



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Sensores electrónicos avanzados

Asignatura	Sensores electrónicos avanzados			
Código	V05G300V01924			
Titulación	Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	4	1c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento	Tecnología electrónica			
Coordinador/a	Mariño Espiñeira, Perfecto			
Profesorado	Costas Pérez, Lucía Mariño Espiñeira, Perfecto Pastoriza Santos, Vicente			
Correo-e	pmarino@uvigo.es			
Web	<a href="http://faitic.uvigo.es">http://faitic.uvigo.es</a>			

**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 láser.
- + Sensores microelectromecánicos (MEMS).
- + Sensores de imagen.
- + Sensores integrados.
- + Sensores inteligentes.
- + Sensores de onda acústica.
- + Biosensores.

El objetivo fundamental de la parte práctica de la asignatura es que el alumno adquiera capacidad de análisis de los parámetros característicos de los sensores estudiados. El alumno, al finalizar la asignatura, debe saber distinguir y caracterizar los diferentes sensores así como sus principales campos de aplicación; y debe tener habilidades prácticas en el manejo de herramientas informáticas que faciliten el almacenamiento, visualización y análisis de datos obtenidos en los experimentos de laboratorio realizados con los sensores.

La documentación de la asignatura estará en inglés. La asignatura se impartirá en castellano y gallego; y será evaluada en castellano.

## Competencias

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 de aprendizaje

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 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: Sensores de Fibra Óptica I.	Introducción. Clasificación. Tipos de FOS. Estructura básica. Extrínsecos, Intrínsecos y de Onda evanescente. Aplicaciones. FOS interferométricos. Aplicaciones.
Tema 2: Sensores de Fibra Óptica II.	Sistemas FOS multisensor. Multiplexados y distribuidos. Reflectometría OTDR. Reflectometría OFDR. Rejillas de Bragg. Aplicaciones. Estructuras inteligentes. Vibrometría láser e interferometría. Ejemplos de aplicación.
Tema 3: Sensores de Óptica Integrada.	Introducción. Clasificación de guías de onda. Materiales para OI. Dispositivos en OI. Interferometría en OI. Dispositivos OI activos; detectores y fuentes de luz. Sensores en OI. Biosensores. Acoplamiento FO-OI. Aplicaciones.
Tema 4: Sensores microelectromecánicos (MEMS).	Tecnologías microelectrónicas. Etapas de fabricación de MEMS. Materiales para MEMS. Sensores MEMS. Microestructuras en óptica del espacio libre. Microsensores CMOS. Aplicaciones.
Tema 5: Sensores de imagen y visualizadores I.	Introducción. Especificaciones de un visualizador. Clasificación de los visualizadores. Tecnologías de iluminación. Tecnologías de captación de imágenes: CCD y CMOS. Tecnologías de visión nocturna: PMTs y cámaras IR.
Tema 6: Sensores de imagen y visualizadores II.	Introducción a la pirometría. Principio de funcionamiento. Características generales. Pirómetros de desaparición de filamento. Acondicionamiento. Detectores bolométricos. Detectores cuánticos. Radiómetros. Cámaras de infrarrojos. Ejemplos de aplicación.
Tema 7: Sensores de onda acústica AWS.	Clasificación. Características de los materiales. Comparación de sensores AWS. Aplicaciones. Microsensor FPW. Sistemas integrados FPW. Tipos de recubrimientos para AWS. Reconocimiento de patrones en [nariz electrónica].
Tema 8: Sensores para Realidad Virtual.	Introducción. Sistemas de respuesta táctil y de fuerza. Características de la RV. Arquitecturas. Procesos neuronales. Mecanorreceptores. Campo proyectivo. Sinestesia visual-táctil. Equipos de inmersión virtual. Sistemas UAV.
Tema 9: Sensores en Física de Partículas.	Introducción. Normas de instrumentación específicas: CAMAC, FASTBUS y SCI. El Modelo Estándar. Propiedades del Modelo Estándar. Desintegraciones Beta. Evolución de los aceleradores de partículas. Detectores de partículas en aceleradores. Aplicaciones en medicina nuclear.

## Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Actividades introductorias	1	2	3
Sesión magistral	17	17	34
Trabajos tutelados	3	26	29
Prácticas de laboratorio	12	30	42
Metodologías integradas	7	25	32
Pruebas prácticas, de ejecución de tareas reales y/o simuladas.	2	8	10

\*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. En estas clases se trabajarán las competencias CG3, CG4, CG9, CE63, y CT4.

