, será necesario realizar, de forma complementaria a la actividad del curso, una formación de 6-8 horas en emprendimiento en el PRUAB, y presentar el

trabajo en el Ayuntamiento de Molins en un acto público el día 11 de diciembre de 2026. A cambio, los estudiantes recibirán 3 créditos de libre elección y pueden ganar un premio.

La asistencia es obligatoria para las actividades: Proyecto de diseño IoT y prácticas de laboratorio, que se realizarán por los mismos grupos multidisciplinares de 2 o 3 personas de las diferentes titulaciones que cursan la asignatura.

Cualquier falta de asistencia debe ser comunicada con antelación al profesor responsable adjuntando los motivos justificados razonables correspondientes.

Las sesiones de laboratorio utilizarán un formato supervisado (no guiado) para ofrecer mayor autonomía a los alumnos y un apoyo más personalizado.

Este curso se utilizará el campus virtual de la UAB a <https://cv.uab.cat>.

Se permite el uso de la IA en esta asignatura y se recomienda validar su resultado antes de entregar cualquier informe dado que puede cometer errores graves que pueden implicar valoraciones negativas. Los estudiantes tendrán que informar qué herramientas de IA han utilizado y con qué fin.

Nota: se reservarán 15 minutos de una clase dentro del calendario establecido por el centro o por la titulación para que el alumnado rellene las encuestas de evaluación de la actuación del profesorado y de evaluación de la asignatura o módulo.

## Evaluación

### Actividades de evaluación continuada

| Título                                                                         | Peso | Horas | ECTS | Resultados de aprendizaje |
|--------------------------------------------------------------------------------|------|-------|------|---------------------------|
| Actividades individuales (tipo ejercicios)                                     | 20%  | 0     | 0    | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8       |
| Informe y presentación del proyecto de diseño                                  | 40%  | 2     | 0,08 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 |
| Evaluación de actividades desarrolladas en sesiones tutorizadas (laboratorios) | 40%  | 0     | 0    | 3, 6, 8                   |

Esta asignatura no prevé el sistema de evaluación única (no hay examen)

La evaluación de los alumnos utilizará el modelo de evaluación continua y la nota final del curso se calcula de la siguiente manera:

- A - 20% de la nota obtenida por la evaluación de las actividades propuestas (tipo de ejercicio). Cuando se programa una actividad de evaluación, indicará qué indicadores se utilizarán para evaluar y su peso en la calificación.
- B - 40% de la marca obtenida por la evaluación del trabajo de diseño de un sistema IoT (original).
- C - 40% de la nota obtenida por el estudiante de los trabajos de laboratorio. Es necesario superar 5 (de cada 10) en este ítem para aprobar la asignatura.

Todas las actividades requerirán la entrega de informe a través del campus virtual:

- A lo largo del curso se propondrán actividades individuales de tipo A para los diferentes temas.
- Las actividades grupales de tipo B, requerirán la entrega de informes parciales de un documento de proyecto de IoT global cada 2 semanas.
- Las actividades grupales de tipo C, requerirán la entrega de dos informes parciales (uno a mitad de semestre y un 2º al final).

Para obtener MH será necesario que los alumnos tengan una calificación global superior a 9 con las

limitaciones de la UAB (1MH /20alumnos). Como criterio de referencia, se asignan por orden descendente.

Una nota final ponderada no inferior al 50% es suficiente para superar el curso, siempre que se alcance una puntuación superior a un tercio del rango siempre que se alcance una puntuación superior a un tercio del rango en los 3 primeros ítems (A y B). Si es inferior se asignará una nota de 4.0.

No se tolerará el plagio. Todos los estudiantes implicados en una actividad de plagio serán suspendidos automáticamente. Se asignará una nota final no superior al 30%.

Se puede utilizar Sw de código abierto o librerías disponibles, pero deben referenciarse en los informes correspondientes.

Un estudiante que no haya conseguido una nota media ponderada suficiente, puede optar por solicitar actividades de recuperación (trabajos individuales o prueba de síntesis adicional) de la asignatura en las siguientes condiciones:

- el estudiante debe haber participado en las actividades de laboratorio y el proyecto de diseño,
- el estudiante debe tener un promedio ponderado final superior al 30%, y
- el estudiante no debe haber fallado en ninguna actividad por culpa del plagio.

