



DATOS IDENTIFICATIVOS

Sensores electrónicos avanzados

Materia	Sensores electrónicos avanzados			
Código	V05G306V01409			
Titulación	Grao en Enxeñaría de Tecnoloxías de Telecomunicación (docencia en inglés)			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OP	4	1c
Lingua de impartición	Castelán Galego			
Departamento	Tecnoloxía electrónica			
Coordinador/a	Costas Pérez, Lucía			
Profesorado	Costas Pérez, Lucía			
Correo-e	lcostas@uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal			

Descrición xeral O propósito principal desta materia é que o estudante adquira os coñecementos necesarios acerca dos principios físicos e as técnicas que se utilizan nos sensores electrónicos de última xeración. Os contidos principais ordénanse da seguinte forma:

- + Sensores de fibra óptica.
- + Sensores microelectromecánicos (MEMS).
- + Sensores de imaxe.
- + Sensores de onda acústica.
- + Detectores de radiación ionizante

A documentación da materia estará en inglés. A materia impartirase en castelán e galego, e será avaliada en castelán.

Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código	
B3	CG3 Coñecemento de materias básicas e tecnoloxías que capaciten o alumnado para a aprendizaxe de novos métodos e tecnoloxías, así como para dotalo dunha gran versatilidade para adaptarse a novas situacións.
B4	CG4 Capacidade para resolver problemas con iniciativa, para a toma de decisións, a creatividade, e para comunicar e transmitir coñecementos, habilidades e destrezas, comprendendo a responsabilidade ética e profesional da actividade do Enxeñeiro Técnico de Telecomunicación.
B9	CG9 Capacidade para traballar nun grupo multidisciplinar e nunha contorna multilingüe e de comunicar, tanto por escrito como de forma oral, coñecementos, procedementos, resultados e ideas relacionadas coas telecomunicacións e a electrónica.
C63	(CE63/OP6) Capacidade para deseñar e utilizar sensores optoelectrónicos, sensores micromecánicos (MEMS) e sensores de onda acústica.
D4	CT4 Favorecer o traballo cooperativo, as capacidades de comunicación, organización, planificación e aceptación de responsabilidades nun ambiente de traballo multilingüe e multidisciplinar, que favoreza a educación para a igualdade, para a paz e para o respecto dos dereitos fundamentais.

Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Coñecemento do modo de operación e as aplicacións dos sensores optoelectrónicos basados en fibra óptica.	B3	C63
Coñecemento do modo de operación e aplicacións dos sensores microelectromecánicos.	B3	C63
Coñecemento do modo de operación e aplicacións dos sensores de onda acústica.	B3	C63

Capacidade para seleccionar e utilizar sensores electrónicos de última xeración.	B4	C63	
Capacidade para avaliar a incertidumbre dos sistemas de medida.	B3	C63	
Capacidade de traballar en grupo e de comunicar, tanto por escrito como de forma oral, coñecementos, procedementos, resultados e ideas relacionadas co deseño de aplicación de sensores electrónicos avanzados.	B9	C63	D4

Contidos

Tema	
Tema 1: Principios físicos para o sensado de variables	- Piroelectricidade y piezoelectricidade - Efecto Hall - Ondas acústicas
Tema 2: Componentes ópticos para sensores	- Espellos - Lentes - Fibras ópticas e guías de onda
Tema 3: Circuitos electrónicos de interface para sensores	- Circuitos de precisión - Técnicas de baixo ruído
Tema 4: Sensores electrónicos avanzados	- Sensores ópticos - Sensores micromecánicos - Sensores de onda acústica - Sensores de imaxe (sensores CCD e CMOS) - Detectores de radiación ionizante
Tema 5: Fusión de sensores	- Unidade de medición inercial - Mahony, Madgwick e filtro de Kalman
Grupos B: 7 Prácticas de laboratorio con sensores preferentemente non utilizados con anterioridade polo alumnado.	
Grupos C: Práctica ou prácticas realizadas con sensores preferentemente non utilizados con anterioridade polo alumnado. Sempre que sexa posible, facilitarase o material para que o alumnado traballe de forma autónoma fóra do laboratorio.	

