



DATOS IDENTIFICATIVOS

Sensores Inteligentes

Asignatura	Sensores Inteligentes			
Código	V05M145V01319			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	5	OP	2	1c
Lengua Impartición	Gallego			
Departamento	Tecnología electrónica			
Coordinador/a	Machado Domínguez, Fernando			
Profesorado	Machado Domínguez, Fernando			
Correo-e	fmachado@uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.es			
Descripción general	Esta asignatura tiene como principal objetivo que el estudiantado adquiera los conocimientos necesarios para la caracterización y el diseño de sistemas de instrumentación electrónica basados en sensores inteligentes, con diferentes capacidades de conexión, tanto por topologías cableadas como inalámbricas. Para ello se estudiarán las principales estructuras de sensores inteligentes, las arquitecturas y topologías de las redes de sensores, los sistemas de sensores inteligentes eficientes en consumo y las herramientas software y las plataformas hardware para el diseño de sistemas multisensoriales.			

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A4	CB4 Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
A5	CB5 Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
B8	CG8 Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos.
C36	CE43/OP13 Capacidad para caracterizar sensores inteligentes y sus arquitecturas específicas en la red

Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Conocer las diferentes estructuras de los sensores inteligentes.	A5 C36
Conocer las topologías y arquitecturas de las redes de sensores.	A5 C36
Saber analizar y diseñar sistemas de sensores eficientes en consumo.	A4 B8 C36
Conocer herramientas software y plataformas hardware para el diseño de sistemas de sensores.	A5 C36
Diseñar aplicaciones basadas en fusión de datos de diferentes sensores.	A4 B8 C36

Contenidos

Tema

Tema 1: Sensores inteligentes.	Definición. Clasificación. Arquitecturas. Sistemas multisensoriales. Norma IEEE 1451 para sensores inteligentes. Ejemplos de aplicación: Internet of Things, Industry 4.0, Machine Learning.
Tema 2: Topologías cableadas.	Características generales. Clasificación. Ejemplos prácticos. Infraestructuras de transporte inteligente (ITS). Buses empotrados de automoción. Herramientas de desarrollo.
Tema 3: Topologías inalámbricas.	Las bandas ISM. Características de las redes inalámbricas. Multiplexación y modulación. El concepto SDR. Normas WLAN y WPAN. Normas IEEE 802.15.1/4/3 (Bluetooth, Zigbee y UWB). Redes para sensores inalámbricos (WSNs). Otras redes comerciales.
Laboratorio	Contenidos prácticos y proyecto.
Bloque 1. Sistemas cableados de sensores.	Acondicionamiento de sensores y adquisición de datos.
Bloque 2. Sistemas inalámbricos de sensores.	Diseño, realización y verificación de una red inalámbrica de sensores.
Bloque 3. Proyecto: Diseño y realización de un sistema de instrumentación electrónica basado en sensores inteligentes.	Diseño, realización y verificación de un sistema de instrumentación electrónica basado en sensores inteligentes aplicando los conceptos teórico-prácticos aprendidos.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	4	4	8
Trabajo tutelado	1	18.5	19.5
Prácticas de laboratorio	7.5	15	22.5
Aprendizaje basado en proyectos	12.5	47.5	60
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	0	15	15

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Exposición por parte del profesorado de los contenidos de la materia objeto de estudio. Cada estudiante, mediante trabajo autónomo, deberá aprender los conceptos introducidos en el aula y preparar los temas sobre la bibliografía propuesta. Se identificarán posibles dudas que se resolverán en el aula o en tutorías personalizadas. En estas clases se trabajarán las competencias A5 y C36.
Trabajo tutelado	Actividad de manejo de conocimientos básicos con el objetivo de desarrollar un trabajo de búsqueda y selección de conocimientos más amplios y específicos dentro del ámbito de la asignatura. El estudiantado debe demostrar un grado de autonomía adquirido tras la correcta asimilación de los contenidos impartidos que lo capacite para una posterior investigación de contenidos más avanzados. La actividad se desarrollará de forma individual alrededor de un tema propuesto por el profesorado y el trabajo autónomo será guiado y supervisado profesor en tutorías personalizadas. En estas clases se trabajarán las competencias A4, A5, B8 y C36.
Prácticas de laboratorio	Actividades de aplicación de los conocimientos adquiridos. El estudiantado adquirirá las habilidades básicas relacionadas con el manejo de la instrumentación de laboratorio, la utilización de las herramientas de programación y el montaje de los circuitos propuestos. El estudiantado adquirirá habilidades de trabajo personal y en grupo para la preparación de los trabajos de laboratorio, utilizando la documentación disponible y los conceptos teóricos relacionados. Se identificarán posibles dudas y se resolverán en el laboratorio o en tutorías personalizadas. En estas clases se trabajarán las competencias A5 y C36.
Aprendizaje basado en proyectos	El alumnado realiza un proyecto teórico-práctico en un tiempo determinado para resolver un problema mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades. En grupos reducidos se definirán las actividades, se analizarán las posibles soluciones y alternativas de diseño, se identificarán los elementos fundamentales y se analizarán los resultados. Por último cada grupo presentará los resultados obtenidos. En estas clases se trabajarán las competencias A4, A5, B8 y C36.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	El profesorado atenderá personalmente dudas y consultas del estudiantado sobre el estudio de los contenidos de teoría. El estudiantado tendrá ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a principio de curso. El horario y/o el mecanismo para solicitar tutorías estarán disponibles en la página web de la asignatura en el portal de teledocencia Moovi (https://moovi.uvigo.gal/).

