



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Sensores Intelixentes

Materia	Sensores Intelixentes			
Código	V05M145V01319			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OP	2	1c
Lingua de impartición	Castelán Galego			
Departamento	Tecnoloxía electrónica			
Coordinador/a	Mariño Espiñeira, Perfecto			
Profesorado	Machado Domínguez, Fernando Mariño Espiñeira, Perfecto Pastoriza Santos, Vicente			
Correo-e	pmarino@uvigo.es			
Web	<a href="http://faitic.uvigo.es">http://faitic.uvigo.es</a>			
Descrición xeral	Esta materia ten como principal obxectivo que o estudante adquira os coñecementos necesarios para a caracterización e o deseño de sistemas de instrumentación electrónica baseados en sensores intelixentes, con diferentes capacidades de conexión, tanto por topoloxías canleadas como inarámicas. Para iso estudaranse as principais estruturas de sensores intelixentes, as arquitecturas e topoloxías de redes de sensores, os sistemas de sensores intelixentes eficientes en consumo e as ferramentas software e as plataformas hardware para o deseño de sistemas multisensoriais.			

## Competencias

Código	
A4	CB4 Que os estudantes saiban comunicar as súas conclusións, e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan, a públicos especializados e non especializados dun xeito claro e sen ambigüidades.
A5	CB5 Que os estudantes posúan as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun xeito que terá que ser, en grande medida, autodirixido e autónomo.
B8	CG8 Capacidade para a aplicación dos coñecementos adquiridos e resolver problemas en ámbitos novos ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos e multidiscipliniais, sendo capaces de integrar coñecementos.
C36	CE43/OP13 Capacidade para caracterizar sensores intelixentes e as súas arquitecturas específicas na rede

## Resultados de aprendizaxe

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Coñecer as diferentes estruturas dos sensores intelixentes.	A5 B8 C36
Coñecer as topoloxías e arquitecturas das redes de sensores.	A5 B8 C36
Saber analizar e deseñar sistemas de sensores eficientes en consumo.	A4 B8 C36
Coñecer ferramentas software e plataformas hardware para o deseño de sistemas de sensores.	A5 B8 C36
Deseñar aplicacións baseadas en fusión de datos de diferentes sensores.	A4 B8 C36

<b>Contidos</b>	
Tema	
Tema 1: Sensores intelixentes.	Definición. Clasificación. Arquitecturas. Sistemas multisensoriais. Norma IEEE 1451 para sensores intelixentes. Exemplos de aplicación: Internet of Things, Industry 4.0, Machine Learning.
Tema 2: Topoloxías canleadas.	Características xerais. Clasificación. Exemplos prácticos: PROFIBUS e CAN. Infraestruturas de transporte intelixente (ITS). Buses embebidos de automatización: LIN, MOST, FLEXRAY, JSAE 1939 e outros. Ferramentas de desenvolvemento.
Tema 3: Topoloxías inarámicos.	As bandas ISM. Características das redes inarámicas. Multiplexación e modulación. O concepto SDR. Normas WLAN e WPAN. Normas IEEE 802.15.1/4/3 (Bluetooth, Zigbee e UWB). Redes para sensores inarámicos (WSNs). Outras redes comerciais.

<b>Laboratorio</b>	
Bloque 1. Sistemas cableados de sensores intelixentes	Análise e proba de sensores intelixentes.
Bloque 2. Sistemas de sensores intelixentes sen fíos.	Deseño, realización e verificación dunha rede de sensores sen fíos.
Bloque 3. Proxecto: Deseño e realización dun sistema de instrumentación electrónica baseado en sensores intelixentes.	Deseño, realización e verificación dun sistema de instrumentación electrónica baseado en sensores intelixentes aplicando os conceptos teórico-prácticos aprendidos.

<b>Planificación</b>			
	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	4	4	8
Traballo tutelado	1	18.5	19.5
Prácticas de laboratorio	7.5	15	22.5
Metodoloxías integradas	12.5	62.5	75

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

<b>Metodoloxía docente</b>	
	Descrición
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 traballaranse as competencias CB4, CB5, CG8 e CE43.
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 estudante 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 CB4, CB5, CG8 e CE43.
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 traballaranse as competencias CB4, CB5, CG8 e CE43.
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 defínense as actividades, analízanse as posibles solucións e alternativas de deseño, identifícanse os elementos fundamentais e analízanse os resultados. Por último cada grupo presentará os resultados obtidos. Nestas clases traballaranse as competencias CB4, CB5, CG8 e CE43.

<b>Atención personalizada</b>	
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 do centro. En ditas titorías atenderanse dúbidas e consultas dos estudantes sobre os contidos impartidos nas sesións maxistrais 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 do centro. 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.
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 do centro. O profesorado atenderá persoalmente dúbidas e consultas dos estudantes sobre o proxecto proposto.
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 do centro. O profesorado atenderá dúbidas e consultas dos estudantes sobre o traballo tutelado proposto.