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Actividades introdutorias	1	1	2
Lección maxistral	17	8	25
Traballo tutelado	1	12	13
Traballo tutelado	2	18	20
Prácticas de laboratorio	12	40	52
Saídas de estudo	2	0	2
Aprendizaxe baseado en proxectos	7	29	36

*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

Metodoloxía docente

	Descrición
Actividades introdutorias	Toma de contacto e presentación da materia. Presentación das prácticas de laboratorio e da instrumentación e software a utilizar. Actividade individual. Nestas clases traballaranse as competencias B3, B4, B9, C63 e D4 (CG3, CG4, CG9, CE63 e CT4).
Lección maxistral	Exposición por parte do profesor dos contidos da materia obxecto de estudo. O estudante individualmente, mediante traballo autónomo, deberá aprender os conceptos introducidos na aula e preparar os temas sobre a bibliografía proposta. Identificaranse posibles dúbidas que se resolverán na aula ou en titorías personalizadas. Nestas clases traballaranse as competencias B3, B4, B9, C63 e D4 (CG3, CG4, CG9, CE63 e CT4).
Traballo tutelado	Actividade de manexo de coñecementos básicos co obxectivo de desenvolver un traballo de procura e selección de coñecementos máis amplos e específicos dentro do ámbito da materia. O alumno debe demostrar un grao de autonomía adquirido tras a correcta asimilación dos contidos impartidos que o capacite para unha posterior investigación de contidos máis avanzados. A actividade desenvolverase de forma individual ao redor dun tema proposto polo profesor e o traballo autónomo será guiado e supervisado polo profesor en titorías personalizadas. Nestas clases traballaranse as competencias B3, B4, B9, C63 e D4 (CG3, CG4, CG9, CE63 e CT4).

Traballo tutelado	Actividade de manexo de coñecementos básicos co obxectivo de desenvolver un traballo de procura e selección de coñecementos máis amplos e específicos dentro do ámbito da materia. O alumno debe demostrar un grao de autonomía adquirido tras a correcta asimilación dos contidos impartidos que o capacite para unha posterior investigación de contidos máis avanzados. A actividade desenvolverase de forma individual ao redor dun tema proposto polo profesor e o traballo autónomo será guiado e supervisado polo profesor en titorías personalizadas. Nestas clases traballaránse as competencias B3, B4, B9, C63 e D4 (CG3, CG4, CG9, CE63 e CT4).
Prácticas de laboratorio	Actividades de aplicación dos coñecementos teóricos adquiridos. Actividade desenrolada en grupos pequenos. O estudante adquirirá as habilidades básicas relacionadas co manexo da instrumentación dun laboratorio de instrumentación electrónica, a utilización das ferramentas de programación e a montaxe de circuitos propostos. O estudante adquirirá habilidades de traballo persoal e en grupo para a preparación dos traballos de laboratorio, utilizando a documentación dispoñible e os conceptos teóricos relacionados. Identificaranse posibles dúbidas que se resolverán no laboratorio ou en titorías personalizadas. Software empregado: LabVIEW e Multisim de National Instruments, e IDE de Arduino. Nestas clases traballaránse as competencias B3, B4, B9, C63 e D4 (CG3, CG4, CG9, CE63 e CT4).
Saídas de estudo	Actividades de aplicación, contraste e observación dos coñecementos nun contexto determinado nun espazo externo. Actividade desenrolada en grupos grandes. O estudante ampliará o seu coñecemento da materia mediante unha visita guiada a unha instalación na que se estean investigando-utilizando un certo tipo de sensores. Nestas clases traballaránse as competencias B3, B4, B9, C63 e D4 (CG3, CG4, CG9, CE63 e CT4).
Aprendizaxe baseado en proxectos	Ensino baseado en proxectos de aprendizaxe: Os estudantes levan a cabo a realización dun proxecto teórico-práctico nun tempo determinado para resolver un problema mediante a planificación, deseño e realización dunha serie de actividades. Definiranse as actividades, analizaranse as posibles solucións e alternativas de deseño, identificaranse os elementos fundamentais e analizaranse os resultados. Por último cada grupo presentará os resultados obtidos. Nestas clases traballaránse as competencias B3, B4, B9, C63 e D4 (CG3, CG4, CG9, CE63 e CT4).

