



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Instrumentación electrónica e sensores

|                       |   |        |       |              |
|-----------------------|---|--------|-------|--------------|
| Materia               | Instrumentación electrónica e sensores                                    |        |       |              |
| Código                | V05G306V01316   |        |       |              |
| Titulación            | Grao en Enxeñaría de Tecnoloxías de Telecomunicación (docencia en inglés) |        |       |              |
| Descritores           | Creditos ECTS   | Sinale | Curso | Cuadrimestre |
|                       | 6   | OP     | 3     | 2c           |
| Lingua de impartición | Castelán<br>Galego  |        |       |              |
| Departamento          | Tecnoloxía electrónica  |        |       |              |
| Coordinador/a         | Costas Pérez, Lucía   |        |       |              |
| Profesorado           | Costas Pérez, Lucía<br>Pastoriza Santos, Vicente                          |        |       |              |
| Correo-e              | lcostas@uvigo.es  |        |       |              |
| Web                   | <a href="http://moovi.uvigo.gal">http://moovi.uvigo.gal</a>               |        |       |              |

**Descrición xeral** O propósito principal desta materia é formar ó estudante no deseño e na caracterización dos sistemas de instrumentación electrónica, e as diferentes alternativas de sensores que presentan sinais analóxicos e dixitais á entrada dos devanditos sistemas de instrumentación. Os contidos principais ordénanse da seguinte forma:

- + Análise dos principais parámetros que caracterizan o comportamento dos sensores.
- + Principios físicos fundamentais que interveñen na comprensión dos diversos tipos de sensores.
- + Aplicacións máis relevantes dos sensores nos diferentes ámbitos da instrumentación electrónica.
- + Arquitecturas da instrumentación electrónica, desde as configuracións máis sinxelas punto a punto, ata as máis complexas en grandes sistemas distribuídos, e introdúcense as normas internacionais.
- + Deseño da instrumentación programable, analizando os buses GPIB, VXI e PXI.
- + Clasificación de arquitecturas para a instrumentación electrónica en diferentes ámbitos de aplicación. Introdúcense as normas de buses de campo tanto cableados coma inarámicos.

A documentación desta materia estará en castelán. A materia impartirase en galego e en castelán. Avaliarase 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. |
| B5     | CG5 Coñecementos para a realización de medicións, cálculos, valoracións, taxacións, peritaxes, estudos, informes, planificación de tarefas e outros traballos análogos no seu ámbito específico da telecomunicación.  |
| C42    | (CE42/SE4): Capacidade para aplicar a electrónica como tecnoloxía de soporte noutros campos e actividades, e non só no ámbito das Tecnoloxías da Información e as Comunicacións.  |
| C46    | (CE46/SE8): Capacidade para especificar e utilizar instrumentación electrónica e sistemas de medida.  |
| D2     | CT2 Concibir a Enxeñaría no marco do desenvolvemento sostible.  |
| D3     | CT3 Tomar conciencia da necesidade dunha formación e mellora continua de calidade, amosando unha actitude flexible, aberta e ética ante opinión discriminación por sexo, raza ou relixión, respecto os dereitos fundamentais, acesibilidade, etc.                                 |

## Resultados previstos na materia

| Resultados previstos na materia   | Resultados de Formación e Aprendizaxe |            |          |
|---|---------------------------------------|------------|----------|
| Coñecemento dos distintos tipos de sensores e as súas aplicacións.  | B3                                    | C42<br>C46 | D2<br>D3 |
| Capacidade para o desenvolvemento de circuítos electrónicos de acondicionamento de sinal.                       | B4<br>B5                              | C42<br>C46 | D2<br>D3 |
| Coñecemento e utilización de ferramentas informáticas para tratamento de datos e representación da información. | B4<br>B5                              | C42<br>C46 |          |
| Coñecemento dos principios básicos da instrumentación programable e a súa utilización.                          | B3                                    | C42<br>C46 | D2<br>D3 |

