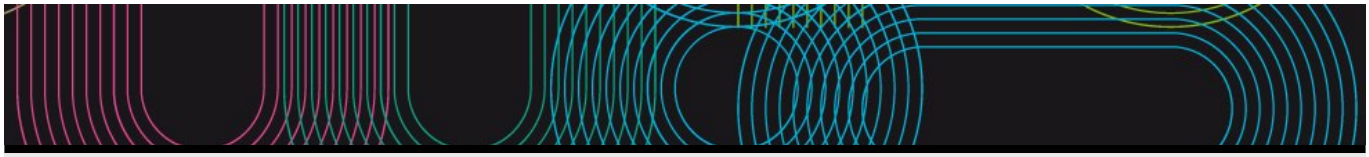

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Sensores electrónicos avanzados				
Asignatura	Sensores electrónicos avanzados			
Código	V05G306V01409			
Titulacion	Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación (docencia en inglés)			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	4	1c
Lengua Impartición	Castellano Gallego			
Departamento	Tecnología electrónica			
Coordinador/a	Costas Pérez, Lucía			
Profesorado	Costas Pérez, Lucía			
Correo-e	lcostas@uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal			
Descripción general	El propósito principal de esta asignatura es que el estudiante adquiera los conocimientos necesarios acerca de los principios físicos y las técnicas que se utilizan en los sensores electrónicos de última generación. Los contenidos principales se ordenan de la siguiente forma: + Sensores de fibra óptica. + Sensores microelectromecánicos (MEMS). + Sensores de imagen. + Sensores de onda acústica. + Detectores de radiación ionizante. La documentación de la asignatura estará en inglés. La asignatura se impartirá en castellano y gallego; y será evaluada en castellano.			

Resultados de Formación y Aprendizaje	
Código	
B3	CG3 Conocimiento de materias básicas y tecnologías que capaciten al alumnado para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
B4	CG4 Capacidad para resolver problemas con iniciativa, para la toma de decisiones, la creatividad, y para comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero Técnico de Telecomunicación.
B9	CG9 Capacidad para trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe y de comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.
C63	(CE63/OP6) Capacidad para diseñar y utilizar sensores optoelectrónicos, sensores micromecánicos (MEMS) y sensores de onda acústica.
D4	CT4 Favorecer el trabajo cooperativo, las capacidades de comunicación, organización, planificación y aceptación de responsabilidades en un ambiente de trabajo multilingüe y multidisciplinar, que favorezca la educación para la igualdad, para la paz y para el respeto de los derechos fundamentales.

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje	
Conocimiento del modo de operación y las aplicaciones de los sensores optoelectrónicos basados en fibra óptica.	B3	C63
Conocimiento del modo de operación y aplicaciones de los sensores microelectromecánicos.	B3	C63
Conocimiento del modo de operación y aplicaciones de los sensores de onda acústica.	B3	C63

Capacidad para seleccionar y utilizar sensores electrónicos de última generación.	B4	C63	
Capacidad para evaluar la incertidumbre de los sistemas de medida.	B3	C63	
Capacidad de trabajar en grupo y de comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con el diseño y aplicación de sensores electrónicos avanzados.	B9	C63	D4

Contenidos

Tema	
Tema 1: Principios físicos para el sensado de variables	- Piroelectricidad y piezoelectricidad - Efecto Hall - Ondas acústicas
Tema 2: Componentes ópticos para sensores	- Espejos - Lentes - Fibras ópticas y guias de onda
Tema 3: Circuitos electrónicos de interfaz para sensores	- Circuitos de precisión - Técnicas de bajo ruido
Tema 4: Sensores electronicos avanzados	- Sensores ópticos - Sensores micromecánicos - Sensores de onda acústica . Sensores de imagen (sensores CCD y CMOS) - Detectores de radiación ionizante
Tema 5: Fusión de sensores	- Unidad de medición inercial - Mahony, Madgwick y filtro de Kalman
Grupos B: 7 Prácticas de laboratorio con sensores preferentemente no utilizados con anterioridad por el alumnado.	
Grupos C: Práctica o prácticas realizadas con sensores preferentemente no utilizados con anterioridad por el alumnado. Siempre que sea posible, se facilitará el material para que el alumnado trabaje de forma autónoma fuera del laboratorio.	