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Os/as estudantes terán ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos. A información pode encontrarse publicada na páxina web: https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11301 . En ditas titorías atenderanse dúbidas e consultas sobre os contidos impartidos nas sesións maxistrais e orientarase sobre como abordar o seu estudo.
Prácticas de laboratorio	Os/as estudantes terán ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos. A información pode encontrarse publicada na páxina web: https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11301 . En ditas titorías atenderanse dúbidas e consultas sobre o desenvolvemento das prácticas de laboratorio, o manexo da instrumentación, a montaxe de circuitos e as ferramentas de programación.
Traballo tutelado	Os/as estudantes terán ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos. A información pode encontrarse publicada na páxina web: https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11301 . O profesorado atenderá dúbidas e consultas sobre o traballo tutelado proposto.
Aprendizaxe baseado en proxectos	Os/as estudantes terán ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos. A información pode encontrarse publicada na páxina web: https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11301 . O profesorado atenderá persoalmente dúbidas e consultas sobre o estudo dos contidos de teoría, as prácticas de laboratorio ou os proxectos.

Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Traballo tutelado	Avaliarase o número e a adecuación das fontes bibliográficas e os contidos seleccionados para abordar a temática asignada. A nota final de esta primeira parte do traballo (NTT1: Nota do Traballo Tutelado 1) estará comprendida entre 0 e 10 puntos. Avaliaranse as competencias B3, B4, B9, C63 e D4 (CG3, CG4, CG9, CE63 e CT4).	15	B3 B4 B9	C63	D4
Traballo tutelado	Avaliarase o traballo tendo en conta a calidade dos resultados obtidos, da presentación e análise dos mesmos, así como da memoria final entregada. A nota final de esta segunda parte do traballo (NTT2: Nota do Traballo Tutelado 2) estará comprendida entre 0 e 10 puntos. Avaliaranse as competencias B3, B4, B9, C63 e D4 (CG3, CG4, CG9, CE63 e CT4).	35	B3 B4 B9	C63	D4

Prácticas de laboratorio	Avaliaranse as competencias adquiridas polo estudante durante as sesións prácticas. Para iso, terase en conta o traballo de preparación previa, a asistencia e a calidade do traballo desenvolvido. A nota final de prácticas (NFP: Nota Final de Prácticas) estará comprendida entre 0 e 10 puntos. Nestas prácticas avaliaranse as competencias B3, B4, B9, C63 e D4 (CG3, CG4, CG9, CE63 e CT4).	30	B3 B4 B9 C63 D4
Aprendizaxe baseado en proxectos	Avaliarase o proxecto tendo en conta a calidade dos resultados obtidos, así como da presentación e análise dos mesmos. A nota final de proxecto (NTG: Nota do Proxecto en Grupo) estará comprendida entre 0 e 10 puntos. Nesta actividade avaliaranse as competencias B3, B4, B9, C63 e D4 (CG3, CG4, CG9, CE63 e CT4).	20	B3 B4 B9 C63 D4

Outros comentarios sobre a Avaliación

1. Avaliación continua

Seguindo as directrices propias da titulación e os acordos da comisión académica ofrecerase aos alumnos que cursen esta materia un sistema de avaliación continua.

*Enténdese que os alumnos que asistan con regularidade a clases de teoría (menos dun 10% de ausencia inxustificada ás sesións maxistrais), ou que falten como máximo a 1 sesión de prácticas, ou que falten como máximo a 1 sesión do proxecto en grupo **optan pola avaliación continua** da materia. A asistencia dos estudantes será rexistrada en cada sesión.*

A materia divídese en tres partes: teoría (50%), prácticas (30%) e proxecto (20%). As cualificacións das tarefas avaliábeis non son recuperables e serán válidas só para o curso académico no que se realizan. A cualificación final dun estudante que escolla esta vía no poderá ser "non presentado".

Calquera das actividades avaliábeis seguindo avaliación continua non é recuperable, salvo que sexan debidamente xustificadas según os criterios da normativa aprobada polo Claustro da Universidade o 18 de abril de 2023.

1.a Teoría.