## Contidos

| Tema   |   |
|--|---|
| Tema 1. Introducción aos sensores.   | Formas de conversión da enerxía. Conceptos de sensor, transdutor e actuador. Características estáticas e dinámicas. Outras características. Clasificación de sensores. Criterios de selección.  |
| Tema 2. Sensores resistivos de temperatura. Galgas extensométricas.  | Sensores resistivos de temperatura: Características xerais. Tipos. Acondicionamento. Exemplos de aplicación.<br><br>Galgas extensométricas: Principio de funcionamento. Características xerais. Modos de utilización. Acondicionamento. Exemplos de aplicación.   |
| Tema 3. Fotorresistivos e optoelectrónicos. Outros sensores resistivos.  | Fotorresistivos e optoelectrónicos: Principios físicos. Características xerais. Codificadores. Acondicionamento. Exemplos de aplicación.<br><br>Outros sensores resistivos: Sensores de gases. Magnetorresistencias. Potenciométricos. Principio de funcionamento. Características xerais. Acondicionamento. Exemplos de aplicación.  |
| Tema 4. Sensores capacitivos. Sensores indutivos e magnéticos.   | Sensores capacitivos: Introducción. Principios de medida. Parámetros. Acondicionamento. Sensores de proximidade capacitivos. Exemplos de aplicación.<br><br>Sensores indutivos e magnéticos: Introducción. Principio de funcionamento. Tipos de transformador variable. Parámetros. Acondicionamento. Sensores de efecto Hall. Exemplos de aplicación.  |
| Tema 5. Termopares. Outros tipos de sensores.  | Termopares: Principio de funcionamento. Tipos de termopares. Escalas de calibración. Acondicionamento. Exemplos de aplicación.<br><br>Outros tipos de sensores: Piroeléctricos. Ultrasóns. Magnetoestrictivos.  |
| Tema 6. A instrumentación programable. Normas na instrumentación programable.  | A instrumentación programable. Normas na instrumentación programable. Conceptos xerais.   |
| Práctica 1. Introducción a LabVIEW.  | Introducción a LabVIEW mediante exemplos de programación.   |
| Práctica 2. Sensores de temperatura: termistor NTC.  | Acondicionamento e desenvolvemento dun instrumento virtual de medida (termómetro).  |
| Práctica 3. Sensores optoelectrónicos: fotodiodo PIN.  | Análise da resposta espectral.  |
| Práctica 4. Sensor capacitivo: acelerómetro.   | Análise e posprocesamento para desenvolver un instrumento virtual de medida de inclinación.   |
| Práctica 5. Instrumentación programable I.   | Comprobación da resposta en frecuencia de dous circuítos RC sinxelos mediante o control programable da instrumentación do posto do laboratorio. O control programable realizarase a través dunha conexión USB entre o PC e cada instrumento.  |
| Práctica 6. Instrumentación programable II.  | Desenvolver unha aplicación que verifique, mediante o control programable dalgúns dos instrumentos situados nun chasis VXI, se a resposta en frecuencia dun circuítos RC sinxelo se corresponde coa dun filtro paso baixo ou paso alto. O control programable de cada instrumento desde o PC realizarase a través dunha conexión LAN (Local Area Network) e utilizando unha pasarela (gateway) GPIB-Ethernet. |
| Grupos C: Traballo de documentación sobre temáticas de interés que non están incluídas nos contidos das partes teórico-prácticas da materia. |   |

| <b>Planificación</b>          |               |                    |              |
|-------------------------------|---------------|--------------------|--------------|
|                               | Horas na aula | Horas fóra da aula | Horas totais |
| Actividades introdutorias     | 2             | 1                  | 3            |
| Lección maxistral             | 16            | 26                 | 42           |
| Prácticas de laboratorio      | 14            | 28                 | 42           |
| Traballo tutelado             | 7             | 29                 | 36           |
| Exame de preguntas obxectivas | 3             | 24                 | 27           |

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

| <b>Metodoloxía docente</b> |   |
|----------------------------|---|
|                            | Descrición  |
| Actividades introdutorias  | Toma de contacto e presentación da materia. Presentación das prácticas de laboratorio e da instrumentación e software para utilizar. Actividade individual. Nestas clases traballarase as competencias B3, B4, B5, C42, C46, D2 e D3 (DCG3, CG4, CG5, CE42, CE46, CT2 e CT3).   |
| Lección maxistral          | Exposición por parte do profesorado 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 traballarase as competencias B3, B4, B5, C42, C46, D2 e D3 (DCG3, CG4, CG5, CE42, CE46, CT2 e CT3).   |
| Prácticas de laboratorio   | Actividades de aplicación dos coñecementos teóricos adquiridos. Actividade desenvolva 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 preparar os 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. Nestas clases traballarase as competencias B3, B4, B5, C42, C46, D2 e D3 (DCG3, CG4, CG5, CE42, CE46, CT2 e CT3). |
| 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 alumnado debe demostrar un grado de autonomía adquirido tras a correcta asimilación dos contidos impartidos que o capacite para unha posterior investigación de contidos máis avanzados. A actividade desenvolverase en grupo ao redor dun tema proposto polo profesorado e o traballo autónomo será guiado e supervisado polo docente no transcurso das sesións de titoría en grupo (horas de tipo C). Nestas clases traballarase as competencias B3, B4, B5, C42, C46, D2 e D3 (DCG3, CG4, CG5, CE42, CE46, CT2 e CT3).  |