Prácticas de laboratorio	El profesorado atenderá personalmente dudas y consultas del estudiantado sobre el desarrollo de las prácticas de laboratorio. El estudiantado tendrá ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a principio de curso. El horario y/o el mecanismo para solicitar tutorías estarán disponibles en la página web de la asignatura en el portal de teledocencia Moovi (https://moovi.uvigo.gal/).
Trabajo tutelado	El profesorado atenderá personalmente dudas y consultas del estudiantado sobre el trabajo tutelado propuesto. El estudiantado tendrá ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a principio de curso. El horario y/o el mecanismo para solicitar tutorías estarán disponibles en la página web de la asignatura en el portal de teledocencia Moovi (https://moovi.uvigo.gal/).
Aprendizaje basado en proyectos	El profesorado atenderá personalmente dudas y consultas del estudiantado sobre el proyecto propuesto. El estudiantado tendrá ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a principio de curso. El horario y/o el mecanismo para solicitar tutorías estarán disponibles en la página web de la asignatura en el portal de teledocencia Moovi (https://moovi.uvigo.gal/).

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
Trabajo tutelado	Se evaluará el trabajo teniendo en cuenta la calidad de los resultados obtenidos, de la presentación y análisis de los mismos, así como de la memoria final entregada. La nota del trabajo tutelado (NTT) estará comprendida entre 0 y 10 puntos.	20	A4 B8 C36 A5
Prácticas de laboratorio	Se evaluarán las competencias adquiridas por el alumnado sobre los contenidos de las prácticas de laboratorio de la asignatura. La nota final de laboratorio (NFL) estará comprendida entre 0 y 10 puntos. La evaluación de las prácticas constará de una parte común de evaluación del trabajo realizado en grupo (siempre que hubiese sido posible formarlo), cuya calificación será la misma para cada componente, y de una parte de evaluación individual de cada estudiante, obtenida a partir de las tareas de trabajo previo y de cuestiones personalizadas en cada una de las sesiones.	30	A5 C36
Aprendizaje basado en proyectos	Se evaluará el proyecto teniendo en cuenta el trabajo realizado durante las sesiones de laboratorio, la presentación de resultados y la funcionalidad. La calificación de esta parte (FUN) estará comprendida entre 0 y 10. Esta calificación supondrá un 80% de la calificación final del proyecto (NFP) y un 40% de la nota final de la asignatura (NF). La evaluación constará de una parte común de evaluación del trabajo realizado en grupo (siempre que hubiese sido posible formarlo), cuya calificación será la misma para cada componente, y de una parte de evaluación individual de cada estudiante, obtenida a partir del trabajo realizado en las sesiones de laboratorio y de la presentación del proyecto desarrollado.	40	A4 B8 C36 A5
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	Se evaluará la calidad del informe de proyecto y la presentación y análisis de resultados. La calificación de esta parte (INF) estará comprendida entre 0 y 10. Esta calificación supondrá un 20% de la calificación final del proyecto (NFP) y un 10% de la nota final de la asignatura (NF). La evaluación constará de una parte común de evaluación del trabajo realizado en grupo (siempre que hubiese sido posible formarlo), cuya calificación será la misma para cada componente, y de una parte de evaluación individual de cada estudiante, obtenida a partir de la presentación del proyecto desarrollado.	10	

Otros comentarios sobre la Evaluación

1. Evaluación continua en oportunidad ordinaria

Siguiendo las directrices propias de la titulación y los acuerdos de la comisión académica se ofrecerá al estudiantado que curse esta asignatura un sistema de evaluación continua.

