



DATOS IDENTIFICATIVOS

Sensores electrónicos avanzados

Materia	Sensores electrónicos avanzados			
Código	V05G300V01924			
Titulación	Grao en Enxeñaría de Tecnoloxías de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OP	4	1c
Lingua de impartición	Castelán Galego			
Departamento	Tecnoloxía electrónica			
Coordinador/a	Mariño Espiñeira, Perfecto			
Profesorado	Cao Paz, Ana María Costas Pérez, Lucía Mariño Espiñeira, Perfecto Pastoriza Santos, Vicente			
Correo-e	pmarino@uvigo.es			
Web	http://faitic.uvigo.es			
Descrición xeral	<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> + Sensores de fibra óptica. + Sensores láser. + Sensores microelectromecánicos (MEMS). + Sensores de imaxe. + Sensores integrados. + Sensores intelixentes. + Sensores de onda acústica. + Biosensores. <p>A documentación da materia estará en inglés. A materia impartirase en castelán e galego, e será avaliada en castelán.</p>			

Competencias

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 de aprendizaxe

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

Coñecemento do modo de operación e das 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 de traballar en grupo e de comunicar, tanto por escrito como de forma oral, coñecementos, procedementos, resultados e ideas relacionadas co deseño e aplicación de sensores electrónicos avanzados.	B9	C63	D4

Contidos

Tema	
Tema 1: Sensores de Fibra Óptica I.	Introdución. Clasificación. Tipos de FOS. Estrutura básica. Extrínsecos, Intrínsecos e de Onda evanescente. Aplicacións. FOS interferométricos. Aplicacións.
Tema 2: Sensores de Fibra Óptica II.	Sistemas FOS multisensor. Multiplexados e distribuídos. Reflectometría OTDR. Reflectometría OFDR. Rejillas de Bragg. Aplicacións. Estructuras intelixentes. Vibrometría láser e interferometría. Exemplos de aplicación.
Tema 3: Sensores de Óptica Integrada.	Introdución. Clasificación de guíaondas OI. Materiais para OI. Dispositivos en OI. Interferometría en OI. Dispositivos OI activos; detectores e fontes de luz. Sensores en OI. Biosensores. Axuste FO-OI. Aplicacións.
Tema 4: Sensores microelectromecánicos (MEMS).	Tecnoloxías microelectrónicas. Etapas de fabricación de MEMS. Materiais para MEMS. Sensores MEMS. Microestructuras en óptica do espazo libre. Microsensores CMOS. Aplicacións.
Tema 5: Sensores de imaxe e visualizadores I.	Introdución. Especificacións dun visualizador. Clasificación dos visualizadores. Tecnoloxías de iluminación. Tecnoloxías de captación de imaxes: CCD e CMOS. Tecnoloxías de visión nocturna: PMTs e cámaras IR.
Tema 6: Sensores de imaxe e visualizadores II.	Introdución á pirometría. Principio de funcionamento. Características xerais. Pirómetros de desaparición de filamento. Acondicionamento. Detectores bolométricos. Detectores cuánticos. Radiómetros. Cámaras de infravermellos. Exemplos de aplicación.
Tema 7: Sensores de onda acústica AWS.	Clasificación. Características dos materiais. Comparación de sensores AWS. Aplicacións. Microsensor FPW. Sistemas integrados FPW. Tipos de recubrimentos para AWS. Recoñecemento de patróns en "nariz electrónico".
Tema 8: Sensores para Realidade Virtual.	Introdución. Sistemas de resposta táctil e de forza. Características da RV. Arquitecturas. Procesos neuronais. Mecanorreceptores. Campo proxectivo. Sinestesia visual-táctil. Equipos de inmersión virtual. Sistemas UAV.
Tema 9: Sensores en Física de Partículas.	Introdución. Normas de instrumentación específicas: CAMAC, FASTBUS e SCI. O Modelo Estándar. Propiedades do Modelo Estándar. Desintegracións Beta. Evolución dos aceleradores de partículas. Detectores de partículas en aceleradores. Aplicacións en medicina nuclear.