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Actividades introductorias	1	1	2
Lección magistral	17	8	25
Trabajo tutelado	1	12	13
Trabajo tutelado	2	18	20
Prácticas de laboratorio	12	40	52
Salidas de estudio	2	0	2
Aprendizaje basado en proyectos	7	29	36

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

Metodologías

	Descripción
Actividades introductorias	Toma de contacto y presentación de la asignatura. Presentación de las prácticas de laboratorio y de la instrumentación y software a utilizar. Actividad individual. En estas clases se trabajarán las competencias B3, B4, B9, C63 y D4 (CG3, CG4, CG9, CE63 y CT4).
Lección magistral	Exposición por parte del profesor de los contenidos de la materia objeto de estudio. El estudiante individualmente, 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 B3, B4, B9, C63 y D4 (CG3, CG4, CG9, CE63 y CT4).
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 alumno 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 profesor y el trabajo autónomo será guiado y supervisado por el profesor en tutorías personalizadas. En estas clases se trabajarán las competencias B3, B4, B9, C63 y D4 (CG3, CG4, CG9, CE63 y CT4).

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 alumno 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 profesor y el trabajo autónomo será guiado y supervisado por el profesor en tutorías personalizadas. En estas clases se trabajarán las competencias B3, B4, B9, C63 y D4 (CG3, CG4, CG9, CE63 y CT4).
Prácticas de laboratorio	Actividades de aplicación de los conocimientos teóricos adquiridos. Actividad desarrollada en grupos pequeños. El estudiante adquirirá las habilidades básicas relacionadas con el manejo de la instrumentación de un laboratorio de instrumentación electrónica, la utilización de las herramientas de programación y el montaje de circuitos propuestos. El estudiante 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 que se resolverán en el laboratorio o en tutorías personalizadas. Software utilizado: LabVIEW y Multisim de National Instruments, e IDE de Arduino. En estas clases se trabajarán las competencias B3, B4, B9, C63 y D4 (CG3, CG4, CG9, CE63 y CT4).
Salidas de estudio	Actividades de aplicación, contraste y observación de los conocimientos en un contexto determinado en un espacio externo. Actividad desarrollada en grupos grandes. El estudiante ampliará su conocimiento de la materia mediante una visita guiada a una instalación en la que se estén investigando-utilizando un cierto tipo de sensores. En estas clases se trabajarán las competencias B3, B4, B9, C63 y D4 (CG3, CG4, CG9, CE63 y CT4).
Aprendizaje basado en proyectos	Enseñanza basada en proyectos de aprendizaje: Los estudiantes llevan a cabo la realización de un proyecto teórico-práctico en un tiempo determinado para resolver un problema mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades. 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 B3, B4, B9, C63 y D4 (CG3, CG4, CG9, CE63 y CT4).

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Los/as estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos. La información puede encontrarse publicada en la página web: https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11301. En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas sobre los contenidos impartidos en las sesiones magistrales y se orientará sobre cómo abordar su estudio.
Prácticas de laboratorio	Los/as estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos. La información puede encontrarse publicada en la página web: https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11301. En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas sobre el desarrollo de las prácticas de laboratorio, el manejo de la instrumentación, el montaje de circuitos y las herramientas de programación.
Trabajo tutelado	Los/as estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos. La información puede encontrarse publicada en la página web: https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11301. El profesorado atenderá dudas y consultas sobre el trabajo tutelado propuesto.
Aprendizaje basado en proyectos	Los/as estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos. La información puede encontrarse publicada en la página web: https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11301. El profesorado atenderá personalmente dudas y consultas sobre el estudio de los contenidos de teoría, las prácticas de laboratorio o los proyectos.

