



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Instrumentación electrónica II

Asignatura	Instrumentación electrónica II			
Código	V12G760V01404			
Titulación	PCEO Grado en Ingeniería Biomédica/Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	4	1c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento	Tecnología electrónica			
Coordinador/a	Pastoriza Santos, Vicente			
Profesorado	Pastoriza Santos, Vicente			
Correo-e	vpastoriza@uvigo.es			
Web	<a href="http://moovi.uvigo.gal/">http://moovi.uvigo.gal/</a>			

**Descripción general** El propósito principal de esta asignatura es que el estudiantado adquiera los conocimientos necesarios acerca de los principios físicos y las técnicas que se aplican a los sensores utilizados por los sistemas de instrumentación electrónica para la medida de variables físicas; así como la caracterización de la medida que proporciona un sensor mediante su curva de calibración y su incertidumbre de medida (evaluación de la incertidumbre de medida). Otro aspecto importante es introducir al estudiantado en el campo de la instrumentación programable, y las redes de instrumentación más relevantes tanto cableadas como inalámbricas.

Los contenidos principales se ordenan de la siguiente forma:

- +Análisis de los principales parámetros que caracterizan el comportamiento de los sensores.
- +Introducción a la metrología. Evaluación de la incertidumbre de medida.
- +Principios físicos fundamentales que intervienen en la comprensión de los diversos tipos de sensores.
- +Aplicaciones más relevantes de los sensores en los diferentes ámbitos de la instrumentación electrónica.
- +Evolución de la instrumentación electrónica programable. Estudio de arquitecturas y estándares. Herramientas hardware y software. Necesidades actuales y perspectivas futuras.
- +Evolución de las redes de sensores. Características generales. Estándares. Herramientas de desarrollo.

El objetivo fundamental de la parte práctica de la asignatura es que el alumnado adquiera los conocimientos prácticos necesarios para abordar la realización de un sistema de medida completo, desde el sistema físico hasta la interfaz de usuario; así como la capacidad de diseño de sistemas de instrumentación programable y construcción de aplicaciones sencillas con ellos. Los puntos clave del trabajo de laboratorio son:

- +La metodología a seguir para la medición de variables físicas y el cálculo de incertidumbres.
- +La caracterización de transductores.
- +Las topologías de los circuitos de acondicionamiento.
- +El acoplamiento de las señales acondicionadas a un procesador digital.
- +Las herramientas informáticas de instrumentación para el acondicionamiento digital y las interfaces de usuario.
- +Las herramientas informáticas para el diseño de sistemas de instrumentación programable.