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 do traballo tutelado (NTT) estará comprendida entre 0 e 10 puntos. Neste traballo avaliaranse as competencias CCB4, CB5, CG8 e CE43.	20	A4 A5	B8	C36
Prácticas de laboratorio	Avaliaranse as competencias adquiridas polo estudante sobre os contidos das prácticas de laboratorio da materia. A nota final de laboratorio (NFL) estará comprendida entre 0 e 10 puntos. A avaliación das prácticas contará dunha parte común de avaliación do traballo realizado en grupo, na que a cualificación de cada compoñente será a mesma, e dunha parte de avaliación individual de cada estudante, obtida a partir das tarefas de traballo individual previo e de cuestións personalizadas en cada unha das sesións. Nestas prácticas avaliaranse as competencias CB4, CB5, CG8 e CE43.	20	A4 A5	B8	C36
Metodoloxías integradas	Avaliarase o proxecto tendo en conta os resultados obtidos, a presentación e análise dos mesmos e a calidade da presentación final do proxecto. A nota final do proxecto (NFP) estará comprendida entre 0 e 10. A avaliación do proxecto constará dunha parte común de avaliación do traballo realizado en grupo, na que a cualificación de cada compoñente será a mesma, e dunha parte de avaliación individual de cada estudante, obtida a partir da presentación oral do proxecto desenvolvido. Nestes traballos avaliaranse as competencias CB4, CB5, CG8 e CE43.	60	A4 A5	B8	C36

## 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.

Para poder **optar á avaliación continua** da materia o estudante non poderá faltar a máis de 1 sesión maxistral, a máis de 1 sesión de prácticas, nin a máis de 1 sesión de proxecto; e só si se trata de faltas debidamente xustificadas.

A materia divídese en tres partes: teoría (20%), prácticas (20%) e proxecto (60%). As cualificacións das tarefas avaliábeis non son recuperables e serán válidas só para o curso académico no que se realicen.

#### 1.a Teoría

A asistencia a clase é obrigatoria. Para superar esta parte da materia o estudante só poderá faltar a 1 sesión de teoría, e só si se trata dunha falta debidamente xustificada.

Nas primeiras semanas do curso encargarase a cada estudante, individualmente, que realice un traballo tutelado sobre unha temática relacionada coa materia. Para avaliar o traballo teranse en consideración a calidade dos resultados obtidos, da presentación e análise dos mesmos, así como da memoria final entregada. O prazo de entrega de dita memoria será debidamente programado e informado polo profesorado da materia. A nota do traballo tutelado (NTT) valorarase de 0 a 10. O estudante que non entregue o traballo ou non o presente na data indicada terá unha nota NTT = 0.

A nota final de teoría (NFT) será neste caso a nota obtida no traballo:  $NFT = NTT$ .

Para superar a parte de teoría o estudante terá que obter una nota  $NFT \geq 5$ .

## 1.b Práctica

Realizaranse 3 sesións de prácticas de laboratorio de 2,5 horas en grupos de 2 estudantes (sempre que sexa posible). A parte práctica cualificarase mediante a avaliación continua de tódalas prácticas. Cada unha das 3 prácticas avaliarase unicamente o día da práctica. Os profesores terán en conta o traballo previo dos estudantes para preparar as tarefas propostas e o traballo no laboratorio, así como o comportamento do estudante no posto.

Cada práctica terá varios apartados e valorarase de 0 a 10, de maneira que a realización de tódolos apartados suporá a consecución da máxima nota de práctica (NP). A nota das prácticas ás que falte será de 0. Para superar a parte de prácticas o alumno non poderá faltar a máis de 1 sesión, e só si se trata dunha falta debidamente xustificada. A nota final de laboratorio (NFL) será a media aritmética das notas das 3 prácticas.

$$\text{NFL} = (\text{NP1} + \text{NP2} + \text{NP3}) / 3$$

## 1.c Proxecto

Unha vez presentadas as actividades a realizar, asignaranse os proxectos a cada grupo de 2 estudantes (sempre que sexa posible). O traballo presencial do estudante para a realización do proxecto levarase a cabo na sesión de prácticas restante (horas tipo B) e nas sesións de grupo reducido (horas tipo C).

Para avaliar o proxecto teranse en conta os resultados obtidos, a presentación e análise dos mesmos e a calidade da presentación final do proxecto. O proxecto valorarase de 0 a 10 e para superar dita parte a nota final de proxecto (NFP), terá que ser de polo menos un 5 sobre 10 e o estudante non poderá faltar a máis de 1 sesión, e só si se trata dunha falta debidamente xustificada.

## 1.d Nota final da materia

Na nota final (NF), a nota de teoría (NFT) terá un peso do 20%, a nota de laboratorio (NFL) terá un peso do 20% e a nota de proxecto (NFP) do 60%.

