



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S.I en Topografía, Geodesia
y Cartografía

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

125000437 - Redes Inalambricas De Sensores

PLAN DE ESTUDIOS

12TG - Grado En Ingenieria De Las Tecnologias De La Informacion Geoespacial

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.....	3
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	7
8. Recursos didácticos.....	11
9. Otra información.....	12

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	125000437 - Redes Inalambricas de Sensores
No de créditos	4.5 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Tercero curso
Semestre	Sexto semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	12TG - Grado en Ingenieria de las Tecnologias de la Informacion Geoespacial
Centro responsable de la titulación	12 - E.T.S.I. En Topografía, Geodesia Y Cartografía
Curso académico	2023-24

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Fco. Javier Ramirez Ledesma (Coordinador/a)	A4410	javier.ledesma@upm.es	Sin horario. Por determinar.
Jesus Rodriguez Molina	A4415	jesus.rodriguez@upm.es	Sin horario. Por determinar.

* 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

- Bases De Datos
- Programacion li
- Bases De Datos Espaciales
- Redes Y Servicios De Telecomunicacion

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingeniería de las Tecnologías de la Información Geoespacial no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CFB03 - Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería.

CG07 - Capacidad de diseño y gestión de grandes bases de datos georreferenciados de información dinámica procedente de redes de sensores para analizar y visualizar espacialmente los datos junto a su dependencia temporal.

CG08 - Diseñar, desarrollar, gestionar y ejecutar proyectos relacionados con esta ingeniería en el ámbito de la investigación, innovación o producción.

CIST01 - Conocimiento y utilización de los conceptos de arquitectura de red, protocolos e interfaces de comunicaciones

CT01 - COMUNICACIÓN ORAL Y ESCRITA Capacidad para transmitir conocimientos y expresar ideas y argumentos de manera clara, rigurosa y convincente, tanto de forma oral como escrita, utilizando los recursos gráficos y los medios necesarios adecuadamente y adaptándose a las características de la situación y de la audiencia.

CT02 - USO DE LAS TIC Capacidad sobre conocimientos tecnológicos que permitan desenvolverse cómodamente y así afrontar los retos que la sociedad le va a imponer en su quehacer profesional en permanente autoformación

CT09 - RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS Desarrollar en los alumnos una actitud mental mediante la aplicación de procedimientos estructurados de resolución de problemas que promueva su capacidad de aprender, comprender y aplicar conocimientos de forma autónoma

CT10 - ANÁLISIS Y SÍNTESIS Capacidad de reconocer y describir los elementos constitutivos de una realidad y proceder a organizar la información significativa según criterios preestablecidos adecuados a un propósito.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA193 - Comprender el funcionamiento de una red inalámbrica de sensores

RA192 - Identificar los componentes de una red inalámbrica de sensores.

RA194 - Comprender la arquitectura y principales protocolos de comunicación de una red inalámbrica de sensores

RA195 - Conocer el despliegue de redes inalámbricas de sensores en entornos geoespaciales.

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 aplicado a los entornos geoespaciales 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.

Se estudian las tecnologías de comunicación que habilitan el intercambio de información entre sensores y actuadores.

También se estudia cómo alojar los datos recogidos desde los sensores en la nube y cómo pueden ser utilizados en la implementación de aplicaciones que procesen los datos y, si fuera necesario, operen los actuadores.

5.2. Temario de la asignatura

1. Arquitectura de una red de sensores inalámbricos
 - 1.1. Introducción al paradigma IoT (Internet de las Cosas)
 - 1.2. Modelos de arquitecturas de redes de sensores
 - 1.2.1. Sensores y actuadores
 - 1.2.2. Nodos, Gateway y nubes
 - 1.2.3. Comunicaciones
2. Nodos de una red inalámbrica de sensores
 - 2.1. Plataformas hardware de bajo consumo
 - 2.2. Sistemas operativos ligeros
3. Comunicaciones entre nodos
 - 3.1. Introducción a las tecnologías inalámbricas. Conceptos generales de WSN y Wi-Fi (IEEE 802.11b/g)
 - 3.2. Low-power short-range networks
 - 3.2.1. Niveles físico y enlace: IEEE 802.15.4, e introducción a Bluetooth LE.
 - 3.2.2. Niveles de red y aplicación: encaminamiento dinámico (AODV, RPL), 6LoWPAN y ZigBee
 - 3.2.2.1. Formación de rutas de encaminamiento. Sincronización
 - 3.3. Low-power wide-area networks
 - 3.3.1. LoRa/LoRaWAN, Sigfox
 - 3.3.2. Introducción a las Tecnologías 3GPP
 - 3.4. Geolocalización y context awareness en las diferentes tecnologías
4. Modelo de comunicación M2M
 - 4.1. Middleware
 - 4.2. Publicación/suscripción
 - 4.3. Nubes de almacenamiento, procesado y toma de decisión
 - 4.4. Aplicaciones de interacción con sensores y actuadores
5. Proyecto de creación de una red de sensores en entornos geoespaciales