Para poder **optar a la evaluación continua** de la asignatura no se podrá faltar a más de 1 sesión magistral, a más de 1 sesión de prácticas, ni a más de 1 sesión de proyecto; y sólo si se trata de faltas debidamente justificadas. La calificación final del estudiantado que haya elegido esta vía no podrá ser "no presentado".

La asignatura se divide en tres partes: teoría (20%), prácticas (30%) y proyecto (50%). Las calificaciones de las tareas evaluables serán válidas sólo para el curso académico en el que se realicen.

La planificación de las diferentes sesiones estará disponible al principio del cuatrimestre. Quién no pueda asistir eventualmente a alguna de las pruebas de evaluación podrá recuperarla, siempre que sea posible dentro de la planificación académica de la materia y solo si se trata de una falta justificada.

1.a. Teoría

La asistencia a clase es obligatoria. Para superar esta parte de la asignatura sólo se podrá faltar a 1 sesión de teoría, y sólo si se trata de una falta debidamente justificada.

En las primeras semanas del curso se le encargará a cada estudiante, individualmente, que realice un trabajo tutelado sobre una temática relacionada con la asignatura. Para evaluar el trabajo se tendrán en cuenta la calidad de los resultados obtenidos, de la presentación y análisis de los mismos, así como de la memoria final entregada. El plazo de entrega de dicha memoria será debidamente programado e informado por el profesorado de la asignatura. La nota del trabajo tutelado (NTT) se valorará de 0 a 10. Si no se entrega el trabajo o no se presenta en el día indicado, se tendrá una nota NTT = 0.

La nota final de teoría (NFT) será en este caso la nota obtenida en el trabajo: $NFT = NTT$.

Para superar la parte de teoría se tendrá que obtener una nota $NFT \geq 5$.

1.b. Prácticas

Se realizarán sesiones de prácticas de laboratorio de 2,5 horas en grupos de 2 estudiantes (siempre que sea posible). La parte práctica se calificará mediante la evaluación continua de todas las prácticas. Cada práctica se evaluará únicamente el día de la práctica. El profesorado tendrá en cuenta el trabajo previo de cada estudiante para preparar las tareas propuestas y el trabajo en el laboratorio, así como el comportamiento en el puesto.

Cada práctica se valorará con una nota (NP) entre 0 y 10 puntos. La nota de las prácticas a las que se falte será de 0. Para superar la parte de prácticas no se podrá faltar a más de 1 sesión, y sólo si se trata de una falta debidamente justificada. La nota final de laboratorio (NFL) será la media aritmética de las notas de las prácticas.

1.c. Proyecto

Una vez presentadas las actividades a realizar se asignarán los proyectos a cada grupo de 2 estudiantes (siempre que sea posible). El trabajo presencial para realizar el proyecto se llevará a cabo en la sesión de prácticas restante (horas tipo B) y las sesiones de grupo reducido (horas tipo C).

Para evaluar el proyecto se tendrán en cuenta: el trabajo realizado durante las sesiones de laboratorio, la funcionalidad y la presentación de resultados (FUN); y la calidad del informe de proyecto (INF). Cada una de estas partes se valorará con una nota entre 0 y 10 puntos. La nota final de proyecto (NFP) será la suma ponderada de las notas de cada parte:

$$NFP = 0,8 \cdot FUN + 0,2 \cdot INF$$

El proyecto se valorará de 0 a 10 y para superar dicha parte la nota final de proyecto (NFP) tendrá que ser de al menos un 5 sobre 10 y no haber faltado a más de 1 sesión, y sólo si se trata de una falta debidamente justificada.

1.d. Nota final de la asignatura

En la nota final (NF), la nota de teoría (NFT) tendrá un peso del 20%, la nota de laboratorio (NFL) tendrá un peso del 30% y la nota de proyecto (NFP) del 50%.

Para aprobar la asignatura será imprescindible haber superado la parte de teoría, la parte práctica y la parte de proyecto. En este caso la calificación final será la suma ponderada de las notas de cada parte:

$$NF = 0,2 \cdot NFT + 0,3 \cdot NFL + 0,5 \cdot NFP.$$

En el caso de no haber superado alguna de las partes ($NFT < 5$ o $NFP < 5$), o de haber faltado a más de 1 sesión de teoría, o a más de 1 sesión de prácticas, o a más de 1 sesión de actividades de proyecto, la nota final nunca podrá ser superior a 4,9:

$$NF = \min\{4,9 ; (0,2 \cdot NFT + 0,3 \cdot NFL + 0,5 \cdot NFP)\}.$$

Para aprobar la asignatura será necesario obtener una nota final $NF \geq 5$.