Nas primeiras semanas do curso encargaráselle a cada estudante, individualmente, que realice un traballo tutelado sobre unha temática relacionada coa materia. Para avaliar o traballo dividirase en dúas partes. Na primeira valorarase as fontes bibliográficas consultadas e os contidos seleccionados para incluír no traballo. Na segunda, terase en conta a calidade da memoria final entregada. O prazo de entrega será debidamente programado e informado polo profesorado da asignatura. A nota de ambas partes (NTT1 y NTT2) valorarase de 0 a 10. A primeira parte terá un peso do 15% da calificación final e a segunda do 35%. O alumnado que non entregue o traballo final ou non o presente no día indicado terá unha nota NTT2 = 0.

A nota final desta parte será:

$NFT \text{ (Nota Final de Teoría)} = NTT \text{ (Nota do Traballo Tutelado)}.$

Para superar a parte de teoría por avaliación continua o alumno terá que obter una nota NFT ≥ 5 e non ter faltado inxustificadamente a máis dun 10% das sesións maxistrais.

1.b Práctica

Realizaranse 6 sesións de prácticas de 2 horas en grupos de 2 alumnos e unha saída de estudo (sempre e cando sexa posible).

A valoración da parte práctica farase de maneira individual para cada membro do grupo. Terase en conta o traballo individual de preparación previa, a asistencia e o traballo desenvolvido por cada estudante durante as sesións.

Na primeira sesión farase a práctica 1. Valorarase cunha nota (NP1: Nota da Práctica 1) entre 0 e 10 puntos.

Nas restantes sesións farase un traballo práctico relacionado coas maquetas de sensores dispoñíbeis. Este traballo será avaliado en función da calidade dos resultados obtidos, da análise dos mesmos, así como da presentación final realizada. O traballo valorarase cunha nota (NTP: Nota do Traballo de Prácticas) de 0 a 10 puntos.

A saída de estudo valorase cunha nota (NSE: Nota de Saída de Estudo) de 0 a 10 puntos.

A nota final desta parte será a suma ponderada das notas de cada parte:

$NFP \text{ (Nota Final de Prácticas)} = 0,15 \cdot NP1 + 0,75 \cdot NTP + 0,10 \cdot NSE$

Para superar a parte de prácticas por avaliación continua o alumno só poderá faltar a 1 sesión, e só se se trata dunha falta debidamente xustificada. En caso contrario NTP = 0.

1.c Proxecto en grupo

Na primeira sesión de tutoría en grupo (horas tipo C) presentaranse todas as actividades a realizar e asignarase o proxecto concreto a cada estudante. O profesor seguirá o desenvolvemento do traballo de cada grupo e o traballo individual de cada alumno nas restantes sesión de tutoría en grupo (horas tipo C).

O proxecto será avaliado en función da calidade dos resultados obtidos, da presentación e análise dos mesmos, así como da calidade da memoria final realizada. O prazo de entrega da memoria será debidamente programado e informado polo profesorado da materia. O proxecto valorarase cunha nota (NPG: Nota do Proxecto en Grupo) de 0 a 10 puntos.

Para superar esta parte por avaliación continua o estudante non poderá faltar a máis de 1 sesión, e só se se trata dunha falta debidamente xustificada. En caso contrario NPG = 0.

1.d Nota final da materia

Para poder aprobar a materia por avaliación continua será imprescindible:

- + obter unha nota NFT ≥ 5 , e
- + non faltar a máis de 1 sesión de prácticas, e
- + non faltar a máis de 1 sesión do proxecto en grupo.

Neste caso a cualificación final será a suma ponderada das notas de cada parte. Na nota final (NF), a nota final de teoría (NFT) terá un peso do 50%, a nota final de prácticas (NFP) do 30% e a nota do proxecto en grupo (NPG) do 20%.

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

Para aprobar a materia será necesario obter unha nota final NF ≥ 5 .

Con todo, cando:

- + NFT < 5 , ou
- + o alumno faltou a máis de 1 sesión de prácticas, ou
- + faltou a máis de 1 sesión do proxecto en grupo,

a nota final (NF) será: .

$$NF = \min\{ 4,9, 0,50 \cdot NFT + 0,30 \cdot NFP + 0,20 \cdot NPG \}$$

2. Avaliación global

Os alumnos que non opten pola avaliación continua poderán presentarse a un exame final que constará dunha serie de actividades avaliáveis similares ás que se contemplan na avaliación continua. Así, nas datas establecidas pola dirección da Escola para a realización do exame final, os estudantes que non optasen pola avaliación continua deberán realizar:

- + unha **proba teórica** ou un **traballo teórico tutelado** previamente asignado,
- + unha **proba práctica**,
- + un **proxecto** previamente asignado.