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
Trabajo tutelado	Se evaluará el número y la adecuación de las fuentes bibliográficas y los contenidos seleccionados para abordar a temática asignada. La nota final de esta primera parte del trabajo (NTT1: Nota del Trabajo Tutelado 1) estará comprendida entre 0 y 10 puntos. Se evaluarán las competencias B3, B4, B9, C63 y D4 (CG3, CG4, CG9, CE63 y CT4).	15	B3 C63 D4 B4 B9
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 final de esta segunda parte del trabajo (NTT2: Nota del Trabajo Tutelado 2) estará comprendida entre 0 y 10 puntos. Se evaluarán las competencias B3, B4, B9, C63 y D4 (CG3, CG4, CG9, CE63 y CT4).	35	B3 C63 D4 B4 B9

Prácticas de laboratorio	Se evaluarán las competencias adquiridas por el estudiante durante las sesiones prácticas. Para ello, se tendrá en cuenta el trabajo de preparación previa, la asistencia y la calidad del trabajo desarrollado. La nota final de prácticas (NFP: Nota Final de Prácticas) estará comprendida entre 0 y 10 puntos. En estas prácticas se evaluarán las competencias B3, B4, B9, C63 y D4 (CG3, CG4, CG9, CE63 y CT4).	30	B3 B4 B9	C63	D4
Aprendizaje basado en proyectos	Se evaluará el proyecto teniendo en cuenta la calidad de los resultados obtenidos, así como de la presentación y análisis de los mismos. La nota final de proyecto (NTG: Nota del Proyecto en Grupo) estará comprendida entre 0 y 10 puntos. En esta actividad se evaluarán las competencias B3, B4, B9, C63 y D4 (CG3, CG4, CG9, CE63 y CT4).	20	B3 B4 B9	C63	D4

Otros comentarios sobre la Evaluación

1. Evaluación continua

Siguiendo las directrices propias de la titulación y los acuerdos de la comisión académica se ofrecerá a los alumnos que cursen esta asignatura un sistema de evaluación continua.

Se entiende que los alumnos que asistan con regularidad a clases de teoría (menos de un 10% de ausencia injustificada a las sesiones magistrales), que falten como máximo a 1 sesión de prácticas, o que falten como máximo a 1 sesión del proyecto en grupo ***optan por la evaluación continua*** *de la asignatura. La asistencia de los estudiantes será registrada en cada sesión.*

La asignatura se divide en tres partes: teoría (50%), prácticas (30%) y proyecto (20%). Las calificaciones de las tareas evaluables no son recuperables y serán válidas sólo para el curso académico en el que se realizan. La calificación final de un estudiante que ha elegido esta vía no podrá ser "no presentado".

Cualquiera de las actividades evaluables siguiendo esta modalidad de evaluación no es recuperable, salvo que sean debidamente justificadas según los criterios de la normativa aprobada por el Claustro de la Universidad ell 18 de abril de 2023.

1.a Teoría

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 dividirá en dos partes. En la primera se valorarán las fuentes bibliográficas consultadas y los contenidos seleccionados para incluir en el trabajo. En la segunda, se tendrá en cuenta la calidad 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 de ambas partes (NTT1 y NTT2) se valorará de 0 a 10. La primera parte tendrá un peso del 15% de la calificación final y la segunda del 35%. El alumno que no entregue el trabajo final o no lo presente en el día indicado tendrá una nota NTT2 = 0.

La nota final de esta parte será:

NFT(Nota Final de Teoría) = NTT (Nota del Trabajo Tutelado)= NTT1 + NTT2.

Para superar la parte de teoría por evaluación continua el alumno tendrá que obtener una nota NFT >= 5 y no haber faltado injustificadamente a más de un 10% de las sesiones magistrales.

1.b Práctica

Se realizarán 6 sesiones de prácticas de 2 horas en grupos de 2 alumnos y una salida de estudio (siempre que sea posible).

La valoración de la parte práctica se hará de forma individual para cada miembro del grupo. Se tendrá en cuenta el trabajo individual de preparación previa, la asistencia y el trabajo desarrollado por cada estudiante durante todas las sesiones.

En la primera sesión se realizará la práctica 1. Se valorará con una nota (NP1: Nota de Práctica 1) entre 0 y 10 puntos.

