ANX-PR/CL/001-01
GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

95000518 - Redes De Sensores

PLAN DE ESTUDIOS

09ID - Grado En Ingenieria Y Sistemas De Datos

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - 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....13
9. Otra información....14

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	95000518 - Redes de Sensores
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Segundo curso
Semestre	Cuarto semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	09ID - Grado en Ingenieria y Sistemas de Datos
Centro responsable de la titulación	09 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros De Telecomunicacion
Curso académico	2023-24

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Patricia Arroba Garcia		p.arroba@upm.es	Sin horario.
Jose Manuel Moya Fernandez (Coordinador/a)		jm.moya@upm.es	- -

* 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 Ingenieria 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.

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.

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, la conciencia del contexto, 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 conciencia del contexto
   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 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 de bajo consumo

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 en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	**Presentación de la asignatura. Tema 1** Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	**Tema 1. Introducción a las redes de sensores** Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral **Tema 2. Comunicaciones entre nodos** Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	**Tema 2. Comunicaciones entre nodos** Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	**Tema 2. Comunicaciones entre nodos** Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	**Ejercicio práctico de comunicaciones** Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5	**Tema 3. Arquitectura de los nodos y concentradores en una red inalámbrica de sensores** Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	**Tema 3. Arquitectura de los nodos y concentradores en una red inalámbrica de sensores** Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			**Examen temas 1 y 2 (tipo test)** EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
7	**Tema 3. Arquitectura de los nodos y concentradores en una red inalámbrica de sensores** Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	**Tema 4. Desarrollo de aplicaciones con redes de sensores** Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9	**Tema 4. Desarrollo de aplicaciones con redes de sensores** Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			

10	**Tema 4. Desarrollo de aplicaciones con redes de sensores** Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	**Ejercicio práctico de aplicaciones distribuidas** Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
11	**Tema 4. Desarrollo de aplicaciones con redes de sensores** Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
12		**Trabajo colaborativo para la definición del alcance de la práctica** Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
13		**Trabajo colaborativo para la definición de la arquitectura HW y SW de la práctica** Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14		**Trabajo colaborativo sobre la implementación de la práctica** Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		**Evaluación práctica desarrollada: memoria y presentación** EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
15				
16				
17				**Examen temas 3 y 4 (tipo test)** EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00 **Examen escrito** EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00 **Examen final de teoría** EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00 **Examen final de prácticas** EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 02:00

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 (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
6	Examen temas 1 y 2 (tipo test)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	10%	4 / 10	CB05 CE17
14	Evaluación práctica desarrollada: memoria y presentación	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	30%	4 / 10	CB01 CB02 CB03 CB04 CB05 CG03 CG04 CG05 CE06 CE07 CE11 CE17
17	Examen temas 3 y 4 (tipo test)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	10%	4 / 10	CB01 CG04 CE06 CE07 CE17
17	Examen escrito	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	4 / 10	CB01 CB02 CB03 CB04 CB05 CG03 CG04 CG05 CE06 CE07 CE17

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final de teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	70%	4 / 10	CB01 CB02 CB03 CG03 CG04 CG05 CE07 CE17
17	Examen final de prácticas	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	No Presencial	02:00	30%	4 / 10	CB01 CB02 CB03 CB04 CB05 CG03 CG04 CG05 CE06 CE11 CE17

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen extraordinario de teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	70%	4 / 10	CB01 CB02 CB03 CB04 CG03 CG04 CG05 CE06 CE07 CE11 CE17

Examen extraordinario práctico	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	30%	4 / 10	CB01 CB02 CB03 CB04 CG03 CG04 CG05 CE06 CE07 CE11 CE17

7.2. Criterios de evaluación

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación en las convocatorias ordinaria y extraordinaria usarán los mismos tipos de técnicas evaluativas.

CONVOCATORIA ORDINARIA: Los estudiantes serán evaluados mediante el sistema de evaluación progresiva que consistirá en las siguientes actividades:

1. Tests de conceptos básicos:

Los tests de conceptos básicos se realizarán en el Moodle de la asignatura de forma presencial en el aula y en total supondrán un 20% de la nota final, distribuyéndose el peso homogéneamente entre todos los tests realizados. Cada test se realizará al finalizar la unidad didáctica de los contenidos que se evalúan, sin avisar, en horario de clase. Si no da tiempo a realizar alguno de los tests durante el curso, se realizará junto con la prueba de examen final.
Estos tests serán actividades de evaluación no recuperables en la convocatoria ordinaria. Si un estudiante no puede asistir a uno de estos tests por una causa justificada contemplada en la normativa de evaluación de la UPM, tendrá derecho a ser evaluado del mismo durante el examen final de la convocatoria ordinaria. Para solicitar la recuperación de la prueba, el estudiante enviará un correo electrónico a la coordinadora, adjuntando el justificante correspondiente.