2. Evaluación global en oportunidad ordinaria

El estudiantado que no opte por la evaluación continua podrá presentarse a una prueba de evaluación global que constará de una serie actividades similares a las que se contemplan en evaluación continua. Así, en las fechas establecidas por la Comisión Académica del Máster (CAM) para la realización de dicha prueba, quien no haya optado por la evaluación continua, deberá realizar un examen teórico y un examen de laboratorio. Además deberá realizar previamente un proyecto teórico-práctico individual y entregar el informe correspondiente el mismo día del examen final de teoría. El proyecto final deberá presentarse en la semana siguiente a la entrega de informes. Para poder presentarse a la prueba de evaluación global en

oportunidad ordinaria y para la asignación de proyecto, es obligatorio ponerse en contacto con el profesorado con al menos cuatro semanas de antelación.

El examen teórico constará de una serie de preguntas de respuesta corta y/o tipo test que se valorará de 0 a 10 puntos. La nota final de teoría (NFT) será la calificación obtenida.

El examen de laboratorio consistirá en la resolución de ejercicios prácticos en el laboratorio, similares a los realizados durante el cuatrimestre. La prueba práctica se valorará de 0 a 10 puntos y la nota final de laboratorio (NFL) será la calificación obtenida.

Para evaluar el proyecto se tendrán en cuenta la presentación de los resultados obtenidos y la calidad del informe final del proyecto. La parte de proyecto se valorará de 0 a 10 puntos y la nota final de proyecto (NFP) será la calificación obtenida.

Para aprobar la asignatura será imprescindible haber obtenido un mínimo de 5 puntos sobre 10 en cada una de las partes.

En este caso la calificación final será la suma ponderada de las notas de cada parte:

$$NF = 0,2 \cdot NFT + 0,3 \cdot NFL + 0,5 \cdot NFP$$

En el caso de no haber superado alguna de las partes ($NFT < 5$ o $NFL < 5$ o $NFP < 5$), la nota final nunca podrá ser superior a 4,9:

$$NF = \min\{4,9 ; (0,2 \cdot NFT + 0,3 \cdot NFL + 0,5 \cdot NFP)\}.$$

Para aprobar la asignatura será necesario obtener una nota final $NF \geq 5$.

3. Evaluación en oportunidad extraordinaria y en adelanto de convocatoria

La evaluación en oportunidad extraordinaria y en adelanto de convocatoria tendrá el mismo formato que la evaluación global (apartado 2). La prueba de evaluación se celebrará en las fechas que establezca la CAM y consistirá en un examen de teoría, un examen de laboratorio y la entrega de un proyecto teórico-práctico individual. Para poder presentarse a dicha prueba y para la asignación de proyecto, es obligatorio ponerse en contacto con el profesorado con al menos cuatro semanas de antelación.

El cálculo de la nota final de la asignatura se realizará tal y como se explica en el apartado 1 para el estudiantado que tenga apta la parte de teoría en evaluación continua, y como se explica en el apartado 2 para el resto.

Al alumnado que se presente a la evaluación en oportunidad extraordinaria se le conservará la nota que haya obtenido en la oportunidad ordinaria (evaluación continua o global) en las partes a las que no se presente.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Fraden, J., **Handbook of modern sensors**, 5th, Springer, 2016

Gómez, C., Paradells, J. y Caballero, J.E., **Sensors Everywhere: Wireless Network Technologies and Solutions**, Fundación Vodafone España, 2010

Misra, S., Woungang, I. & Chandra, S., **Guide to Wireless sensor networks**, Springer, 2009

Slama, D., Puhmann, F., Morrish, J. and Bhatnagar R.M., **Enterprise IoT: Strategies and Best Practices for Connected Products and Services**, O'Reilly, 2016

Rogers, L. a& Stanford-Clark, A, **Wiring the IoT: Connecting Hardware with Raspberry Pi, Node-Red, and MQTT**, O'Reilly, 2017

Bibliografía Complementaria

Mariño-Espiñeira, P., **Las comunicaciones en la empresa; normas, redes y servicios**, 2ª, RAMA, 2006

Faludi, R., **Building wireless sensor networks.**, O'Reilly, 2011

Parallax Inc., **Smart Sensors and Applications**, 3rd, Parallax Inc., 2006

Recomendaciones