En las restantes sesiones se realizará un trabajo práctico relacionado con las maquetas de sensores disponibles. Este trabajo será evaluado en función de la calidad de los resultados obtenidos, del análisis de los mismos, así como de la presentación final realizada. El trabajo se valorará con una nota (NTP: Nota del Trabajo de Prácticas) de 0 a 10 puntos.

La salida de estudio se valorará con una nota (NSE: Nota de Salida de Estudio) de 0 a 10 puntos.

La nota final de esta parte será la suma ponderada de las notas de cada parte:

NFP(Nota Final de Prácticas) = 0,15·NP1 + 0,75·NTP + 0,10·NSE

Para superar la parte de prácticas por evaluación continua el alumno sólo podrá faltar a 1 sesión, y sólo si se trata de una falta debidamente justificada. En caso contrario NTP = 0.

1.c Proyecto en grupo

En la primera sesión de tutoría en grupo (horas tipo C) se presentarán todas las actividades a realizar y se asignará el proyecto concreto a cada grupo de estudiantes. El profesor seguirá el desarrollo del trabajo de cada grupo y el trabajo individual de cada alumno en las restantes sesiones de tutoría en grupo (horas tipo C).

El proyecto será evaluado en función de la calidad de los resultados obtenidos, de la presentación y análisis de los mismos, así como de la calidad de la memoria final realizada. El plazo de entrega de dicha memoria será debidamente programado e informado por el profesorado de la asignatura. El proyecto se valorará con una nota (NPG: Nota del Proyecto en Grupo) de 0 a 10 puntos.

Para superar esta parte por evaluación continua el estudiante no podrá haber faltado a más de 1 sesión, y sólo si se trata de una falta debidamente justificada. En caso contrario NPG = 0.

1.d Nota final de la asignatura

Para poder aprobar la asignatura por evaluación continua será imprescindible:

+ obtener una nota NFT >= 5, y

+ no haber faltado a más de 1 sesión de prácticas, y

+ no haber faltado a más de 1 sesión del proyecto en grupo.

En este caso la calificación final será la suma ponderada de las notas de cada parte. En la nota final (NF), la nota final de teoría (NFT) tendrá un peso del 50%, la nota final de prácticas (NFP) del 30% y la nota del proyecto en grupo (NPG) del 20%.

NF = 0,50·NFT + 0,30·NFP + 0,20·NPG

Para aprobar la asignatura será necesario obtener una nota final NF >= 5.

Sin embargo, cuando:

+ NFT < 5, o

+ el alumno ha faltado a más de 1 sesión de prácticas, o

+ ha faltado a más de 1 sesión del proyecto en grupo,

la nota final (NF) será: .

NF = min{ 4.9, 0,50·NFT + 0,30·NFP + 0,20·NPG }

2. Evaluación global

Los alumnos que no opten por la evaluación continua podrán presentarse a un examen final que constará de una serie de actividades evaluables similares a las que se contemplan en la evaluación continua. Así, en las fechas establecidas por la dirección de la Escuela para la realización del examen final, los estudiantes que no hayan optado por la evaluación continua deberán realizar:

+ una **prueba teórica** o un **trabajo teórico tutelado** previamente asignado,

+ una **prueba práctica**,

+ un **proyecto** previamente asignado.

Para la asignación del trabajo teórico tutelado y del proyecto el/la estudiante debe apuntarse previamente con un mínimo de antelación de cuatro semanas.

2.a Teoría

2.a.1 Prueba teórica o trabajo teórico tutelado

Para superar la parte de teoría, el alumno tendrá que presentarse a una prueba teórica o a un trabajo teórico tutelado:

+ la prueba teórica constará de una serie de preguntas tipo test y de desarrollo del temario. La nota de esta prueba (NPT: Nota de la Prueba Teórica) se valorará de 0 a 10 puntos.

+ para evaluar el trabajo teórico tutelado 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. La nota de este trabajo (NTT) se valorará de 0 a 10 puntos.

2.a.2 Nota final de teoría

La nota final de teoría (NFT) será:

NFT = NPT (Nota de la Prueba Teórica) si se ha realizado la Prueba Teórica.

NFT = NTT (Nota del Trabajo Tutelado) si se ha realizado el Trabajo Tutelado.

