



## 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 | Galego   |        |       |              |
| Departamento          |  |        |       |              |
| Coordinador/a         | Machado Domínguez, Fernando  |        |       |              |
| Profesorado           | Machado Domínguez, Fernando  |        |       |              |
| Correo-e              | fmachado@uvigo.es  |        |       |              |
| Web                   | <a href="http://moovi.uvigo.es">http://moovi.uvigo.es</a>  |        |       |              |
| Descrición xeral      | Esta materia ten como principal obxectivo que o estudantado 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. |        |       |              |

## Resultados de Formación e Aprendizaxe

|        |   |
|--------|---|
| 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 multidisciplinares, sendo capaces de integrar coñecementos. |
| C36    | CE43/OP13 Capacidade para caracterizar sensores intelixentes e as súas arquitecturas específicas na rede  |

## Resultados previstos na materia

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

## Contidos

|      |
|------|
| 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. Infraestruturas de transporte intelixente (ITS). Buses embebidos de automatización. 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. |
| Laboratorio   | Contidos prácticos e proxecto.  |
| Bloque 1. Sistemas cableados de sensores.   | Acondicionamento de sensores e adquisición de datos.  |
| Bloque 2. Sistemas de sensores 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.   |

## Planificación

|  | 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         |
| Aprendizaxe baseado en proxectos                     | 12.5          | 47.5               | 60           |
| Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas | 0             | 15                 | 15           |

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

## Metodoloxía docente

|                                  | Descrición  |
|----------------------------------|---|
| Lección maxistral                | Exposición por parte do profesorado dos contidos da materia obxecto de estudo. Cada 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 A5 e C36.   |
| 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 estudantado 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 profesorado e o traballo autónomo será guiado e supervisado en titorías personalizadas. Nestas clases traballaranse as competencias A4, A5, B8 e C36.                             |
| Prácticas de laboratorio         | Actividades de aplicación dos coñecementos teóricos adquiridos. O estudantado 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 estudantado 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 A5 e C36. |
| Aprendizaxe baseado en proxectos | O alumnado realiza un 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 A4, A5, B8 e C36.   |

## Atención personalizada

| Metodoloxías             | Descrición   |
|--------------------------|--|
| Lección maxistral        | O profesorado atenderá persoalmente dúbidas e consultas do estudantado sobre o estudo dos contidos de teoría. O estudantado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos no despacho do profesorado no horario que se establecerá a principio de curso. O horario e/ou o mecanismo para solicitar titorías estarán dispoñibles na páxina web da materia no portal de teledocencia Moovi ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> ).                |
| Prácticas de laboratorio | O profesorado atenderá persoalmente dúbidas e consultas do estudantado sobre o desenvolvemento das prácticas de laboratorio. O estudantado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos no despacho do profesorado no horario que se establecerá a principio de curso. O horario e/ou o mecanismo para solicitar titorías estarán dispoñibles na páxina web da materia no portal de teledocencia Moovi ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> ). |

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| Traballo tutelado                | O profesorado atenderá persoalmente dúbidas e consultas do estudantado sobre o traballo tutelado. O estudantado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos no despacho do profesorado no horario que se establecerá a principio de curso. O horario e/ou o mecanismo para solicitar titorías estarán dispoñibles na páxina web da materia no portal de teledocencia Moovi ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> ). |
| Aprendizaxe baseado en proxectos | O profesorado atenderá persoalmente dúbidas e consultas do estudantado sobre o proxecto proposto. O estudantado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos no despacho do profesorado no horario que se establecerá a principio de curso. O horario e/ou o mecanismo para solicitar titorías estarán dispoñibles na páxina web da materia no portal de teledocencia Moovi ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> ). |

| <b>Avaliación</b>                                    |   |               |                                       |    |     |
|--|---|---------------|---------------------------------------|----|-----|
|  | 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.  | 20            | A4<br>A5                              | B8 | C36 |
| Prácticas de laboratorio                             | Avaliaranse as competencias adquiridas polo alumnado 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 (sempre que fose posible formalo), 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.  | 30            | A5                                    |    | C36 |
| Aprendizaxe baseado en proxectos                     | Avaliarase o proxecto tendo en conta o traballo realizado durante as sesións de laboratorio, a presentación de resultados e a funcionalidade. A cualificación desta parte (FUN) estará comprendida entre 0 e 10. Esta cualificación suporá un 80% da cualificación final do proxecto (NFP) e un 40% da nota final da materia (NF). A avaliación constará dunha parte común de avaliación do traballo realizado en grupo (sempre que fose posible formalo), na que a cualificación de cada compoñente será a mesma, e dunha parte de avaliación individual de cada estudante, obtida a partir do traballo desenvolvido nas sesións de laboratorio e da presentación oral do proxecto desenvolvido. | 40            | A4<br>A5                              | B8 | C36 |
| Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas | Avaliarase a calidade do informe de proxecto e a presentación e análise de resultados. A cualificación desta parte (INF) estará comprendida entre 0 e 10. Esta cualificación suporá un 20% da cualificación final do proxecto (NFP) e un 10% da nota final da materia (NF). A avaliación constará dunha parte común de avaliación do traballo realizado en grupo (sempre que fose posible formalo), na que a cualificación de cada compoñente será a mesma, e dunha parte de avaliación individual de cada estudante, obtida a partir da presentación do proxecto desenvolvido.   | 10            |                                       |    |     |

## **Outros comentarios sobre a Avaliación**

### **1. Avaliación continua en oportunidade ordinaria**

Seguindo as directrices propias da titulación e os acordos da comisión académica, ofrecerase ao estudantado que curse esta materia un sistema de avaliación continua.