## Resultados de Formación y Aprendizaje

Código

## Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia

Resultados de Formación y Aprendizaje

## Contenidos

Tema

Tema 1: Introducción a los sensores y a los sistemas de medida.	Introducción. Características generales. Clasificación.
Tema 2: Sensores potenciométricos resistivos. Circuitos básicos de acondicionamiento.	Introducción. Características generales. Circuitos básicos de acondicionamiento. Ejemplos de aplicación.
Tema 3: Galgas extensométricas.	Principio de funcionamiento. Características generales. Modos de utilización. Acondicionamiento. Ejemplos de aplicación.
Tema 4: Sensores termorresistivos: RTD y termistores.	Principio de funcionamiento. Características generales. Acondicionamiento. Ejemplos de aplicación.
Tema 5: Otros sensores resistivos.	Magnetorresistencias, fotorresistencias, higrómetros resistivos, sensores de gases, sensores de conductividad de líquidos y sensores de intensidad.
Tema 6: Sensores capacitivos.	Introducción. Principios de medida. Parámetros. Acondicionamiento. Sensores de proximidad capacitivos. Ejemplos de aplicación.
Tema 7: Sensores inductivos.	Introducción. Principio de funcionamiento. Características generales. Parámetros. Acondicionamiento. Sensores de transformador variable. Sensor inductivo de desplazamiento lineal. Sincro y Resolver. Ejemplos de aplicación.
Tema 8: Sensores electromagnéticos.	Principio de funcionamiento. Características generales. Clasificación. Tacómetros de alterna y de continua. Sensor de velocidad lineal (LVS). Caudalímetro electromagnético. Sensores de efecto Hall. Ejemplos de aplicación.
Tema 9: Sensores optoelectrónicos.	Principios físicos. Características generales. Clasificación. Emisores/receptores de luz. Detectores de objetos. Codificadores de posición: lineales y angulares. Optoacopladores. Acondicionamiento. Ejemplos de aplicación.
Tema 10: Sensores generadores.	Principios físicos de funcionamiento. Termopares. Sensores piezoeléctricos. Sensores piroeléctricos. Sensores fotovoltaicos. Sensores electroquímicos. Acondicionamiento. Ejemplos de aplicación.
Tema 11: Sensores de ultrasonidos.	Introducción. Características generales. Margen espectral de las ondas acústicas. Acondicionamiento. Ejemplos de aplicación en oceanografía y pesca. Comunicaciones acústicas bajo el mar. Bandas de frecuencia en el espectro electromagnético.
Tema 12: Introducción a la metrología. Evaluación de la incertidumbre de medida.	Metodología para realizar medidas y calibraciones con sensores. Terminología. Método estadístico.
Tema 13: Sensores de fibra óptica.	Propiedades de las fibras ópticas. Rotación de Faraday. Sensores de campo evanescente. Interferómetros FOS. Sistemas multisensor. Rejillas de Bragg. Aplicaciones en estructuras inteligentes. Vibrometría láser.
Tema 14: Introducción a la Instrumentación Electrónica Programable.	Evolución de la instrumentación electrónica programable. Estudio de arquitecturas y estándares. Herramientas hardware y software. Necesidades actuales y perspectivas futuras.
Tema 15: Introducción a las redes de sensores: cableadas e inalámbricas	Evolución de las redes de sensores. Características generales. Estándares. Herramientas de desarrollo.
Práctica 1: Análisis de parámetros característicos de sensores y diseño de sistemas de adquisición de datos I.	Revisión y caracterización del funcionamiento de los sensores ubicados en las maquetas de sistemas disponibles en el laboratorio. Circuito de acondicionamiento, programa de monitorización y control de maquetas de sistemas.
Práctica 2: Análisis de parámetros característicos de sensores y diseño de sistemas de adquisición de datos II.	Revisión y caracterización del funcionamiento de los sensores ubicados en las maquetas de sistemas disponibles en el laboratorio. Circuito de acondicionamiento, programa de monitorización y control de maquetas de sistemas.
Práctica 3: Análisis de parámetros característicos de sensores y diseño de sistemas de adquisición de datos III.	Revisión y caracterización del funcionamiento de los sensores ubicados en las maquetas de sistemas disponibles en el laboratorio. Circuito de acondicionamiento, programa de monitorización y control de maquetas de sistemas.
Práctica 4: Instrumentación programable I	Comprobación de la respuesta en frecuencia de dos circuitos RC sencillos mediante el control programable de la instrumentación del puesto del laboratorio. El control programable se realizará a través de una conexión USB entre el PC y cada instrumento.
Práctica 5: Instrumentación programable II	Desarrollar una aplicación que verifique, mediante el control programable de algunos de los instrumentos situados en un chasis VXI, si la respuesta en frecuencia de un circuito RC sencillo se corresponde con la de un filtro paso bajo o paso alto. El control programable de cada instrumento desde el PC se realizará a través de una conexión LAN (Local Area Network) y utilizando una pasarela (gateway) GPIB -Ethernet.

## Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Actividades introductorias	0.5	1	1.5

Lección magistral	15	10	25
Resolución de problemas	10	15	25
Trabajo tutelado	1	7	8
Prácticas de laboratorio	18	18	36
Examen de preguntas objetivas	5.5	27.5	33
Trabajo	0	6	6
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	0	15	15
Observación sistemática	0.5	0	0.5