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Actividades introdutorias	1	1	2
Lección maxistral	17	8	25
Traballo tutelado	3	12	15
Prácticas de laboratorio	12	58	70
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 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 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 traballarase as competencias 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. Nestas clases traballarase as competencias 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 traballarase as competencias CG3, CG4, CG9, CE63, y CT4.
Aprendizaxe baseado en proxectos	Ensino baseado en proxectos de aprendizaxe: Os estudantes en grupos reducidos 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. En grupos reducidos 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. Todas as sesións terán lugar no laboratorio. Nestas clases traballarase as competencias CG3, CG4, CG9, CE63, e CT4.

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Os estudantes terán ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos no despacho do profesorado no horario que se establecerá para ese efecto a principio de curso e que se publicará na páxina web da materia. En ditas titorías atenderanse dúbidas e consultas dos estudantes sobre os contidos impartidos nas sesións maxistras e orientaráselles sobre como abordar o seu estudo.
Prácticas de laboratorio	Os estudantes terán ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos no despacho do profesorado no horario que se establecerá para ese efecto a principio de curso e que se publicará na páxina web da materia. En ditas titorías atenderanse dúbidas e consultas dos estudantes sobre o desenvolvemento das prácticas de laboratorio, o manexo da instrumentación, a montaxe de circuitos e as ferramentas de programación.
Traballo tutelado	Os estudantes terán ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos no despacho do profesorado no horario que se establecerá para ese efecto a principio de curso e que se publicará na páxina web da materia. O profesorado atenderá dúbidas e consultas dos estudantes sobre o traballo tutelado proposto.
Aprendizaxe baseado en proxectos	Os estudantes terán ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos no despacho do profesorado no horario que se establecerá para ese efecto a principio de curso e que se publicará na páxina web da materia. O profesorado atenderá persoalmente dúbidas e consultas dos estudantes 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 traballo tendo en conta a calidade dos resultados obtidos, da presentación e análise dos mesmos, así como da memoria final entregada. A nota final do traballo (NTT: Nota do Traballo Tutelado) estará comprendida entre 0 e 10 puntos. Neste traballo avaliaranse as competencias CG3, CG4, CG9, CE63, e CT4.	50	B3 C63 D4 B4 B9
Prácticas de laboratorio Avaliaranse as competencias adquiridas polo estudante durante as sesións no laboratorio. 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 CG3, CG4, CG9, CE63, e CT4.	30	B3 C63 D4 B4 B9

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 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 maxistras), ou que falten como máximo a 1 sesión de prácticas de laboratorio, ou que falten como máximo a 1 sesión do proxecto en grupo **optan pola avaliación continua** da materia. A asistencia dos estudantes a cada sesión será rexistrada nunha folla de firmas.*

A materia divídese en tres partes: teoría (50%), prácticas de laboratorio (30%) e proxecto (20%). As cualificacións das tarefas avaliadas 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".

1.a Teoría.

Nas primeiras semanas do curso encargaráselle a cada alumno, individualmente, que realice un traballo tutelado sobre unha temática relacionada coa materia. Para avaliar o traballo teranse en conta a calidade dos resultados obtidos, da presentación e análise dos mesmos, así como da memoria final entregada. O prazo de entrega da devandita memoria será debidamente programado e informado o profesorado da materia. A nota deste traballo (NTT: Nota do Traballo Tutelado) valorarase de 0 a 10. O alumno que non entregue o traballo ou non o presente no día indicado terá unha nota NTT = 0.

A nota final desta parte será:

NFT (Nota Final de Teoría) = NTT (Nota do Traballo Tutelado).

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

1.b Práctica

Realizaranse 6 sesións de prácticas de laboratorio de 2 horas en grupos de 2 alumnos e unha saída de estudo.

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 no laboratorio farase a práctica 1. Valorarase cunha nota (NP1: Nota da Práctica 1) entre 0 e 10 puntos.

Nas restantes sesións no laboratorio farase un traballo práctico relacionado coas maquetas de sensores dispoñibles. 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 de laboratorio, e só se se trata dunha falta debidamente xustificada.

1.c Proxecto en grupo

O traballo presencial levarase a cabo nas sesións de horas tipo C. Na primeira sesión presentaranse todas as actividades a realizar e asignarase o proxecto concreto a cada grupo de estudantes. Nestas sesións o profesor seguirá o desenvolvemento do traballo de cada grupo e o traballo individual de cada alumno.

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.

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 de laboratorio, 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 $NF \geq 5$.

Con todo, cando:

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

a nota final (NF) será o mínimo das notas obtidas no tres partes.

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

2. Avaliación única

Os alumnos que non opten pola avaliación continua poderán presentarse a un exame final que constará dunha serie de actividades avaliábeis 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** se faltaron inxustificadamente a máis dun 10% das sesións maxistras,
- + un **traballo teórico tutelado** previamente asignado e entregar unha memoria final sobre o mesmo,
- + unha **proba práctica no laboratorio** se non superaron a parte práctica por avaliación continua,
- + un **proxecto** previamente asignado.

Para a asignación do traballo teórico tutelado e do proxecto o alumno debe apuntarse previamente seguindo o procedemento indicado polo profesorado con suficiente antelación.

2.a Teoría.

2.a.1 Proba teórica

Para superar a parte de teoría, será necesario que o alumno non faltase inxustificadamente a máis dun 10% das sesións maxistras. En caso contrario, terá que presentarse a unha proba teórica que 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.

2.a.2 Traballo teórico tutelado

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.3 Nota final de teoría

A nota final de teoría (NFT) será:

$NFT = NTT$ (Nota do Traballo Tutelado) se non se faltou inxustificadamente a máis dun 10% das sesións maxistras.

$NFT = NPT$ (Nota da Proba Teórica) se se faltou inxustificadamente a máis dun 10% das sesións maxistras e $NTT \geq 5$.

$NFT = 0$ en calquera outro caso.

2.b Práctica

Para superar a parte práctica, será necesario que o alumno non faltase a máis dunha das sesións de prácticas. **En caso contrario**, terá que presentarse a unha proba práctica realizada no laboratorio. Esta proba consistirá na montaxe dalgúns dos de 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:

$NFP = 0,15 \cdot NP1(\text{Nota da Práctica 1}) + 0,75 \cdot NTP(\text{Nota do Traballo de Prácticas}) + 0,10 \cdot NSE(\text{Nota de Saída de Estudo})$ si non se faltou a máis dunha das sesións de prácticas.

$NFP = NPP$ (Nota da Proba Práctica) se se faltou a máis dunha das sesións de prácticas.

$NFP = 0$ en calquera outro caso.

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
- + non faltar a máis de 1 sesión de prácticas de laboratorio ou $NFP \geq 5$, e
- + non faltar a máis de 1 sesión do proxecto en grupo ou $NPG \geq 5$.

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 $NF \geq 5$.

Con todo, cando:

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

a nota final (NF) será o mínimo das notas obtidas no tres partes.

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

3. Segunda oportunidade e convocatoria extraordinaria

Estas convocatorias constarán dunha serie de actividades avaliadas similares ás que se contemplan no apartado 2. Terán o mesmo formato ca avaliación única e celebrarase na data que estableza a dirección da Escola. Para a asignación do traballo teórico e do proxecto o estudante debe apuntarse previamente seguindo o procedemento indicado polo profesorado con suficiente antelación.

Aos estudantes que se presenten a unha convocatoria deste tipo conservaráselles a nota que obtivesen en convocatorias anteriores (avaliación continua ou única) nas partes ás que non se presenten. Ademais, neste caso os estudantes só poderán presentarse a aquelas probas que non superasen en convocatorias 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., 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

Materias que se recomienda ter cursado previamente

Electrónica dixital/V05G300V01402

Tecnoloxía electrónica/V05G300V01401

Circuitos electrónicos programables/V05G300V01502

Diseño microelectrónico/V05G300V01622

Electrónica analóxica/V05G300V01624

Electrónica de potencia/V05G300V01625

Enxeñaría de equipos electrónicos/V05G300V01523

Instrumentación electrónica e sensores/V05G300V01621

Sistemas de adquisición de datos/V05G300V01521

Sistemas electrónicos de procesado de sinal/V05G300V01522

Sistemas electrónicos para comunicacións dixitais/V05G300V01623

Outros comentarios

Recoméndase ter aprobadas as seguintes materias:

+ Tecnoloxía electrónica/V05G300V01401

+ Electrónica dixital/V05G300V01402

+ Electrónica analóxica/V05G300V01624

+ Sistemas de adquisición de datos/V05G300V01521

+ Instrumentación electrónica e sensores/V05G300V01621
