



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Bioinstrumentación. Sistemas de monitorización

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |        |       |              |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|--------------|
| Materia               | Bioinstrumentación.<br>Sistemas de monitorización                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |       |              |
| Código                | V04M192V01305                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |       |              |
| Titulación            | Máster Universitario en Enxeñaría Biomédica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |        |       |              |
| Descritores           | Creditos ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Sinale | Curso | Cuadrimestre |
|                       | 4.5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | OP     | 2     | 1c           |
| Lingua de impartición | Castelán<br>Galego                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |        |       |              |
| Departamento          | Tecnoloxía electrónica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |        |       |              |
| Coordinador/a         | Fariña Rodríguez, José<br>Machado Domínguez, Fernando                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |       |              |
| Profesorado           | Fariña Rodríguez, José<br>Machado Domínguez, Fernando                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |       |              |
| Correo-e              | fmachado@uvigo.es<br>jfarina@uvigo.es                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |       |              |
| Web                   | <a href="http://moovi.uvigo.gal">http://moovi.uvigo.gal</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |        |       |              |
| Descrición xeral      | Neste curso analízase a estrutura e especificacións de dispositivos de monitorización de sinais fisiolóxicas. Abórdase o estudo das características básicas deste tipo de equipos electrónicos, afóndase na utilización de microcontroladores, dispositivos lóxicos programables e dispositivos embebidos, e refórzanse os coñecementos sobre a transmisión de sinal a través de diferentes medios. Durante o curso, o alumnado fará un conxunto de prácticas orientadas ao desenvolvemento e proba dun equipo de medida e monitorización completo de sinais biomédicos. |        |       |              |

## Resultados de Formación e Aprendizaxe

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| A3     | Que os estudantes sexan capaces de integrar coñecementos e se enfrontar á complexidade de formular xuízos a partir dunha información que, sendo incompleta ou limitada, inclúa reflexións sobre as responsabilidades sociais e éticas vinculadas á aplicación dos seus coñecementos e xuízos. |
| B6     | Capacidade para o manexo de especificacións, regulamentos e normas de obrigado cumprimento.                                                                                                                                                                                                   |

## Resultados previstos na materia

|                                                                                                                                                                |                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Resultados previstos na materia                                                                                                                                | Resultados de Formación e Aprendizaxe |
| Coñecer os métodos e técnicas actuais en bioinstrumentación no diagnóstico, terapia e monitorización de pacientes.                                             | B6                                    |
| Coñecer os métodos e técnicas de transmisión inalámbrica na contorna corporal                                                                                  | B6                                    |
| Coñecer os procedementos e estratexias para a implementación en sistemas embebidos de algoritmos de medida e procesado de sinais biomédicos.                   | B6                                    |
| Crear sistemas biomédicos usando sensores específicos e dispositivos móbiles, con aplicación a sistemas de monitorización, diagnóstico, tratamento ou terapia. | A3<br>B6                              |

## Contidos

|                                                              |                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema                                                         |                                                                                                                           |
| Tema 1. Introducción á instrumentación avanzada en Medicina. | Estrutura dun equipo de medida. Tecnoloxías de procesadores. Monitorización de sinais biomédicos. Caso práctico: Box UCI. |
| Tema 2. Avaliación da incerteza da medida.                   | Características estáticas dun equipo de medida. Especificacións e criterios de comparación de instrumentos biomédicos.    |
| Tema 3. Transmisión sen fíos na contorna corporal.           | Características dunha transmisión sen fíos. Tecnoloxías: WiFi, Bluetooth.                                                 |

|                                                              |                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema 4. Redes de sensores.                                   | Tecnoloxía e protocolos de comunicación. Sincronización de medidas. Exemplos.                                                                |
| Tema 5. Sistema embebidos. Aplicación en equipos biomédicos. | Concepto e estrutura dun sistema embebido. Dispositivos Lóxicos programables e system-on-chip. Exemplos de aplicación en equipos biomédicos. |
| Tema 6. Tecnoloxías e dispositivos de saúde portátiles.      | Concepto de dispositivo portátil (Wearable). Estrutura básica. Exemplos.                                                                     |

### Planificación

|                                  | Horas na aula | Horas fóra da aula | Horas totais |
|----------------------------------|---------------|--------------------|--------------|
| Lección maxistral                | 10            | 10                 | 20           |
| Resolución de problemas          | 7             | 14.5               | 21.5         |
| Prácticas de laboratorio         | 12            | 18                 | 30           |
| Aprendizaxe baseado en proxectos | 6             | 24                 | 30           |
| Exame de preguntas obxectivas    | 1             | 10                 | 11           |

\*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 aspectos relevantes dos contidos etiquetados co epígrafe de Teoría. Para unha mellor comprensión dos contidos e unha participación activa na sesión, o alumnado deberá realizar un traballo persoal previo sobre a bibliografía proposta. Desta forma, o estudantado estará en disposición de realizar preguntas, de pedir aclaracións ou de expor dúbidas, que poderán ser resoltas na sesión ou en titorías personalizadas. O alumnado deberá realizar traballo persoal posterior para assimilar os conceptos e adquirir as competencias correspondentes a cada sesión. Estas sesións desenvolveranse nos horarios e aulas sinaladas pola Dirección do Centro.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Resolución de problemas          | Con esta actividade preténdese reforzar os coñecementos adquiridos nas sesións maxistrais coa análise de problemas de monitorización de sinais biomédicos. Exponse ao alumnado enunciados e especificacións de equipos para a medida e procesado de sinais biomédicos e resólvense aplicando os conceptos e metodoloxías desenvolvidas nas sesións maxistrais.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Prácticas de laboratorio         | Actividades de aplicación dos coñecementos teóricos adquiridos. Están destinadas a que o alumnado adquira habilidades e destrezas relacionadas co deseño, simulación, depuración, proba de circuitos electrónicos dixitais baseados en microcontroladores ou en FPGAs para a medida de sinais biomédicos. Nestas sesións o alumnado usa instrumentación electrónica para a análise do comportamento dos circuitos electrónicos dixitais, ferramentas de deseño, simulación e depuración de circuitos electrónicos dixitais baseados en dispositivos reconfigurables, e ferramentas de programación, simulación e depuración de circuitos electrónicos dixitais baseados en microcontroladores.<br>Para cada práctica existe un enunciado no que se indica o traballo persoal previo que o alumnado debe realizar e as tarefas que debe realizar na sesión de prácticas.<br>As prácticas desenvólvense no laboratorio e os horarios sinalados pola Dirección do Centro. O alumnado organízase en grupos. Realízase control de asistencia. |
| Aprendizaxe baseado en proxectos | Nesta actividade o alumnado adquire habilidades e destrezas relacionadas co deseño, simulación, depuración, proba e mantemento de equipos electrónicos para a monitorización de sinais biomédicos. En grupos de traballo, o alumnado debe enfrontarse ao deseño, montaxe e posta en marcha dun sistema electrónico dixital para a medida e monitorización de sinais fisiolóxicas. A cada grupo de traballo asignaráselle un proxecto cunha descrición detallada das especificacións e dos fitos que deben cumprirse. O alumnado debe organizar e planificar a súa actividade para cumprir, en tempo e forma, ditas especificacións do proxecto. A parte presencial desta actividade desenvólvese no laboratorio baixo a titorización do profesor.                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

### Atención personalizada

| Metodoloxías            | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección maxistral       | O alumnado ten á súa disposición titorías personalizadas co profesorado da materia. As titorías poden ser presenciais, no despacho correspondente, ou telemáticas, a través de Campus Remoto. O horario de titorías establécese a principio de curso e publícase na páxina web da materia en Moovi ( <a href="https://moovi.uvigo.gal">https://moovi.uvigo.gal</a> ). En ditas titorías o alumnado pode resolver as dúbidas xurdidas sobre os contidos impartidos nas sesións maxistrais e orientaráselles sobre como abordar o seu estudo. |
| Resolución de problemas | O alumnado ten á súa disposición titorías personalizadas co profesorado da materia. As titorías poden ser presenciais, no despacho correspondente, ou telemáticas, a través de Campus Remoto. O horario de titorías establécese a principio de curso e publícase na páxina web da materia en Moovi ( <a href="https://moovi.uvigo.gal">https://moovi.uvigo.gal</a> ). Nestas titorías o alumnado pode resolver as dúbidas sobre a resolución dos problemas expostos e valorar alternativas de resolución.                                   |

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prácticas de laboratorio         | O alumnado ten á súa disposición titorías personalizadas co profesorado da materia. As titorías poden ser presenciais, no despacho correspondente, ou telemáticas, a través de Campus Remoto. O horario de titorías establécese a principio de curso e publícase na páxina web da materia en Moovi ( <a href="https://moovi.uvigo.gal">https://moovi.uvigo.gal</a> ). Ademais da atención do profesor de prácticas durante a realización das mesmas, o alumnado poderá acudir a titorías personalizadas para expor e resolver as dificultades derivadas da preparación e realización das prácticas de laboratorio. |
| Aprendizaxe baseado en proxectos | O alumnado ten á súa disposición titorías personalizadas co profesorado da materia. As titorías poden ser presenciais, no despacho correspondente, ou telemáticas, a través de Campus Remoto. O horario de titorías establécese a principio de curso e publícase na páxina web da materia en Moovi ( <a href="https://moovi.uvigo.gal">https://moovi.uvigo.gal</a> ). O alumnado dispón de titorías personalizadas para aclarar e resolver todas as dúbidas que lle xurdan sobre a planificación e execución das tarefas necesarias para finalizar o proxecto encomendado.                                         |

| Avaliación                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |               |                                       |    |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------|----|
|                                  | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Cualificación | Resultados de Formación e Aprendizaxe |    |
| Prácticas de laboratorio         | Cada práctica de laboratorio avalíase de forma individual. Para poder aprobala é necesario alcanzar unha nota mínima do 40% da nota máxima posible. Para valorar cada práctica terase en conta o traballo previo para a preparación de cada sesión de prácticas e o contido do documento resultados da práctica. A nota total de prácticas calcúlase coa media aritmética da nota das prácticas. Para aprobar as prácticas é necesario obter como mínimo o 50% da nota máxima posible.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 30            | A3                                    | B6 |
| Aprendizaxe baseado en proxectos | Na documentación entregada ao alumnado, ademais das especificacións de deseño e funcionamento do equipo electrónico para a medida e monitorización de sinais biomédicos, establécense 3 fitos de avaliación de tarefas. Para estas avaliacións, o alumnado deberá entregar unha memoria xustificativa da solución aplicada á tarefa avaliada. Cada unha destas avaliacións terá un peso do 20% na nota final desta avaliación. Ademais, realízase unha avaliación da solución final cun peso do 40% na nota final. Para iso, o alumnado deberá demostrar o funcionamento do equipo segundo as especificacións recibidas e entregar unha memoria xustificativa da solución aplicada. A planificación temporal destas avaliacións publicárase ao comezo a actividade docente da materia. Para aprobar esta parte é necesario obter un 50% da nota máxima posible. | 40            | A3                                    | B6 |
| Exame de preguntas obxectivas    | Con este tipo de probas avalíaranse os coñecementos adquiridos nas sesións maxistras. Realízase unha única proba ao finalizar ditas sesións en data e horario establecido pola Dirección da Escola. Para aprobar esta parte é necesario obter un 50% da nota máxima.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 30            | A3                                    | B6 |

## Outros comentarios sobre a Avaliación

### 1. Avaliación continua

#### 1.1. Oportunidade ordinaria

A nota final da materia obtense como a media ponderada da nota de prácticas de laboratorio (A), a nota de aprendizaxe baseada en proxectos (B) e a nota do exame de preguntas obxectivas (C). Para aprobar a materia é necesario obter un mínimo do 50% da nota máxima. Para poder facer a media é necesario obter un mínimo do 40% da nota máxima en cada parte.

Si non se alcanza o mínimo (40%) nalguna das partes, a nota final da materia será de suspenso e o valor numérico calcularase multiplicando a nota obtida coa media ponderada por 0,64.

**Aclaración sobre o coeficiente:** Este coeficiente obtense de dividir 4,99 (máxima nota do suspenso) entre 7,56 (máxima nota da media aritmética que se pode obter suspendendo a materia: nota de A=3; nota de B=3,9x0,4=1,56; nota de C=3; total=7,56).

#### 1.2. Oportunidade extraordinaria

Na oportunidade extraordinaria non será necesario presentarse ás partes aprobadas.

A avaliación dos estudantes que teñan que presentarse á oportunidade extraordinaria do curso académico realizarase con:

- Exame final: Proba con preguntas de resposta curta. Avalíaranse os conceptos teóricos e estudo de casos.

- Exame de prácticas: Proba de realización dalgunha das tarefas indicadas nos enunciados de prácticas.
- Presentación de proxecto: Avaliarase o proxecto asignado, segundo os criterios descritos para a oportunidade ordinaria.

A nota final obterase cos mesmos criterios especificados para o cálculo da nota da oportunidade ordinaria.

## 2. Avaliación global e convocatoria de final de carreira

O alumnado de avaliación global e de convocatoria de final de carreira será cualificado por medio dun exame final de coñecementos teóricos (C) e un exame de laboratorio: prácticas (A) e proxecto (B). O peso e os criterios de avaliación son os mesmos que en avaliación continua.

## 3. Compromiso ético

Espérase que o alumnado presente un comportamento ético adecuado. En caso de detectar un comportamento non ético (copia, plaxio, utilización de aparellos electrónicos non autorizados, e outros), considerarase que o estudante non reúne os requisitos necesarios para superar a materia. Neste caso a cualificación global no presente curso académico será de suspenso (0.0).

---

### Bibliografía. Fontes de información

#### Bibliografía Básica

Saeid Sanei, Delaram Jarchi, Anthony G. Constantinides, **Body Sensor Networking, Design and Algorithms**, 1119390028, 1st, Wiley, 2020

John G. Webster, **Medical instrumentation: application and design**, 9781119457336, 5th, John Wiley, 2020

#### Bibliografía Complementaria

Haider Raad, **Fundamentals of IoT and Wearable Technology Design**, 9781119617549, 1st, IEEE Press, 2021

Myer Kutz, **Biomedical Engineering and Design Handbook**, 978-0-07-170472-4, 2nd, Mc Graw Hill, 2009

Khandpur, Raghbir Singh, **Compendium of Biomedical Instrumentation**, 9781119288121, 1st, Wiley, 2020

---

### Recomendacións