

## 60976 - Redes de sensores electrónicos

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2022/23

**Asignatura:** 60976 - Redes de sensores electrónicos

**Centro académico:** 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

**Titulación:** 623 - Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación

**Créditos:** 6.0

**Curso:** 2

**Periodo de impartición:** Primer semestre

**Clase de asignatura:** Optativa

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

El objetivo de la asignatura es formar al alumno en los fundamentos del diseño electrónico de redes de sensores, así como familiarizarse con el instrumental apropiado de laboratorio y algunas aplicaciones prácticas

1. Las redes de sensores, sus aplicaciones, relación con la inteligencia ambiental e Internet de las Cosas
2. Estándares internacionales y protocolos de redes de sensores.
3. Diseño electrónico de nodos de sensores
4. Diseño de inteligencia embebida en sensores inteligentes

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>) y determinadas metas concretas, de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia al estudiante para contribuir en cierta medida a su logro:

Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos

Meta 7.2 De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas

Objetivo 8. Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todo"

Meta 8.2 Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas centrándose en los sectores con gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra

Meta 8.4 Mejorar progresivamente, de aquí a 2030, la producción y el consumo eficientes de los recursos mundiales y procurar desvincular el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente, conforme al Marco Decenal de Programas sobre modalidades de Consumo y Producción Sostenibles, empezando por los países desarrollados

Objetivo 9. Industria, innovación e infraestructuras

Meta 9.5 Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo

Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos

Meta 13.3 Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana

### 1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Esta asignatura forma parte de la materia optativa Electrónica para ambientes inteligentes del Máster en Ingeniería de Telecomunicaciones. Es una asignatura de 6 créditos ECTS que equivalen a 150 horas totales de trabajo del estudiante.

Dentro del ámbito de los ambientes inteligentes e Internet de las Cosas, la interacción con el entorno context awareness es clave. En este aspecto, es de gran importancia el conocimiento de las tecnologías utilizadas para implementar dispositivos electrónicos embebidos así como los fundamentos de las redes de sensores de aplicación en los ambientes inteligentes. Estos conocimientos permitirán al estudiante el diseño y desarrollo de dispositivos electrónicos integrables en entornos inteligentes y capaces de monitorizar al usuario y al entorno.

### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Teniendo en cuenta las titulaciones que dan acceso al máster, no es necesario ningún conocimiento previo adicional para cursar esta materia. Son necesarios conocimientos previos en sistemas electrónicos digitales y sistemas electrónicos con microprocesadores. Es muy recomendable la experiencia previa en programación con microcontroladores.

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1. Competencias

#### COMPETENCIAS BÁSICAS:

**CB6.** Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

**CB7.** Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

**CB10.** Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto dirigido o autónomo.

#### COMPETENCIAS GENERALES

**CG1.** Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la ingeniería de telecomunicación.

**CG12.** Poseer habilidades para el aprendizaje continuado, autodirigido y autónomo.

#### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

**CE12.** Capacidad para utilizar dispositivos lógicos programables, así como para diseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analógicos como digitales. Capacidad para diseñar componentes de comunicaciones como por ejemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores y receptores en diferentes bandas.

**CE14.** Capacidad para desarrollar instrumentación electrónica, así como transductores, actuadores y sensores.

**CE15.** Capacidad para la integración de tecnologías y sistemas propios de la Ingeniería de Telecomunicación, con carácter generalista, y en contextos más amplios y multidisciplinares como por ejemplo en bioingeniería, conversión fotovoltaica, nanotecnología, telemedicina.

### 2.2. Resultados de aprendizaje

- Conocer los fundamentos de las redes de sensores de aplicación en los ambientes inteligentes.
- Conocer los principales estándares internacionales y protocolos utilizados en redes de sensores inalámbricas.
- Conocer las implicaciones energéticas asociadas a las redes de sensores.
- Conocer las implicaciones en el diseño de inteligencia artificial en sensores inteligentes
- Continuar adquiriendo de manera autónoma nuevos conocimientos técnicos relacionados con las redes de sensores.