Sesión magistral	Exposición por parte del profesor de los contenidos de la materia objeto de estudio. El 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 CG3, CG4, CG9, CE63, y CT4.
Trabajos tutelados	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 CG3, CG4, CG9, CE63, y CT4.
Prácticas de laboratorio	Actividades de aplicación de los conocimientos teóricos adquiridos. 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. En estas clases se trabajarán las competencias CG3, CG4, CG9, CE63, y CT4.
Metodologías integradas	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. 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. Todas las sesiones tendrán lugar en el laboratorio. En estas clases se trabajarán las competencias CG3, CG4, CG9, CE63, y CT4.

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Sesión magistral	Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura. En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas de los estudiantes sobre los contenidos impartidos en las sesiones magistrales y se les orientará sobre como abordar su estudio.
Prácticas de laboratorio	Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura. En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas de los estudiantes sobre el desarrollo de las prácticas de laboratorio, el manejo de la instrumentación, el montaje de circuitos y las herramientas de programación.
Trabajos tutelados	Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura. El profesorado atenderá dudas y consultas de los estudiantes sobre el trabajo tutelado propuesto.
Metodologías integradas	Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura. El profesorado atenderá personalmente dudas y consultas de los estudiantes sobre el estudio de los contenidos de teoría, las prácticas de laboratorio o los proyectos.

### Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
Trabajos tutelados	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 del trabajo (NTT: Nota del Trabajo Tutelado) estará comprendida entre 0 y 10 puntos. En este trabajo se evaluarán las competencias CG3, CG4, CG9, CE63, y CT4.	50	B3 C63 D4 B4 B9
Prácticas de laboratorio	Se evaluarán las competencias adquiridas por el estudiante sobre los contenidos de las prácticas de laboratorio de la asignatura. Para ello, se tendrá en cuenta el trabajo de preparación previa, la asistencia y el trabajo desarrollado durante las sesiones en el laboratorio. La nota de cada sesión de prácticas (NPL: Nota de Práctica de Laboratorio) estará comprendida entre 0 y 10 puntos. En estas prácticas se evaluarán las competencias CG3, CG4, CG9, CE63, y CT4.	30	B3 C63 D4 B4 B9

Pruebas prácticas, de ejecución de tareas reales y/o simuladas.	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 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) o que falten como máximo a 1 sesión de prácticas de laboratorio **optan por la evaluación continua** de la asignatura. En cada sesión, la asistencia de los estudiantes será registrada en una hoja de firmas.*

La asignatura se divide en tres partes: teoría (50%), prácticas de laboratorio (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.

#### 1.a Teoría

En las primeras semanas del curso se le encargará a cada alumno, 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 de este trabajo (NTT: Nota del Trabajo Tutelado) se valorará de 0 a 10. El alumno que no entregue el trabajo o no lo presente en el día indicado tendrá una nota NTT = 0.

La nota final de esta parte será:

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

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

#### 1.b Práctica

Se realizarán 6 sesiones de prácticas de laboratorio de 2 horas en grupos de 2 alumnos. La parte práctica se calificará mediante la evaluación continua de todas las prácticas. Cada una de las prácticas se evaluará únicamente el día de la práctica.

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 las sesiones en el laboratorio. Cada práctica se valorará con una nota (NPL: Nota de Práctica de Laboratorio) entre 0 y 10 puntos. La nota de las prácticas a las que se falte será de 0.

La nota final de esta parte será la media aritmética de las notas de las seis prácticas:

$NFP(\text{Nota Final de Prácticas}) = \text{Suma}(NPL_i)/6; i = 1, 2, \dots, 6$

Para superar la parte de prácticas el alumno sólo podrá faltar a 1 sesión de laboratorio, y sólo si se trata de una falta debidamente justificada.

#### 1.c Proyecto en grupo

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

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 el estudiante no podrá haber faltado a más de 1 sesión, y sólo si se trata de una falta debidamente justificada.

## **1.d Nota final de la asignatura**

Para poder aprobar la asignatura será imprescindible:

- + obtener una nota NFT  $\geq 5$ , y
- + no haber faltado a más de 1 sesión de prácticas de laboratorio, 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%.

$$NF = 0,50 \cdot NFT + 0,30 \cdot NFP + 0,20 \cdot NPG$$

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

Sin embargo, cuando:

- + NFT  $< 5$ , o
- + el alumno ha faltado a más de 1 sesión de prácticas de laboratorio, o
- + ha faltado a más de 1 sesión del proyecto en grupo,

la nota final (NF) será el mínimo de las notas obtenidas en las tres partes.

$$NF = \min\{ NFT, NFP, NPG \}$$

## **2. Examen final**

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** si han faltado injustificadamente a más de un 10% de las sesiones magistrales,
- + un **trabajo teórico tutelado** previamente asignado y entregar una memoria final sobre el mismo,
- + una **prueba práctica en el laboratorio** si no han superado la parte práctica por evaluación continua,
- + un **proyecto** previamente asignado.