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

## Metodologías

Metodologías	Descripción
Actividades introductorias	Actividades encaminadas a tomar contacto y reunir información sobre el alumnado, así como a presentar la materia.
Lección magistral	Exposición por parte del profesorado de los contenidos sobre la materia objeto de estudio, bases teóricas y/o directrices de un trabajo, ejercicio que el estudiantado tiene que desarrollar. Las competencias que se trabajan son: B3, B4, C20, C23, C24, D2, D9, D10, D14, y D17.
Resolución de problemas	Actividad complementaria de las sesiones magistrales en la que se formulan problemas y/o problemas ejercicios relacionados con la asignatura. El alumnado deberá desarrollar las soluciones adecuadas de los problemas y/o ejercicios propuestos en el aula y de otros extraídos de la bibliografía. Se identificarán posibles dudas que se resolverán en el aula o en tutorías personalizadas. Las competencias que se trabajan son: B3, B4, C20, C23, C24, D2, D9, D10, D14, y D17.
Trabajo tutelado	Actividad de manejo de conocimientos básicos con el objetivo de desarrollar un trabajo de búsqueda y selección de conocimientos más amplios y específicos dentro del ámbito de la asignatura. El estudiantado debe demostrar un grado de autonomía adquirido tras la correcta asimilación de los contenidos impartidos que lo capacite para una posterior investigación de contenidos más avanzados. La actividad se desarrollará en grupo alrededor de un tema propuesto por el profesorado y el trabajo autónomo será guiado y supervisado por el profesorado. Las competencias que se trabajan son: B3, B4, C20, C23, C24, D2, D9, D10, D14, y D17.
Prácticas de laboratorio	Actividades de aplicación de los conocimientos teóricos adquiridos. El alumnado adquirirá las habilidades necesarias para el manejo de la instrumentación de un laboratorio de instrumentación electrónica, la utilización de las herramientas de programación y la implementación de circuitos propuestos. El estudiantado adquirirá habilidades de trabajo personal y en grupo para la preparación de los trabajos de prácticas, utilizando la documentación disponible y los conceptos teóricos relacionados. Las competencias que se trabajan son: B3, B4, C20, C23, C24, D2, D9, D10, D14, y D17.

## Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Actividades introductorias	El estudiantado tendrá ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura en el portal de teledocencia Moovi ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> ). En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas sobre la organización de la asignatura.
Lección magistral	El estudiantado tendrá ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura en el portal de teledocencia Moovi ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> ). En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas sobre los contenidos impartidos en las sesiones magistrales y se les orientará sobre como abordar su estudio.
Prácticas de laboratorio	El estudiantado tendrá ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura en el portal de teledocencia Moovi ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> ). En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas sobre el desarrollo de las prácticas, el manejo de la instrumentación, la implementación de circuitos y las herramientas de programación.
Resolución de problemas	El estudiantado tendrá ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura en el portal de teledocencia Moovi ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> ). En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas sobre los problemas y/o ejercicios propuestos y resueltos en el aula así como de otros problemas y/o ejercicios que puedan aparecer a lo largo del estudio de la asignatura.
Trabajo tutelado	El estudiantado tendrá ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura en el portal de teledocencia Moovi ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> ). El profesorado atenderá dudas y consultas sobre el trabajo tutelado propuesto.

<b>Pruebas</b>	<b>Descripción</b>
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	El estudiantado tendrá ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura en el portal de teledocencia Moovi ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> ). En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas sobre la preparación de las memorias de los resultados de las prácticas de laboratorio.

<b>Evaluación</b>			
	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
Prácticas de laboratorio	Evaluación que tiene en cuenta el trabajo de preparación previa, la participación y el trabajo desarrollado durante las sesiones de prácticas de laboratorio de la asignatura.	14	
Examen de preguntas objetivas	Pruebas que evalúan el conocimiento que incluyen preguntas cerradas con preguntas objetivas diferentes alternativas de respuesta (verdadero/falso, elección múltiple, emparejamiento de elementos, etc.) Se debe seleccionar una respuesta entre un número limitado de posibilidades.	48	
Trabajo	Es un texto elaborado sobre un tema y debe redactarse siguiendo unas normas establecidas.	12	
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	Elaboración de un informe por parte del estudiante en el que se reflejan las características del trabajo llevado a cabo en las prácticas de laboratorio. Se deben describir las tareas y procedimientos desarrollados, mostrar los resultados obtenidos u observaciones realizadas, así como el análisis y tratamiento de datos.	21	
Observación sistemática	Percepción atenta, racional, planificada y sistemática para describir y registrar las manifestaciones del comportamiento del alumnado. Es posible valorar aprendizajes y acciones, y como se llevan a cabo valorando el orden, precisión, la destreza, eficacia, la participación activa, etc.	5	

## **Otros comentarios sobre la Evaluación**

### **1. Evaluación continua**

Siguiendo las directrices propias de la titulación y los acuerdos de la comisión académica se ofrecerá en esta asignatura un sistema de evaluación continua.