### 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

Dentro del ámbito de los entornos inteligentes e Internet de las Cosas, las redes de sensores inteligentes son claves. Su utilidad se centra no solo en la capacidad de automatización y de adaptación del entorno, sino también en la mejora de aspectos relacionados con el consumo energético. En este aspecto es de gran importancia el conocimiento de las tecnologías utilizadas, y las emergentes, para implementar dispositivos electrónicos sensores y actuadores.

Los conocimientos, aptitudes y habilidades adquiridos a través de esta asignatura, junto con los del resto del Máster, deben permitir al estudiante desarrollar las competencias anteriormente expuestas, así como abordar con garantías la realización de una tesis doctoral en el ámbito de las redes de sensores, o desempeñar adecuadamente una labor profesional en el mencionado ámbito.

## 3. Evaluación

### 3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación:

#### **E1 Asistencia y evaluación de los contenidos teóricos y de las prácticas**

Se utilizarán las prácticas para iniciar y orientar al alumno en la realización del trabajo práctico. Se evaluará el trabajo realizado en las sesiones de laboratorio dentro del trabajo práctico. Además la asistencia se considera obligatoria por ser parte fundamental del aprendizaje. Los estudiantes tendrán que realizar los cuestionarios teóricos y entregar los informes correspondientes a cada uno de los bloques prácticos.

Esta actividad se calificará de 0 a 10 puntos y supondrá el 40% de la calificación del estudiante en la asignatura.

#### **E2 Proyecto de asignatura: Diseño de un sensor inteligente**

Se propondrá una actividad de trabajo práctico en grupo para aplicar los diferentes conceptos y contenidos vistos en las clases teóricas. Este método de aprendizaje supone una aproximación a la actividad profesional y a un estilo de aprendizaje más autónomo, más eficiente y que permite al alumno la adquisición de aquellas competencias profesionales que serán más útiles en su práctica profesional.

El trabajo se realizará en grupos de alumnos. Se propondrá una especificación inicial del trabajo. Esta especificación se proporciona en un documento junto con un índice de capítulos que el grupo ha de completar. En la fase inicial, el grupo ha de decidir cómo realizarlo y el reparto de tareas. Esto se incluirá en el documento de trabajo y ha de ser aprobado por el profesor para continuar la realización. La entrega final incluirá:

- Presentación del prototipo.
- Exposición oral del trabajo realizado.
- Cuaderno de trabajo con una descripción completa del trabajo realizado, reparto de tareas, cálculos realizados, diario de trabajo y cuanta documentación se considere necesaria para documentar el trabajo.

Esta actividad se calificará de 0 a 10 puntos y supondrá el 30% de la calificación del estudiante en la asignatura.

### **E3 Artículo de investigación**

Relacionado con los contenidos teóricos del curso, el estudiante deberá redactar en formato artículo un estudio de alguno de los temas (a acordar con el profesor). Deberá además leer y valorar los trabajos del resto de compañeros y realizar una presentación de su trabajo en clase.

Esta actividad se calificará de 0 a 10 puntos y supondrá el 30% de la calificación del estudiante en la asignatura.

### **Calificación global:**

La asignatura se evalúa en la modalidad de evaluación global con las actividades anteriormente señaladas.

Alternativamente el alumno tiene la posibilidad de superar la asignatura mediante la evaluación global en las convocatorias oficiales. La evaluación se realizará mediante presentación de trabajo de la asignatura y prueba teórico-práctica en las fechas establecidas por el centro.

## **4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos**

### **4.1. Presentación metodológica general**

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

- En las clases de teoría se expondrán las bases teóricas de las redes de sensores y del diseño electrónico de los nodos así como su aplicación a los entornos inteligentes e Internet de las Cosas.
- Se realizarán prácticas de laboratorio, en grupos reducidos se desarrollarán problemas y diseños representativos y se harán montajes con redes de sensores.
- En el desarrollo del proyecto el estudiante será responsable de desarrollar el trabajo actuando el profesor como tutor del mismo.
- El profesor definirá diferentes áreas de investigación para que los estudiantes realicen los artículos de investigación específicos así como las presentaciones asociadas.