Para la asignación del trabajo teórico tutelado y del proyecto el alumno debe apuntarse previamente siguiendo el procedimiento indicado por el profesorado con suficiente antelación.

### **2.a Teoría**

#### *2.a.1 Prueba teórica*

Para superar la parte de teoría, será necesario que el alumno no haya faltado injustificadamente a más de un 10% de las sesiones magistrales. En caso contrario, tendrá que presentarse a una prueba teórica que 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.

#### *2.a.2 Trabajo teórico tutelado*

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.3 Nota final de teoría*

La nota final de teoría (NFT) será:

NFT = NTT (Nota del Trabajo Tutelado) si no se ha faltado injustificadamente a más de un 10% de las sesiones magistrales.

NFT = NPT (Nota de la Prueba Teórica) si se ha faltado injustificadamente a más de un 10% de las sesiones magistrales y NTT  $\geq 5$ .

NFT = 0 en cualquier otro caso.

## 2.b Práctica

Para superar la parte práctica, será necesario que el alumno no haya faltado a más de una de las sesiones de prácticas. **En caso contrario**, tendrá que presentarse a una prueba práctica realizada en el laboratorio. Esta prueba consistirá en el montaje de algunos de los de 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 = la media aritmética de las notas de las prácticas de laboratorio (NPL) si no se ha faltado a más de una de las sesiones de prácticas, esto es:

$$NFP = \text{Suma}(NPL_i)/6; i = 1, 2, \dots, 6.$$

NFP = NPP (Nota de la Prueba Práctica) si se ha faltado a más de una de las sesiones de prácticas.

NFP = 0 en cualquier otro caso.

## 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  $\geq 5$ , y
- + no haber faltado a más de 1 sesión de prácticas de laboratorio o NFP  $\geq 5$ , y
- + no haber faltado a más de 1 sesión del proyecto en grupo o NPG  $\geq 5$ .

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%.

$$NF = 0,50 \cdot NFT + 0,30 \cdot NFP + 0,20 \cdot NPG$$

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

Sin embargo, cuando:

- + NFT  $< 5$ , o
- + NFP  $< 5$  y el alumno ha faltado a más de 1 sesión de prácticas de laboratorio, o
- + NPG  $< 5$  y el alumno ha faltado a más de 1 sesión del proyecto en grupo,

la nota final (NF) será el mínimo de las notas obtenidas en las tres partes.

$$NF = \min\{ NFT, NFP, NPG \}$$

## 3. Segunda oportunidad de superar la asignatura

Esta oportunidad constará de una serie de actividades evaluables similares a las que se contemplan en la evaluación continua. Tendrá el mismo formato que el examen final y se celebrará en la fecha que establezca la dirección de la Escuela. Para la asignación del trabajo teórico y del proyecto el estudiante debe apuntarse previamente siguiendo el procedimiento indicado por el profesorado con suficiente antelación.

A los estudiantes que se presenten a esta segunda oportunidad se les conservará la nota que hayan obtenido en la primera (evaluación continua o examen final) en las partes a las que no se presenten. Además, en esta ocasión los estudiantes sólo podrán presentarse a aquellas pruebas que no hayan superado en la primera oportunidad.

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., Álvarez Antón, J.C., Campo Rodríguez, J.C., Ferrero Martín F.C., y Grillo Ortega, **Instrumentación Electrónica**, 2ª ed., Thomson, 2004

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

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

---

---

## Recomendaciones

---

### Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Electrónica digital/V05G300V01402

Tecnología electrónica/V05G300V01401

Circuitos electrónicos programables/V05G300V01502

Diseño microelectrónico/V05G300V01622

Electrónica analógica/V05G300V01624

Electrónica de potencia/V05G300V01625

Ingeniería de equipos electrónicos/V05G300V01523

Instrumentación electrónica y sensores/V05G300V01621

Sistemas de adquisición de datos/V05G300V01521

Sistemas electrónicos de procesado de señal/V05G300V01522

Sistemas electrónicos para comunicaciones digitales/V05G300V01623

---

### Otros comentarios

Se recomienda tener aprobadas las siguientes materias:

+ Tecnología electrónica/V05G300V01401

+ Electrónica digital/V05G300V01402

+ Electrónica analógica/V05G300V01624

+ Sistemas de adquisición de datos/V05G300V01521

+ Instrumentación electrónica y sensores/V05G300V01621

---