Para aprobar a materia será imprescindible superar a parte de teoría, a parte práctica e a parte de proxecto. Neste caso a cualificación final será a suma ponderada das notas de cada parte:

$$\text{NF} = 0,2 \cdot \text{NFT} + 0,2 \cdot \text{NFL} + 0,6 \cdot \text{NFP}$$

No caso de non ter superado algunha das partes ( $\text{NFT} < 5$  ou  $\text{NFP} < 5$ ), ou de ter faltado a máis de 1 sesión de teoría, ou a máis de 1 sesión de prácticas, ou a máis de 1 sesión de actividades de proxecto, a nota final será a obtida coa seguinte expresión:

$$\text{NF} = \min\{4, (0,2 \cdot \text{NFT} + 0,2 \cdot \text{NFL} + 0,6 \cdot \text{NFP})\}$$

Para aprobar a materia será necesario obter una nota final  $\text{NF} \geq 5$ .

## 2. Exame final

Os estudantes que non opten pola avaliación continua poderán presentarse a un exame final que constará dunha serie de actividades de avaliación. Así, nas datas establecidas pola dirección da Escola para a realización do exame final, os estudantes que non opten pola avaliación continua deberán realizar unha proba teórica e unha proba práctica. Ademais deberán realizar previamente un proxecto teórico-práctico individual e entregar a memoria correspondente o mesmo día do exame final de teoría. O proxecto final deberá presentarse na semana seguinte á entrega das memorias. Para presentarse á proba de laboratorio e para a asignación de proxecto é obrigatorio poñerse en contacto co profesorado da materia a lo menos catro semanas antes do exame.

O exame teórico constará dunha serie de preguntas de resposta curta e/ou tipo test que se valorará de 0 a 10 puntos. A nota final de teoría (NFT) será a cualificación obtida.

O exame de laboratorio consistirá na resolución de exercicios prácticos no laboratorio, similares aos realizados durante o cuadrimestre. A proba práctica valorarase de 0 a 10 puntos e a nota final de laboratorio (NFL) será a cualificación obtida.

Para avaliar o proxecto teranse en conta a presentación dos resultados obtidos e a calidade da memoria final do proxecto. A parte de proxecto valorarase de 0 a 10 puntos e a nota final de proxecto (NFP) será a cualificación obtida.

Para aprobar a materia será imprescindible obter un mínimo de 5 puntos sobre 10 en cada unha das partes.

Neste caso a cualificación final será a suma ponderada das notas de cada parte:

$$NF = 0,2 \cdot NFT + 0,2 \cdot NFL + 0,6 \cdot NFP$$

No caso de non ter superado algunha das partes ( $NFT < 5$  ou  $NFL < 5$  ou  $NFT < 5$ ), a nota final será a obtida coa seguinte expresión:

$$NF = \min\{4 ; (0,2 \cdot NFT + 0,2 \cdot NFL + 0,6 \cdot NFP)\}.$$

Para aprobar a materia será necesario obter una nota final  $NF \geq 5$ .

### 3. Exame extraordinario

O exame extraordinario constará dunha serie de actividades avaliativas similares ás que se contemplan no exame final. O exame extraordinario celebrarase nas datas que estableza a dirección da Escola e consistirá nunha proba teórica e unha proba de laboratorio. Ademais, os estudantes deberán realizar previamente un proxecto teórico-práctico individual e entregar a memoria correspondente o mesmo día do exame final de teoría. O proxecto final deberá presentarse na semana seguinte á entrega das memorias. Para presentarse á proba de laboratorio e para a asignación de proxecto é obrigatorio poñerse en contacto co profesorado da materia a lo menos catro semanas antes do exame.

Aos alumnos que se presenten ao exame extraordinario conservaráselles a nota que obteñan na avaliación ordinaria (avaliación continua ou exame final) nas partes ás que non se presenten. O cálculo da nota final da materia realizarase tal e como se explica no apartado 1 para os alumnos que teñan apta a parte de teoría en avaliación continua, e como se explica no apartado 2 para o resto.

---

#### **Bibliografía. Fontes de información**

##### **Bibliografía Básica**

Fraden, J., **Handbook of modern sensors**, 5th, Springer, 2016

Gómez, C., Paradells, J. y Caballero, J.E., **Sensors Everywhere: Wireless Network Technologies and Solutions**, Fundación Vodafone España, 2010

Misra, S., Woungang, I. & Chandra, S., **Guide to Wireless sensor networks**, Springer, 2009

Slama, D., Puhlmann, F., Morrish, J. and Bhatnagar R.M, **Enterprise IoT: Strategies and Best Practices for Connected Products and Services**, O'Reilly, 2016

Rogers, L. a& Stanford-Clark, A, **Wiring the IoT: Connecting Hardware with Raspberry Pi, Node-Red, and MQTT**, O'Reilly, Upcomming

##### **Bibliografía Complementaria**

Mariño-Espiñeira, P., **Las comunicaciones en la empresa; normas, redes y servicios**, 2ª, RAMA, 2006

Faludi, R., **Building wireless sensor networks.**, O'Reilly, 2011

Parallax Inc., **Smart Sensors and Applications**, 3rd, Parallax Inc., 2006

---

#### **Recomendacións**