| <b>Atención personalizada</b> |  |
|-------------------------------|--|
| Metodoloxías                  | Descrición   |
| Lección maxistral             | O estudantado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos. A información pode atoparse publicada na páxina web: <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11301">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11301</a> . Nas ditas titorías atenderanse dúbidas e consultas sobre os contidos impartidos nas sesións maxistras e orientaráselles sobre como abordar o seu estudo.                                       |
| Prácticas de laboratorio      | O estudantado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos. A información pode atoparse publicada na páxina web: <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11330">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11330</a> . Nas 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             | O estudantado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos. A información pode atoparse publicada na páxina web: <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11301">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11301</a> . O profesorado atenderá dúbidas e consultas sobre o traballo tutelado proposto.   |

| <b>Avaliación</b> |            |   |
|-------------------|------------|---|
|                   | Descrición | Cualificación Resultados de Formación e Aprendizaxe |
|                   |            |   |

|                               |   |    |                |            |          |
|-------------------------------|---|----|----------------|------------|----------|
| Prácticas de laboratorio      | Avaliaranse as competencias adquiridas polo estudantado 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 de prácticas. A nota final de prácticas (NFP) estará comprendida entre 0 e 10 puntos. A avaliación das prácticas constará dunha parte común de avaliación do traballo realizado en grupo, cuxa cualificación será a mesma para cada compoñente, e dunha parte de avaliación individual de cada estudante, obtida a partir das tarefas de traballo previo e de cuestións personalizadas en cada unha das sesións. Nestas prácticas avaliaranse as competencias B3, B4, B5, C42, C46, D2 e D3 (DCG3, CG4, CG5, CE42, CE46, CT2 e CT3). | 35 | B3<br>B4<br>B5 | C42<br>C46 | D2<br>D3 |
| Traballo tutelado             | Avaliarase o traballo tendo en conta a calidade dos resultados obtidos, da súa presentación e análise, así como da calidade da memoria final realizada. A nota do traballo tutelado (NTT) estará comprendida entre 0 e 10 puntos. A avaliación deste traballo realizado en grupo será común a todos os membros do grupo, que obterán a mesma cualificación. Neste traballo avaliaranse as competencias B3, B4, B5, C42, C46, D2 e D3 (DCG3, CG4, CG5, CE42, CE46, CT2 e CT3).   | 15 | B3<br>B4<br>B5 | C42<br>C46 | D2<br>D3 |
| Exame de preguntas obxectivas | Probas que se realizarán despois de cada grupo de temas expostos nas sesións maxistras para avaliar os coñecementos adquiridos por cada estudante. A nota final de teoría (NFT) estará comprendida entre 0 e 10 puntos. Nesta actividade avaliaranse as competencias B3, B4, B5, C42, C46, D2 e D3 (DCG3, CG4, CG5, CE42, CE46, CT2 e CT3).   | 50 | B3<br>B4<br>B5 | C42<br>C46 | D2<br>D3 |

## Outros comentarios sobre a Avaliación

### 1. Avaliación continua

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

Enténdese que o alumnado que asista ás dúas primeiras actividades avaliadas (prácticas ou probas) xusto despois dun mes desde o comenzo das clases **opta pola avaliación continua** da materia.

A materia divídese en tres partes: teoría (50 %), práctica (35 %) e traballo tutelado (15 %). As cualificacións das tarefas avaliadas serán válidas só para o curso académico no que se realizan. A cualificación final dun/unha estudante que escolla esta vía non poderá ser 'non presentado'.

Calquera das actividades avaliadas 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

Realizaranse 2 probas parciais de teoría (PT) debidamente programadas ao longo do curso. A primeira proba (PT1) realizarase en horario de teoría ao finalizar o tema 5. A segunda proba (PT2) realizarase o mesmo día ca o exame final que se celebrará na data que estableza a dirección da Escola.

Cada proba parcial constará dun exame teórico cunha serie de preguntas de tipo test e de desenvolvemento do temario. A nota de cada exame teórico valorarase de 0 a 10 puntos.

A nota final de teoría (NFT) será a media aritmética das notas das probas parciais:

$$NFT = (PT1 + PT2)/2$$

Para superar a parte de teoría será necesario obter polo menos 5 puntos de 10 en cada PT.

#### 1.b Práctica

Realizaranse 7 sesións de prácticas de 2 horas en grupos pequenos. A parte práctica cualificarase mediante a avaliación continua de todas as prácticas. Cada práctica valorarase cunha nota (NP) entre 0 e 10 puntos.

A nota final das prácticas (NFP) será a media aritmética das notas das prácticas.

Para superar a parte de prácticas será necesario obter unha nota NFP de polo menos 5 puntos de 10, e o estudante só poderá faltar a 1 sesión (na que NP=0). Se isto non se cumpre NFP=0.