Para a asignación do traballo teórico tutelado e do proxecto o alumno debe apuntarse previamente con un mínimo de antelación de catro semanas.

2.a Teoría.

2.a.1 Proba teórica ou traballo teórico tutelado

Para superar a parte de teoría, o alumno terá que presentarse a unha proba teórica ou a un traballo teórico tutelado:

+ a proba teórica constará dunha serie de preguntas tipo test e de desenvolvemento do temario. A nota desta proba (NPT: Nota da Proba Teórica) valorarase de 0 a 10 puntos.

+ para avaliar o traballo teórico tutelado teranse en conta a calidade dos resultados obtidos, da presentación e análise dos mesmos, así como da memoria final entregada. A nota deste traballo (NTT) valorarase de 0 a 10 puntos.

2.a.2 Nota final de teoría

A nota final de teoría (NFT) será:

NFT = NPT (Nota da Proba Teórica) se se fixo a Proba Teórica.

NFT = NTT (Nota do Traballo Tutelado) se se fixo o Traballo Tutelado.

2.b Práctica

Para superar a parte práctica, o/a estudante terá que presentarse a unha proba práctica. Esta proba consistirá na implementación dalgúns dos circuitos tratados nas sesións de prácticas e nunha serie de preguntas de resposta curta e/ou tipo test acerca de devanditos circuitos. A nota desta proba (NPP: Nota da Proba Práctica) valorarase de 0 a 10 puntos.

A nota final de prácticas (NFP) será $NFP = NPP$ (Nota da Proba Práctica).

2.c Proxecto

Para avaliar o proxecto teranse en conta a calidade dos resultados obtidos, así como da presentación e análise dos mesmos. O proxecto valorarase cunha nota (NPG: Nota do Proxecto en Grupo) de 0 a 10 puntos.

2.d Nota final da materia

Para aprobar a materia será imprescindible:

+ obter unha nota NFT ≥ 5 , e

+ NFP ≥ 5 , e

+ NPG ≥ 5 .

Neste caso a cualificación final será a suma ponderada das notas de cada parte. Na nota final (NF), a nota final de teoría (NFT) terá un peso do 50%, a nota final de prácticas (NFP) do 30% e a nota do proxecto en grupo (NPG) do 20%.

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

Para aprobar a materia será necesario obter unha nota final NF ≥ 5 .

Con todo, cando:

+ NFT < 5 , ou

+ NFP < 5 , ou

+ NPG < 5 ,

a nota final (NF) será: .

$$NF = \min\{ 4,9, 0,50 \cdot NFT + 0,30 \cdot NFP + 0,20 \cdot NPG \}$$

3. Oportunidade extraordinaria e convocatoria fin de carreira

Estas convocatorias constarán dunha serie de actividades avaliáveis similares ás que se contemplan no apartado 2. Terán o mesmo formato ca avaliación global e celebrarase na data que estableza a dirección da Escola. Para a asignación do traballo teórico e do proxecto o/a estudante debe apuntarse previamente con unha antelación mínima de catro semanas.

Os/as estudantes que se presenten a unha convocatoria deste tipo conservaráselles a nota que obtivesen en oportunidades anteriores (avaliación continua ou global) nas partes ás que non se presenten. Ademais, neste caso só poderán presentarse a aquelas probas que non superasen en oportunidades anteriores.

O cálculo da nota final da materia realizarase tal e como se explica no apartado 2.

4. Outros

A materia impartirase en castelán e galego, e será avaliada en castelán.

Bibliografía. Fontes 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

Outros comentarios

Recoméndase ter aprobadas as seguintes materias:

- + Tecnoloxía electrónica/V05G301V01206
 - + Electrónica dixital/V05G301V01203
 - + Electrónica analóxica/V05G301V01311
 - + Sistemas de adquisición de datos/V05G301V01314
 - + Instrumentación electrónica e sensores/V05G301V01316
-