Para poder **optar á avaliación continua da materia** non se 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 cualificación final do estudantado que elixa esta vía non poderá ser "non presentado".

A materia divídese en tres partes: teoría (20%), prácticas (30%) e proxecto (50%). As cualificacións das tarefas avaliábeis serán válidas só para o curso académico no que se realicen.

A planificación das diferentes sesións estará dispoñible ao principio do cuadrimestre. Quen non poida asistir eventualmente a algunha das probas de avaliación poderá recuperala, sempre que sexa posible dentro da planificación académica da materia e só se se trata dunha falta xustificada.

#### **1.a Teoría**

A asistencia a clase é obrigatoria. Para superar esta parte da materia só poderase 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. Se non se entrega o traballo ou non se presenta 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 terase que obter una nota  $NFT \geq 5$ .

### **1.b Prácticas**

Realizaranse 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 práctica avaliarase unicamente o día da práctica. O profesorado terá en conta o traballo previo de cada estudante para preparar as tarefas propostas e o traballo no laboratorio, así como o comportamento no posto.

Cada práctica valorarase cunha nota (NP) entre 0 e 10 puntos. A nota das prácticas ás que se falte será de 0. Para superar a parte de prácticas non se 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 prácticas.

### **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 para realizar o 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: o traballo realizado durante as sesións de laboratorio, a funcionalidade e a presentación de resultados (FUN); e a calidade do informe de proxecto (INF). Cada unha destas partes valorarase cunha nota entre 0 e 10 puntos. A nota final de proxecto (NFP) será a suma ponderada das notas de cada parte:

$$NFP = 0,8 \cdot FUN + 0,2 \cdot INF$$

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 non se 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 30% e a nota de proxecto (NFP) do 50%.

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:

$$NF = 0,2 \cdot NFT + 0,3 \cdot NFL + 0,5 \cdot NFP.$$

No caso de non ter superado algunha das partes ( $NFT < 5$  ou  $NFP < 5$ ), 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 nunca poderá ser superior a 4,9:

$$NF = \min\{4,9 ; (0,2 \cdot NFT + 0,3 \cdot NFL + 0,5 \cdot NFP)\}.$$

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

## **2. Avaliación global en oportunidade ordinaria**

O estudantado que non opte pola avaliación continua poderá presentarse a unha proba de avaliación global que constará dunha serie de actividades similares ás que se contemplan en avaliación continua. Así, nas datas establecidas pola Comisión Académica do Máster (CAM) para a realización de dita proba, quen non opte pola avaliación continua deberá realizar un exame teórico e un exame de laboratorio. Ademais deberá realizar previamente un proxecto teórico-práctico individual e entregar o informe correspondente o mesmo día do exame final de teoría. O proxecto final deberá presentarse na semana seguinte á entrega de informes. Para poder presentarse á proba de avaliación global e para a asignación de proxecto, é obrigatorio poñerse en contacto co profesorado da materia a lo menos catro semanas antes da proba.

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 do informe 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:

$$NF = 0,2 \cdot NFT + 0,3 \cdot NFL + 0,5 \cdot NFP$$

No caso de non ter superado algunha das partes ( $NFT < 5$  ou  $NFL < 5$  ou  $NFT < 5$ ), a nota final nunca poderá ser superior a 4,9:

$$NF = \min\{4,9 ; (0,2 \cdot NFT + 0,3 \cdot NFL + 0,5 \cdot NFP)\}.$$

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

### 3. Avaliación en oportunidade extraordinaria e en adianto de convocatoria

A avaliación en oportunidade extraordinaria e en adianto de convocatoria terá o mesmo formato que a avaliación global (apartado 2). A proba de avaliación celebrarase nas datas que estableza a CAM e consistirá nun exame de teoría, un exame de laboratorio e a entrega dun proxecto teórico-práctico individual. Para presentarse a dita proba e para a asignación de proxecto, é obrigatorio poñerse en contacto co profesorado da materia a lo menos catro semanas antes da proba.

O cálculo da nota final da materia realizarase tal e como se explica no apartado 1 para o estudantado que teña apta a parte de teoría en avaliación continua, e como se explica no apartado 2 para o resto.

Ao alumnado que se presente á avaliación en oportunidade extraordinaria conservaráselle a nota que obteña na oportunidade ordinaria (avaliación continua ou global) nas partes ás que non se presente.

---

#### **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., Puhmann, 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, 2017

##### **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**