#### 1.c Traballo tutelado

Na primeira sesión de tutoría en grupo (horas de tipo C) presentarase todas as actividades para realizar e asignaráselle o traballo concreto a cada grupo de estudantes. A continuación, a meirande parte do traballo do alumnado será non presencial. Os docentes seguirán o desenvolvemento do traballo de cada grupo e o traballo individual de cada estudante nas

restantes sesións de titoría en grupo (horas de tipo C). O prazo de entrega da memoria final do traballo será debidamente programado e informado polo profesorado da materia.

Para superar esta parte, a nota do traballo tutelado (NTT) terá que ser de polo menos 5 puntos de 10 e cada estudante non poderá faltar a máis de 1 sesión. Se isto non se cumpre  $NTT = 0$ .

## 2. Avaliación global

O alumnado que non opte pola avaliación continua poderá presentarse a un exame final que constará dunha serie de actividades avaliáveis similares ás que se recollen na avaliación continua. Así, nas datas establecidas pola dirección da escola para realizar o exame final, os estudantes que non optasen pola avaliación continua deberán realizar unha proba teórica, unha proba de prácticas e un traballo tutelado. Para presentarse á parte práctica e para a asignación do traballo tutelado cada estudante debe apuntarse previamente seguindo o procedemento indicado polo profesorado con suficiente antelación.

O exame teórico consistirá en dúas probas que constarán dunha serie de preguntas de tipo test e de desenvolvemento do temario. Cada proba (PT) valorarase de 0 a 10 puntos e a nota final de teoría (NFT) será a media aritmética das notas das probas parciais:

$$NFT = (PT1 + PT2)/2$$

Para avaliar a parte práctica teranse en conta os resultados obtidos na proba de prácticas realizada. Esta proba consistirá na implementación dalgúns dos circuitos tratados nas sesións de prácticas e nunha serie de preguntas de resposta curta ou de tipo test acerca dos devanditos circuitos. Esta proba práctica valorarase de 0 a 10 puntos e dita cualificación será a nota final de prácticas (NFP).

Tamén se deberá realizar un traballo tutelado e entregar unha memoria escrita del o día do exame final de teoría.

## 3. Nota final da materia

Para aprobar a materia será imprescindible superar as tres partes:

- a parte de teoría:  $NFT \geq 5$  con  $PT1 \geq 5$  e  $PT2 \geq 5$
- e a parte práctica:  $NFP \geq 5$
- e a parte de traballo tutelado:  $NTT \geq 5$

Neste caso a nota final (NF) será a suma ponderada das notas de cada parte:

$$NF = 0,50 \cdot NFT + 0,35 \cdot NFP + 0,15 \cdot NTT$$

No caso de non superar algunha das tres partes, a cualificación final será:

$$NF = \min( \{ 4,9; 0,50 \cdot NFT + 0,35 \cdot NFP + 0,15 \cdot NTT \} )$$

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

## 4. Oportunidade extraordinaria e convocatoria fin de carreira

Estas convocatorias terán o mesmo formato ca a avaliación global: unha proba teórica, unha proba de prácticas, e un traballo tutelado. Celebrarase na data que estableza a dirección da Escola. Para presentarse á parte práctica e para a asignación do traballo tutelado o alumnado debe apuntarse previamente seguindo o procedemento indicado polo profesorado con suficiente antelación.

Na oportunidade extraordinaria, as notas das partes ás que non se presente o estudante serán as obtidas na oportunidade ordinaria do curso académico actual. Ademais, neste caso só poderá presentarse ás probas que non superou na oportunidade ordinaria.

O cálculo da nota final da materia realizarase tal e como se explica no apartado 3.

---

### Bibliografía. Fontes de información

#### Bibliografía Básica

Black, J. (editor), **The system engineering handbook: a guide to building VME bus and VXI bus Systems**, Academic Press, 1992

Mariño, P., **Las comunicaciones en la empresa: normas, redes y servicios**, 2ª ed., RAMA, 2002

---

Norton, H., **Sensores y analizadores**, Gustavo Gili D.L., 1984

---

Pérez García, M.A., **Instrumentación Electrónica**, 1ª ed., Ediciones Paraninfo, S.A., 2014

---

Pérez García, M.A., Álvarez Antón, J.C., Campo Rodríguez, J.C., Ferrero Martín, F.J., y Grillo Orteg, **Instrumentación Electrónica**, 2ª ed., Thomson, 2004

---

#### **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 cursar simultáneamente**

---

Circuitos electrónicos programables/V05G301V01302

Electrónica analógica/V05G301V01311

Sistemas de adquisición de datos/V05G301V01314

---