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Tema 1. Arquitectura de una red de sensores inalámbricos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 2. Nodos de una red inalámbrica de sensores Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Tema 2. Nodos de una red de sensores inalámbricos Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Proyecto Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
3	Tema 3 Comunicaciones entre nodos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Proyecto Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
4		Proyecto. Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5	Tema 3. Comunicaciones entre nodos Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6		Proyecto. Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
7	Tema 3. Comunicaciones entre nodos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Design thinking. Planteamiento. Duración: 00:30 DT: Design Thinking Reto. Planteamiento. Duración: 00:30 AR: Aprendizaje basado en retos		
8		Proyecto. Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
9	Tema 3.- Comunicación entre nodos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Evaluación 1ª parte del Proyecto EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 01:00

10	Tema 4.- Modelo de comunicación M2M Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Proyecto. Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
11		Proyecto. Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
12		Proyecto. Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Evaluación 2ª parte del Proyecto EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
13		Proyecto. Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Evaluación Reto y Diseño. Trabajo en grupo PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
14		Proyecto. Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
15				
16				
17				Evaluación 3ª parte del Proyecto EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 02:30 Examen de teoría EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 01:00

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
9	Evaluación 1ª parte del Proyecto	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	19%	0 / 10	CFB03 CT02 CT09
12	Evaluación 2ª parte del Proyecto	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	20%	0 / 10	CIST01 CFB03 CG08 CT01 CT09
13	Evaluación Reto y Diseño. Trabajo en grupo	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	10%	0 / 10	CIST01 CFB03 CG07 CG08 CT01 CT02 CT09 CT10
17	Evaluación 3ª parte del Proyecto	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:30	21%	5 / 10	CIST01 CFB03 CG07 CG08 CT01 CT02 CT09 CT10
17	Examen de teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	30%	3.8 / 10	CIST01 CFB03 CT02 CT09 CT10

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
-----	-------------	-----------	------	----------	-----------------	-------------	------------------------

17	Evaluación 3ª parte del Proyecto	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:30	21%	5 / 10	CIST01 CFB03 CG07 CG08 CT01 CT02 CT09 CT10
17	Examen de teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	30%	3.8 / 10	CIST01 CFB03 CT02 CT09 CT10

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen de Teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	30%	3.8 / 10	CIST01 CFB03 CT02 CT09 CT10
Evaluación del Proyecto	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	03:00	60%	5 / 10	CIST01 CFB03 CG07 CG08 CT01 CT02 CT09 CT10

7.2. Criterios de evaluación

El aprobado se consigue obteniendo una calificación de 5 sobre 10 puntos sumando las calificaciones ponderadas indicadas y teniendo en cuenta que hay que superar las notas mínimas de cada parte.

Evaluación progresiva

La evaluación progresiva se realiza en base a los siguientes componentes:

- Un examen tipo cuestionario (y/o preguntas de respuesta corta) que evalúa contenidos teóricos y puede contener cuestiones relacionadas con las tecnologías, plataformas, programas utilizados en el proyecto práctico. El examen puede contener cuestiones expuestas en las presentaciones y/o debate del "Reto" y del "Diseño de un caso de uso".
- Evaluación de un proyecto práctico, en el que se desarrolla y despliega una red inalámbrica de sensores, el cual se aborda en 3 fases. Cada fase tiene su evaluación independiente. En este examen se revisa el correcto desempeño funcional del proyecto, así como su corrección a nivel de diseño o programación. Puede incluirse, como parte del examen, cuestiones escritas tipo test y/o de respuesta corta) relativas al proyecto o tecnologías utilizadas en el mismo. La calificación del proyecto (funcional, diseño, programación) será común para todos los miembros del grupo de trabajo, pero la calificación final, partiendo de la anterior común, se modulará en base al resultado de las cuestiones escritas relativas al conocimiento de su proyecto que cada alumno demuestre, por lo que la calificación final de las fases donde se realice este cuestionario será individualizada.
- Un "Reto" y un "Diseño de un caso de uso". Este componente consiste en un trabajo de búsqueda tecnológica a elección del estudiante. Y de un diseño de un caso de uso siguiendo un criterio "Design Thinking" en el que el propio estudiante plantea la mayor parte de requisitos y presenta su solución. El trabajo se realiza en grupo. Se evalúa mediante una exposición oral del trabajo realizado. Asimismo se abrirá un debate tras las exposiciones, y cuestiones o aspectos expuestos por alumnos o profesorado durante las presentaciones y/o debate podrán formar parte del examen de teoría de la asignatura. Por sus características, **esta prueba no es recuperable** y se realiza el día programado. Si no se presentara a esta prueba, la puntuación máxima en la convocatoria ordinaria y extraordinaria será 9.0 puntos. En las convocatorias ordinaria y extraordinaria se recupera, para calcular la calificación final, la calificación obtenida en esta prueba de evaluación, en su caso.

En la fecha programada para la evaluación de la convocatoria ordinaria de la asignatura, se realizan las dos

últimas pruebas de la evaluación progresiva, a saber: 1) el examen tipo cuestionario para la evaluación teórica, y 2) la evaluación de la tercera fase del proyecto. Ambas permiten obtener el 51% de la calificación de la asignatura, por lo que no se recuperan el resto de fases anteriores. La calificación que se obtuvo en las fases 1 y 2 del proyecto práctico, así como en el "Reto" y en "Diseño de un caso de uso" se suman a la obtenida en la fase 3 y examen de teoría, para conformar la calificación final de la asignatura.

Evaluación global en convocatoria extraordinaria

Se realiza en base a los siguientes componentes:

- Un examen tipo cuestionario (y/o preguntas de respuesta corta) que evalúa contenidos teóricos y puede contener cuestiones relacionadas con las tecnologías, plataformas, programas utilizados en el proyecto práctico. El examen puede contener cuestiones expuestas en las presentaciones/debate del "desafío/diseño de un caso de uso".
- Evaluación de un proyecto práctico, en el que se desarrolla y despliega una red inalámbrica de sensores. El enunciado de este proyecto práctico se publica tras la convocatoria ordinaria. Para la evaluación de este proyecto, se exige la presentación previa de una memoria explicativa del resultado del proyecto, así como el código fuente y pruebas de ejecución que se soliciten, a entregar en moodle con una antelación mínima de 4 días naturales antes de la fecha programada para el examen global de la convocatoria extraordinaria. En esta evaluación se revisa el correcto desempeño funcional del proyecto, así como su corrección a nivel de diseño o programación. Además, puede incluir como parte del examen la solicitud de cuestiones escritas tipo test y/o de respuesta corta relativas al proyecto o las tecnologías utilizadas en el mismo. Podría proponerse, como parte de la evaluación, algún cambio de entidad moderada sobre el enunciado original del proyecto, y el alumno deberá ser capaz de, partiendo de la solución que entregó, diseñar/desarrollar las modificaciones que permitan cumplir la nueva especificación requerida.

Consideraciones adicionales

No se publicará la solución de las pruebas de tipo cuestionario teórico, debido a que esta parte de los exámenes se elabora a partir de un banco de preguntas (que se revisa cada curso) y las preguntas específicas varían entre alumnos. Todo alumno interesado en la resolución de cualquier parte de los exámenes y de las prácticas podrá consultar en tutorías y en los procesos de revisión de examen.