2.b Práctica

Para superar la parte práctica, el alumno tendrá que presentarse a una prueba práctica. Esta prueba consistirá en la implementación de algunos de los circuitos tratados en las sesiones de prácticas y en una serie de preguntas de respuesta corta y/o tipo test acerca de dichos circuitos. La nota de esta prueba (NPP: Nota de la Prueba Práctica) se valorará de 0 a 10 puntos.

La nota final de prácticas (NFP) será NFP = NPP (Nota de la Prueba Práctica)

2.c Proyecto

Para evaluar el proyecto se tendrán en cuenta la calidad de los resultados obtenidos, así como la calidad de la presentación y análisis de los mismos. El proyecto se valorará con una nota (NPG: Nota del Proyecto en Grupo) de 0 a 10 puntos.

2.d Nota final de la asignatura

Para aprobar la asignatura será imprescindible:

+ obtener una nota NFT >= 5, y

+ NFP >= 5, y

+ NPG>=5.

En este caso la calificación final será la suma ponderada de las notas de cada parte. En la nota final (NF), la nota final de teoría (NFT) tendrá un peso del 50%, la nota final de prácticas (NFP) del 30% y la nota del proyecto en grupo (NPG) del 20%.

NF = 0,50·NFT + 0,30·NFP + 0,20·NPG

Para aprobar la asignatura será necesario obtener una nota final NF >= 5.

Sin embargo, cuando:

+ NFT < 5, o

+ NFP < 5, o

+ NPG < 5,

la nota final (NF) será: .

NF = min{ 4.9, 0,50·NFT + 0,30·NFP + 0,20·NPG }

3. Oportunidad extraordinaria y convocatoria fin de carrera

Estas convocatorias constarán de una serie de actividades evaluables similares a las que se contemplan en el apartado 2. Tendrán el mismo formato que la evaluación global y se celebrará en la fecha que establezca la dirección de la Escuela. Para la asignación del trabajo teórico y del proyecto el/la estudiante debe apuntarse previamente con un mínimo de antelación de cuatro semanas.

A los/las estudiantes que se presenten en una convocatoria de este tipo se les conservará la nota que hayan obtenido en oportunidades anteriores (evaluación continua o global) en las partes a las que no se presenten. Además, en este caso sólo podrán presentarse a aquellas pruebas que no hayan superado en oportunidades anteriores.

El cálculo de la nota final de la asignatura se realizará tal y como se explica en el apartado 2.

4. Otros

La materia se impartirá en castellano y gallego, y será evaluada en castellano.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Pérez García, M.A., **Instrumentación Electrónica**, 1ª ed., Ediciones Paraninfo, S.A., 2014

Pallás Areny, R., **Sensores y Acondicionadores de Señal**, 4ª ed., Marcombo D.L., 2003

Norton, H.N., **Sensores y analizadores**, Gustavo Gili D.L., 1984

Fraile Mora, J., García Gutiérrez, P., y Fraile Ardanuy, J., **Instrumentación aplicada a la ingeniería**, 3ª ed., Editorial Garceta, 2013

Martín Fernández, A., **Instrumentación electrónica. Transductores y acondicionadores de señal y sistemas de adquisición de datos**, 2ª ed., Dpto. de publicaciones de la E.U.I.T.T. de Madrid,, 1990

Bibliografía Complementaria

Jacob Fraden, **Handbook of Modern Sensors, Physics, Design, and Applications**, 5ª, Springer,

del Río Fernández, J., Shariat-Panahi, S., Sarriá Gandul, S., y Lázaro, A.M., **LabVIEW: Programación para Sistemas de Instrumentación**, 1ª ed., Editorial Garceta, 2011

Paul Horowitz y Winfield Hill, **The Art of Electronics**, 3ª, Cambridge Press,, 2015

Recomendaciones

Otros comentarios

Se recomienda tener aprobadas las siguientes materias:
+ Tecnología electrónica/V05G301V01206
+ Electrónica digital/V05G301V01203
+ Electrónica analógica/V05G301V01311
+ Sistemas de adquisición de datos/V05G301V01314
+ Instrumentación electrónica y sensores/V05G301V01316