



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 | 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 | 2 | 3 |
| Lección maxistral | 17 | 17 | 34 |
| Traballo tutelado | 3 | 26 | 29 |
| Prácticas de laboratorio | 12 | 30 | 42 |
| Metodoloxías integradas | 7 | 25 | 32 |
| Probas prácticas, de execución de tarefas reais e/ou simuladas. | 2 | 8 | 10 |

*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. Nestas clases traballarase as competencias CG3, CG4, CG9, CE63, e CT4. |
| Lección maxistral | Exposición por parte do profesor dos contidos da materia obxecto de estudo. O estudante, 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 traballarase 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. 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 circuítos 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. |
| Metodoloxías integradas | 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. 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 circuítos 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. |
| Metodoloxías integradas | 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 sobre os contidos das prácticas de laboratorio da materia. Para iso, terase en conta o traballo de preparación previa, a asistencia e o traballo desenvolvido durante as sesións no laboratorio. A nota de cada sesión de prácticas (NPL: Nota de Práctica de Laboratorio) estará comprendida entre 0 e 10 puntos. Nestas prácticas avaliaranse as competencias CG3, CG4, CG9, CE63, e CT4. | 30 | B3 C63 D4 B4 B9 |
| Probas prácticas, tarefas reais e/ou simuladas. 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 C63 D4 B4 B9 |

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 **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 avaliáveis non son recuperables e serán válidas só para o curso académico no que se realizan.

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 o alumno terá que obter unha nota NFT ≥ 5 .

1.b Práctica

Realizaranse 6 sesións de prácticas de laboratorio de 2 horas en grupos de 2 alumnos. A parte práctica cualificarase mediante a avaliación continua de todas as prácticas. Cada unha das prácticas avaliarase unicamente o día da práctica.

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 no laboratorio. Cada práctica valorarase cunha nota (NPL: Nota de Práctica de Laboratorio) entre 0 e 10 puntos. A nota das prácticas ás que se falte será de 0.

A nota final desta parte será a media aritmética das notas do seis prácticas:

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

Para superar a parte de prácticas 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 na sesión de prácticas restante (horas tipo B) e nas sesións de horas tipo C. Na primeira sesión presentarase 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 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 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. Exame final

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 maxistrais,

+ 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 maxistrais. 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 maxistrais.

$NFT = NPT$ (Nota da Proba Teórica) se se faltou inxustificadamente a máis dun 10% das sesións maxistrais 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:

$NFP =$ a media aritmética das notas das prácticas de laboratorio (NPL) se non se faltou a máis dunha das sesións de prácticas, isto é:

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

$NFP = NPP$ (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 ≥ 5 , e
- + non faltar a máis de 1 sesión do proxecto en grupo ou 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 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 de superar a materia

Esta oportunidade constará dunha serie de actividades avaliadas similares ás que se contemplan na avaliación continua. Terá o mesmo formato que o exame final e celebrarse 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 esta segunda oportunidade conservaráselles a nota que obtivesen na primeira (avaliación continua ou exame final) nas partes ás que non se presenten. Ademais, nesta ocasión os estudantes só poderán presentarse a aquelas probas que non superasen na primeira oportunidade.

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

Recomendacións

Materias que se recomienda ter cursado previamente

Electrónica dixital/V05G300V01402
Tecnoloxía electrónica/V05G300V01401
Circuitos electrónicos programables/V05G300V01502
Deseño 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
-