No se publicará la solución de las prácticas de laboratorio, puesto que la parte práctica se diseña como el desarrollo de un proyecto, que puede tener resultados diferentes por parte de cada grupo de alumnos, y suele utilizarse durante varios cursos consecutivos (aunque con algunas variaciones) ya que requiere de hardware

asociado, por lo que la publicación de una solución de referencia muy probablemente afectaría negativamente a la realización de esa práctica en cursos posteriores. En cualquier caso, todo alumno interesado puede consultar y obtener realimentación sobre la solución de cualquier parte de su examen o su práctica concreta, bien sea en tutorías o en los procesos de revisión de examen. Además, al plantear cada parte del proyecto, se proporciona una guía amplia del proceso y materiales a incorporar al sistema que el alumno construye de forma incremental, por lo que, en realidad, la solución de la práctica se plantea previamente como guía para su realización.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Sitio Moodle de la asignatura	Recursos web	Web de la UPM en la que se publicarán recursos bibliográficos, enunciados de los ejercicios prácticos, transparencias de teoría y material de soporte en general de la asignatura. También se habilitarán distintos foros de anuncios y de discusión.
Ordenador personal	Equipamiento	Ordenador personal con conexión a Internet para la realización de los ejercicios prácticos.
Sensores inalámbricos	Equipamiento	Sensores inalámbricos para la realización de prácticas.
Perry Lea, Internet of Things for Architects.	Bibliografía	Perry Lea, Internet of Things for Architects. Packt Publishing Ltd. 2018
Sitio web MQTT (MQ Telemetry Transport)	Recursos web	http://mqtt.org/
Nube ThingSpeak	Recursos web	https://thingspeak.com
Sitio web de Libelium	Recursos web	http://www.libelium.com .
Placa microcontrolador	Equipamiento	Microcontrolador y dispositivos de comunicación inalámbrica.

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

La información contenida en este documento es orientativa y por tanto es susceptible de modificación debido a erratas, omisiones, incidencias no previstas ocurridas durante el curso académico o si el correcto desarrollo de la asignatura así lo aconseja.

Cronograma de la presente guía

El cronograma de actividades presente en esta guía debe entenderse como planificación del orden y duración de los temas y actividades, pero no tiene en cuenta circunstancias como días festivos, comienzo de las clases a mitad de la semana, días con actividad lectiva cambiada para igualar el número de lectivos de cada día de la semana, etc. En el sitio Moodle de la asignatura se publicará un calendario con la planificación de clases que contempla esos detalles.

Modalidad docente de aprendizaje basado en proyectos

Para la parte práctica de la asignatura se utiliza la modalidad docente de aprendizaje basado en proyectos. Para ello, primero se presentan los fundamentos del tema mediante clases tradicionales en el aula; seguidamente se proporcionan materiales didácticos en el Moodle de la asignatura, presentaciones y referencias a guías disponibles en línea; todo ello se aplica de forma incremental para construir el sistema propuesto al inicio de la asignatura.

Modalidad docente de aprendizaje basado en retos

Se planteará un reto tecnológico, que el grupo de alumnos elegirá y expondrá en la fecha reservada para ello. Una vez planteado, su desarrollo se lleva a cabo de forma no presencial por parte del grupo de alumnos.

Modalidad docente de aprendizaje basado en design thinking

Se plantea un caso de uso, en el que el grupo de alumnos elige y plantea una mayoría de sus requisitos y para el que propone una solución a nivel de diseño. Se expondrá en la fecha reservada para ello. Una vez planteado, su desarrollo se lleva a cabo de forma no presencial por parte del grupo de alumnos.

Objetivos de desarrollo sostenible

La asignatura permite a los alumnos aplicar conceptos de redes y de ingeniería adquiridos previamente, integrando transversalmente conceptos de seguridad, redes de ordenadores y sistemas de forma que puedan diseñar, configurar y administrar servicios informáticos autónomos y en red. De esta forma, esta asignatura está en condiciones de contribuir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 4 y 9 de Naciones Unidas, tratando de aumentar, en lo posible, el número de personas con las competencias profesionales y

técnicas necesarias para acceder al empleo y al emprendimiento (Meta 4.4), a garantizar que el alumnado adquiriera los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover desarrollos sostenibles (Meta 4.7) y promover la preparación de profesionales capaces de desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad (Meta 9.1).

Asímismo, se ha eliminado completamente el uso de papel en la asignatura. Toda la documentación se suministra en formato electrónico. Todas las entregas de alumnos se realizan en formato electrónico. En línea con el ODS 12 de Naciones Unidas para garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles (Metas 12.2 y 12.5).

En resumen, la asignatura se relaciona con los ODS4, ODS9 y ODS12:

Subobjetivo 4.4: Aumentar considerablemente el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias profesionales y técnicas necesarias para acceder al empleo y al emprendimiento.

Subobjetivo 9.1: Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad

Subobjetivo 12.2: De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales

Subobjetivo 12.5: De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización