



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería y Sistemas  
de Telecomunicación

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**595000518 - Redes De Sensores**

### PLAN DE ESTUDIOS

59ID - Grado En Ingeniería Y Sistemas De Datos

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	13

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	595000518 - Redes de Sensores
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Segundo curso
<b>Semestre</b>	Cuarto semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	59ID - Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos
<b>Centro responsable de la titulación</b>	59 - Escuela Técnica Superior De Ingeniería Y Sistemas De Telecomunicación
<b>Curso académico</b>	2022-23

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Mariano Ruiz Gonzalez (Coordinador/a)		mariano.ruiz@upm.es	- -
Miguel Angel Valero Duboy		miguelangel.valero@upm.es	Sin horario.
Manuel Cesar Rodriguez Lacruz		mcesar.rlacruz@upm.es	Sin horario.

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Sistemas De Adquisición De Datos
- Programación Para Big Data
- Redes Y Servicios De Comunicaciones

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CB01 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio

CB02 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio

CB03 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética

CB04 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

CB05 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

CE06 - Que los estudiantes tengan la capacidad de construir la infraestructura necesaria para la generación, transformación y transmisión de datos de cualquier fuente, volumen o velocidad.

CE07 - Que los estudiantes sepan desplegar, configurar y utilizar infraestructuras de computación conectadas de altas prestaciones para el almacenamiento y tratamiento de datos, en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación, tanto en la nube como en sistemas locales y centros de procesado de datos.

CE09 - Que los estudiantes tengan la capacidad de aplicar las características, funcionalidades y estructura de Internet y las redes de ordenadores a la construcción de infraestructuras e integración de aplicaciones telemáticas y servicios.

CE11 - Que los estudiantes sean capaces de diseñar y operar sistemas de almacenamiento y transmisión de datos teniendo en cuenta estrategias y requisitos de seguridad y privacidad, políticas de acceso a los datos, con capacidad de prever ataques y subsanar vulnerabilidades.

CE17 - Que los estudiantes tengan la capacidad de utilizar los fundamentos de la programación, sistemas operativos, bases de datos, tecnología web y las redes y servicios de telecomunicación en proyectos de ingeniería de datos y sistemas.

CE21 - Que los estudiantes sean capaces de aplicar de manera adecuada la normativa, legislación y regulaciones relativas a los sistemas y servicios específicos de la titulación, así como las especificaciones, estándares y directivas técnicas en función de las características, los requisitos y la funcionalidad que deban implementarse.

CG01 - Tener capacidad de trabajar en entornos internacionales y multidisciplinares, haciendo uso de la lengua inglesa en forma oral y escrita.

CG03 - Ser capaz de explicar de forma oral o escrita las soluciones planteadas para la resolución de un problema.

CG04 - Saber identificar y utilizar las herramientas de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones más adecuadas para plantear y construir soluciones a problemas

CG05 - Tener la capacidad de concebir y proponer soluciones creativas aplicando los métodos científico y de ingeniería para la definición y resolución de problemas formalizando los objetivos buscados y considerando los recursos disponibles.

CG09 - Desarrollar la capacidad de aprendizaje a lo largo de la vida (lifelong learning) para adaptarse a un sector tecnológico en continua evolución.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA044 - Diseñar y analizar nodos intermedios entre sensores y la nube para la gestión de recursos y servicios parciales.

RA045 - Diseñar sistemas y su planificación de tareas para bajo consumo.

RA042 - Analizar, diseñar y gestionar sistemas empotrados distribuidos para adquisición de datos.

RA043 - Analizar la escalabilidad, tolerancia a fallos y seguridad de sistemas empotrados distribuidos.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura se centra en el estudio de las redes inalámbricas de sensores orientado al Big Data y contextualizado en el mundo de Internet de las Cosas.

Se estudian:

- los modelos de arquitecturas de redes de sensores más habituales y los distintos elementos que las integran. De igual manera se abordan las distintas estrategias de diseño y el fog computing.
- las tecnologías de comunicación que posibilitan el intercambio de información entre sensores y actuadores y la nube y/o servidores ubicados en Internet.
- los aspectos relacionados como son la geolocalización, el context awareness, la seguridad, la escalabilidad y la tolerancia a fallos de estas redes.
- la arquitectura hardware y software de los nodos y los gateways.
- las herramientas básicas para desarrollar un ejemplo de red de sensores aplicada a un problema.

## 5.2. Temario de la asignatura

### 1. Introducción a las redes de sensores

- 1.1. Introducción al paradigma IoT (Internet de las Cosas)
- 1.2. Características y Arquitecturas de las redes de sensores
  - 1.2.1. Sensores y actuadores
  - 1.2.2. Nodos, Gateway y nubes
  - 1.2.3. Comunicaciones
- 1.3. Estrategias de diseño: basadas en modelos y verificación formal
- 1.4. Gestión de recursos y servicios en nodos intermedios (fog computing)

### 2. Comunicaciones entre nodos

- 2.1. Introducción a las tecnologías inalámbricas. Conceptos generales de WSN y Wi-Fi (IEEE 802.11b/g)
- 2.2. Low-power short-range networks
  - 2.2.1. Niveles físico y enlace: IEEE 802.15.4. Introducción a Bluetooth LE.
  - 2.2.2. Niveles de red y aplicación: 6LoWPAN y ZigBee
  - 2.2.3. Formación de rutas de encaminamiento. Sincronización
- 2.3. Low-power wide-area networks
  - 2.3.1. LoRa/LoRaWAN, Sigfox
  - 2.3.2. Introducción a las Tecnologías 3GPP
- 2.4. Geolocalización y context awareness
- 2.5. Conceptos básicos de seguridad en redes de sensores
- 2.6. Gestión distribuida de adquisición de datos. Escalabilidad y tolerancia a fallos

### 3. Arquitectura de los nodos y concentradores en una red inalámbrica de sensores

- 3.1. Arquitectura HW: principales elementos e interfaces digitales
  - 3.1.1. Elemento de procesamiento principal.
  - 3.1.2. Periféricos.
  - 3.1.3. Interfaces radio.
  - 3.1.4. Elementos de alimentación.
  - 3.1.5. Operación en bajo consumo. o Almacenamiento de datos, firmware, información de identificación

crítica y datos seguros

3.1.6. Arquitectura de un concentrador

3.2. Arquitectura SW

3.2.1. Uso directo del hardware y sistemas operativos ligeros.

3.2.2. Herramientas estandarizadas para el desarrollo de SW.

3.2.3. Sistemas distribuidos: sincronización, algoritmos de coordinación y consenso.

3.2.4. Elementos SW en un concentrador

4. Desarrollo de aplicaciones con Redes de Sensores

4.1. Ciclo de diseño de una aplicación.

4.2. Modelos. Herramientas HW y SW.

4.3. Despliegue de una red de sensores.

4.4. Optimización del consumo en los nodos. Técnicas disponibles en el HW y en el SW.

4.5. Buenas prácticas para la mejora de la seguridad.

4.6. Visualización de datos y generación de reportes.



## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Presentación de la asignatura. Tema 1.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 1. Introducción a las redes de sensores</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 2. Comunicaciones entre nodos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Tema 2. Comunicaciones entre nodos</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Tema 2. Comunicaciones entre nodos</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>Tema 3. Arquitectura de los nodos y concentradores en una red inalámbrica de sensores</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	<b>Tema 3. Arquitectura de los nodos y concentradores en una red inalámbrica de sensores</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	<b>Tema 3. Arquitectura de los nodos y concentradores en una red inalámbrica de sensores</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	<b>Tema 4. Desarrollo de aplicaciones con Redes de Sensores.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9	<b>Tema 4. Desarrollo de aplicaciones con Redes de Sensores.</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Tema 3. Arquitectura de los nodos y concentradores en una red inalámbrica de sensore</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

10	<b>Tema 4. Desarrollo de aplicaciones con Redes de Sensores.</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Tema 3. Arquitectura de los nodos y concentradores en una red inalámbrica de sensore</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Examen Escrito: a) Test b) Preguntas cortas</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:30
11		<b>Tema 3. Arquitectura de los nodos y concentradores en una red inalámbrica de sensore</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
12		<b>Tema 3. Arquitectura de los nodos y concentradores en una red inalámbrica de sensore</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
13		<b>Tema 3. Arquitectura de los nodos y concentradores en una red inalámbrica de sensore</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14				
15				<b>Examen Escrito</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:30
16				
17				<b>Examen Escrito a) Test b) Preguntas cortas</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:30  <b>Examen Escrito</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:30