### **4.2. Actividades de aprendizaje**

**A01 y A02 Clase magistral y problemas (25 horas):** En esta actividad se expondrán los contenidos fundamentales de la materia y se realizarán un conjunto de problemas representativos. Esta actividad se realizará en el aula de forma presencial. Los materiales que se expondrán en las clases magistrales estarán a disposición de los alumnos a través del Anillo Digital Docente.

**A03 Prácticas de laboratorio (25 horas):** Las prácticas están estructuradas en 6 tareas. Los enunciados de las prácticas estarán a disposición de los alumnos a en el Anillo Digital Docente.

**A07 Estudio (94 horas):** Esta actividad comprende tanto el estudio personal encaminado a lograr el seguimiento adecuado de la asignatura, preparar las sesiones de laboratorio, las tareas del trabajo de investigación y las tutorías.

**A08 Pruebas de evaluación (6 horas):** La actividad de evaluación comprende la presentación del trabajo y artículo de investigación.

### **4.3. Programa**

#### **Programa teórico:**

1. Presentación de la asignatura y evaluación
2. Introducción sobre la IoT
  1. Aplicaciones e implicaciones
  2. Arquitectura y componentes de la IoT
4. Cómo realizar un estado del arte crítico
5. Introducción sobre redes de sensores
  1. Capas ISO-OSI. Capa física. Capa MAC
  2. Topología de red. Sincronización. Enrutamiento. Seguridad
  3. Protocolos estándares en las redes de sensores. PAN (BLE)-LAN (ZigBee, WIFI, 6LowPAN)-LPWAN (Lora,

- SigFox, NBIOT)
4. Gestión de los datos. Codificación-Interoperabilidad.
  7. Diseño electrónico de un nodo sensor inteligente
    1. Almacenamiento y gestión energética.
    2. Arquitectura hardware y selección de componentes.
    3. Arquitectura firmware. Sistemas operativos en tiempo real.
  9. Diseño de la inteligencia de un nodo sensor inteligente
    1. Arquitectura firmware. Capas del procesado de datos en sistema embebido.
    2. Metodología de diseño de la inteligencia. Diseño de la experimentación, toma de datos y desarrollo de la algoritmia.
    3. Implementación y evaluación de la algoritmia.

#### **Programa práctico:**

1. Comunicación, gestión y representación de datos de sensores con Python.
2. ESP32 como plataforma de prototipado rápido de sensores. TIMER. I/Os. UART. ADC. Interrupciones. Buses serie (I2C y SPI). Lectura de datos de sensores
3. Comunicaciones WIFI desde microcontrolador. Stack IP y subida de datos a la nube.
4. Comunicaciones BLE y Bluetooth.
5. Comunicaciones Lora y LoraWAN.
6. Comunicaciones ZigBee.

#### **4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave**

Las clases magistrales y de problemas y las sesiones de prácticas en el laboratorio se imparten según horario establecido por el centro (horarios disponibles en su página web). El resto de actividades se planificará en función del número de alumnos y se dará a conocer con la suficiente antelación.

El calendario detallado de las diversas actividades a desarrollar se establecerá una vez que la Universidad y el Centro hayan aprobado el calendario académico (el cual podrá ser consultado en la página web del centro). A título orientativo:

- Período de clases: primer cuatrimestre (otoño).
- Clases de teoría y problemas-casos: cada semana hay programadas clases de teoría y/o problemas-casos en el aula.
- Sesiones prácticas de laboratorio: el estudiante realizará sesiones prácticas de laboratorio y entregará trabajos asociados a las mismas.
- Entrega de trabajos: se informará adecuadamente en clase de las fechas y condiciones de entrega.

#### **4.5. Bibliografía y recursos recomendados**

Estarán disponibles en <http://moodle2.unizar.es>:

- Transparencias de la asignatura: son considerados los apuntes de la asignatura.
- Guiones de prácticas.
- Materiales docentes complementarios: conjunto de materiales de utilidad para la asignatura: catálogos de fabricantes, hojas de características de componentes, manuales de instrumentación de laboratorio, etc.
- Publicaciones científicas relacionadas con las redes de sensores