El estudiante recibirá una nota de "No Evaluable" en caso de que:

- el estudiante no haya podido ser evaluado en las actividades de laboratorio por no haber asistido o no haber entregado los correspondientes informes sin causa justificada.
- el estudiante no haya realizado un mínimo del 50% de las actividades propuestas.
- el estudiante no haya realizado el trabajo de diseño.

Para cada actividad de evaluación, se dará al estudiante o al grupo, los comentarios correspondientes. El alumnado podrá hacer reclamaciones sobre la nota de la actividad, que serán evaluadas por el profesorado responsable de la asignatura.

El alumnado tiene derecho a solicitar la reprogramación de las pruebas de evaluación exclusivamente en los casos de enfermedad grave, situación excepcional justificada o cuando la prueba afectada suponga más del 20% de la nota final (o sea imprescindible para aprobar). Para acogerse a este derecho, es necesario tramitar una solicitud en la gestión académica.

Los estudiantes repetidores podrán "guardar" su calificación en las actividades de laboratorio y de aprendizaje basado en problemas pero no las del resto de actividades.

Nota: Dado que esta asignatura pertenece a un grado de carácter no lingüístico, los estudiantes matriculados tienen derecho a solicitar un reconocimiento académico adicional de 1,5 créditos ECTS una vez hayan superado la materia. Estos créditos se incorporarán al expediente como materia optativa (con calificación de Apto), respetando siempre el tope máximo normativo de la UAB de 12 créditos totales por conocimiento de lenguas (6 créditos en el caso de estudiantes de doble grado). Para más información sobre los plazos y la tasa asociada, es necesario dirigirse directamente a la Gestión Académica.

## Bibliografía

- C. Pfister. Getting Started with the Internet of Things: Connecting Sensors and Microcontrollers to the Cloud (Make: Projects) . O'Really. 2011.
- A. McEwen, H. Cassimally. Designing the Internet of Things.2014. Willey.
- A. Bahga, V. Madisetti. Internet of Things: A Hands-on Approach. VTP. 2015.
- S. Greengard, The Internet of Things. The MIT Press Essential Knowledge series.
- V. Zimmer. Development Best Practices for the Internet of Things.
- A. Bassi, M. Bauer, M. Fiedler, T. Kramp, R. van Kranenburg, S. Lange, S. Meissner. (Eds) Enabling Things to Talk - Designing IoT solutions with the IoT Architectural Reference Model. Springer.
- J. Olenewa, Guide to Wireless Communications, 3rd Edition, Course Technology, 2014.
- P. Raj and A. C. Raman, The Internet of Things: Enabling Technologies, Platforms and Use Cases, CRC Press 2017.

- H. Geng (Ed.), Internet of the Things and Data Analytics Handbook, Wiley 2017.
- Y. Noergaard, "Embedded Systems Architecture" 2nd Edition, 2012, Elsevier
- K. Benzekki, Softwaredefined networking (SDN): a survey, 2017, <https://doi.org/10.1002/sec.1737>
- <https://blogs.cisco.com/innovation/barcelona-fog-computing-poc>
- <https://aws.amazon.com/>
- A.K. Bourke et al. Evaluation of waist-mounted tri-axial accelerometer based fall-detection algorithms during scripted and continuous unscripted activities, Journal of Biomechanics, Volume 43, Issue 15, 2010, pp. 3051-3057
- N. Jia. Detecting Human Falls with a 3-Axis Digital Accelerometer. Analog Devices. <http://www.analog.com/en/analog-dialogue/articles/detecting-falls-3-axis-digital-accelerometer.html>

## Software

- Se utilizará la plataforma SoC-BLE de Nordic Semiconductors como device; el móvil con Android como Edge; y cualquier opción (a elegir por los alumnos) de servidor cloud con front-end y back-end.
- Es posible que se hagan mejoras en esta cadena (que mantendrá la misma estructura).

## Grupos e idiomas de la asignatura

La información proporcionada es provisional hasta el 30 de noviembre. A partir de esta fecha, podrá consultar el idioma de cada grupo a través de este [enlace](#). Para acceder a la información, será necesario introducir el CÓDIGO de la asignatura

| Tipo de docencia                | Grupo | Idioma | Semestre            | Turno        |
|---------------------------------|-------|--------|---------------------|--------------|
| (TE) Teoría                     | 410   | Inglés | primer cuatrimestre | mañana-mixto |
| (PLAB) Prácticas de laboratorio | 411   | Inglés | primer cuatrimestre | mañana-mixto |
| (PLAB) Prácticas de laboratorio | 412   | Inglés | primer cuatrimestre | mañana-mixto |