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
10	Examen Escrito: a) Test b) Preguntas cortas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	50%	/ 10	CG04 CG09 CB02 CB05 CE17 CE06 CE09 CB01 CB03 CE07
15	Examen Escrito	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	50%	/ 10	CG04 CG09 CB02 CB05 CE17 CE06 CE09 CB01 CB03 CE07

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen Escrito a) Test b) Preguntas cortas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	50%	/ 10	CG04 CG09 CB02 CB05 CE17 CE06 CE09 CB01 CB03 CE07

17	Examen Escrito	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	50%	/ 10	CG09 CB02 CB05 CE17 CE06 CE09 CB01 CB03 CE07 CG04
----	----------------	-------------------------------------	------------	-------	-----	------	--

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen escrito	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	50%	/ 10	CG04 CG09 CB02 CB05 CE17 CE06 CE09 CB01 CB03 CE07
Examen escrito	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	50%	/ 10	CG09 CB02 CG04 CB05 CE17 CE06 CE09 CB01 CB03 CE07

## 7.2. Criterios de evaluación

Los criterios para la evaluación progresiva, final y extraordinaria son:

a) Examen escrito tipo test:

a.1: Tipo test. Verificación de las respuestas a las preguntas planteadas.

b) Examen escrito

a.2 : Análisis de código de aplicaciones. Escritura de código. . Comprobación del detalle de los contenidos incluidos y resultado alcanzados.

a.3: Preguntas con respuestas concretas para resolver problemas de redes de sensores. Claridad en las explicaciones. Claridad en los desarrollos matemáticos. Claridad en la descripción de la solución a problemas relacionados basados en las tecnologías utilizadas.

Los criterios para la evaluación por prueba final y extraordinaria son:

a) Examen escrito tipo test:

a.1: Tipo test. Verificación de las respuestas a las preguntas planteadas.

b) Examen escrito

a.2 : Análisis de código de aplicaciones. Escritura de código. . Comprobación del detalle de los contenidos incluidos y resultado alcanzados.

a.3: Preguntas con respuestas concretas para resolver problemas de redes de sensores. Claridad en las explicaciones. Claridad en los desarrollos matemáticos. Claridad en la descripción de la solución a problemas relacionados basados en las tecnologías utilizadas.

La superación de cualquiera de las partes que componen la evaluación se mantendrá durante todo el curso. Los

alumnos pueden repetir actividades de evaluación en la convocatoria ordinaria manteniéndose la mejor calificación obtenida.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
1. Plataforma B-L072Z-LRWAN1 LoRa@/Sigfox?	Equipamiento	Entorno de desarrollo hardware para soluciones con LORA/LORAWAN basado en microcontrolador STM32
Entorno keil microvision	Equipamiento	Entorno profesional de desarrollo software para microcontroladores ARM
Gateway Lora/Lorawan	Equipamiento	Infraestructura de comunicaciones inalámbrica Lora
Entorno en la nube ResloT	Equipamiento	Aplicación en la nube para desarrollo de soluciones de IoT usando redes de sensores
Moodle de la asignatura	Recursos web	Moodle específico de la asignatura
Ordenador Personal	Equipamiento	Ordenador personal para el desarrollo de aplicaciones software
Material bibliográfico	Bibliografía	Pendiente de concretar

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura esta relacionada con los objetivos ODS9 y ODS12.

El despliegue de redes de sensores y las aplicaciones desarrolladas con ellos permiten acometer soluciones que tienen un impacto elevado en las mejoras de funcionamiento de los entornos industriales, de aplicaciones relacionadas con el medio ambiente y con la mejora de la calidad de vida. En el desarrollo de la asignatura se tratarán con detalles los aspectos del despliegue de redes de sensores minimizando el consumo energético de los mismos así como la contaminación electromagnética que generan.