2. Entrega de las prácticas:

Los estudiantes, realizarán en grupo la entrega de una práctica a lo largo del curso, con entregas parciales voluntarias. Esta práctica supondrá un 30% de la nota final. Se entregará una memoria técnica y el código correspondiente. El número de integrantes de cada grupo se indicará en el enunciado de la práctica. Si un alumno ha entregado la práctica y ha obtenido una calificación media de al menos 5 puntos sobre 10, el bloque de prácticas se considerará liberado, y podrá mantener la calificación obtenida para la convocatoria extraordinaria.

3. Examen final:

El examen final será de tipo examen escrito y tendrá un carácter teórico-práctico. Esta prueba supondrá un 50% de la nota final y se realizará en la convocatoria oficial propuesta por la Junta de escuela. Para poder aprobar en la convocatoria ordinaria, es necesario obtener una nota mínima de 4 puntos (sobre 10) en el examen final.

Examen final de prácticas:

Si algún estudiante no ha realizado la entrega de las prácticas durante el curso, podrá realizar la evaluación por examen final de prácticas. Esta actividad de evaluación será individual para cada estudiante. Será necesario haber entregado en Moodle, antes del día del examen, la memoria técnica y el código correspondiente de la práctica propuesta (se entregará una descripción de la práctica a realizar al menos 48 horas antes del plazo de entrega). En el momento de la entrega se realizarán algunas preguntas de control sobre la práctica realizada. Esta actividad de evaluación sustituye a la entrega de los tres retos durante el curso y supone un 30% de la nota final. La contestación incorrecta de las preguntas de control supondrá la anulación de la práctica.

La asignatura se aprobará cuando se obtenga una calificación mayor o igual a 5 puntos sobre un total de 10. Dicha calificación es la suma de las calificaciones correspondientes a las diferentes actividades de evaluación (test de conceptos básicos, entregas de las prácticas o examen final de prácticas y examen final teórico-práctico por escrito).

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: la evaluación de la asignatura en su convocatoria extraordinaria consistirá en las siguientes actividades:

1. Examen final:

El examen final será de tipo examen escrito y tendrá un carácter teórico-práctico. Esta prueba supondrá un 70%

de la nota final y se realizará en la convocatoria oficial propuesta por la Junta de escuela. Para poder aprobar en la convocatoria extraordinaria, es necesario obtener una nota mínima de 5 puntos (sobre 10) en el examen final.

2. Examen final de prácticas.

Esta actividad de evaluación será individual para cada estudiante. Será necesario haber entregado en Moodle, antes del día del examen, la memoria técnica y el código correspondiente a la práctica propuesta (se entregará una descripción del sistema a realizar al menos 48 horas antes del plazo de entrega). En el momento de la entrega se realizarán algunas preguntas de control a cada estudiante sobre la práctica realizada. Esta prueba supondrá un 30% de la nota final. La contestación incorrecta de las preguntas de control supondrá la anulación de la práctica.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Espacio Moodle de la asignatura	Recursos web	
Jiacun Wang. Real-Time Embedded Systems. First Edition. Wiley, 2017. ISBN: 9781118116173	Bibliografía	
A. Burns y A.J. Wellings. Real-time Systems and Programming Languages: Ada, Real-Time Java and C/Real-Time POSIX. Fourth Edition. International computer science series. Addison- Wesley, 2009. ISBN: 9780321417459	Bibliografía	
Richard Barry. Mastering the FreeRTOS Real Time Kernel, A Hands-On Tutorial Guide. Pre-release 161204 Edition. Real Time Engineers Ltd, 2016	Bibliografía	

George Coulouris, Jean Dollimore,? Tim Kindberg, and? Gordon Blair. Distributed Systems: Concepts and Design (5th Edition). Pearson, 2011	Bibliografía	
Diego Ongaro and John Ousterhout. In Search of an Understandable Consensus Algorithm (Extended Version)	Bibliografía	
Edward A. Lee y Sanjit A. Seshia. Introduction to Embedded Systems: A Cyber-Physical Systems Approach. Second Edition. MIT Press, 2015. ISBN: 978-0-262-53381-2	Bibliografía	

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura esta relacionada con los objetivos ODS9, ODS11 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 los 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.