Las calificaciones de las tareas evaluables serán válidas sólo para el curso académico en el que se realizan. La calificación final del estudiantado que ha elegido esta vía no podrá ser "no presentado".

La planificación de las diferentes pruebas de evaluación estará disponible al principio del cuatrimestre.

La evaluación continua está formada por las tres partes siguientes:

#### **1.a Teoría (60%)**

Se realizarán 2 pruebas parciales de teoría (PT1 y PT2) debidamente programadas a lo largo del curso.

Cada prueba parcial constará de una serie de preguntas cortas y/o de tipo test y/o resolución de problemas y/o ejercicios. La nota de cada prueba parcial de teoría (PT) se valorará de 0 a 10 puntos. La nota de las pruebas a las que falte será de 0 puntos.

Además, el estudiantado deberá realizar un trabajo tutelado en grupos de 2 personas (siempre que sea posible formarlos). El trabajo será sobre un tema concreto propuesto por el profesorado a principio de curso. Se entregará una memoria final que debe redactarse siguiendo unas normas establecidas. El plazo de entrega de dicho documento será debidamente programado e informado por el profesorado de la asignatura. Esta parte se valorará con una nota de trabajo (NT) de 0 a 10 puntos.

La nota final de teoría (NFT) será la obtenida con la siguiente expresión:

$$NFT = 0,4 \cdot PT1 + 0,4 \cdot PT2 + 0,2 \cdot NT$$

Para superar la parte de teoría será necesario obtener al menos 5 puntos de 10 en cada prueba parcial y en el trabajo tutelado.

#### **1.b Práctica (35%)**

Se realizarán 9 sesiones de prácticas de laboratorio de 2 horas en grupos de 2 personas (siempre que sea posible formarlos).

La valoración de la parte práctica se hará de forma individual. Se tendrá en cuenta el trabajo individual de preparación previa, la participación y el trabajo desarrollado por cada miembro del grupo durante las sesiones de prácticas.

Se destinarán 7 sesiones a realizar un trabajo consistente en el estudio y caracterización del funcionamiento de los sensores ubicados en las maquetas de sistemas disponibles en el laboratorio (diseño de circuito de acondicionamiento, programa de monitorización y control,...). Para evaluar este trabajo se tendrán en cuenta los resultados obtenidos, el análisis de los mismos y la calidad de la memoria final entregada. Esta parte se valorará con una nota de trabajo con maquetas (NTM) entre 0 y 10 puntos. Además, el estudiantado solo podrá faltar a 1 sesión; si esto no se cumple  $NTM = 0$ .

Las otras 2 sesiones se destinarán a la realización de prácticas de instrumentación programable. Esta parte se valorará con una nota (NIP) entre 0 y 10 puntos. Además, el estudiantado no podrá faltar a ninguna de estas 2 sesiones; si esto no se cumple  $NIP = 0$ .

Se obtendrá una calificación de apto en las prácticas de laboratorio si se ha asistido al menos a 7 sesiones de prácticas; y la nota final de las prácticas (NFP) será la obtenida con la siguiente suma ponderada:

$$NFP = 0,8 \cdot NTM + 0,2 \cdot NIP$$

### **1.c Observación sistemática (5%)**

Se tendrá en cuenta, además de los aspectos mencionados en la descripción, la participación del estudiantado en la realización de las actividades propuestas para su trabajo autónomo y la participación en las tutorías. La nota de esta parte (NOS) se valorará de 0 a 10 puntos.

### **1.d Nota final de la asignatura**

En la nota final (NF), la nota de teoría (NFT) tendrá un peso del 60%, la nota de prácticas (NFP) un peso del 35% y la nota obtenida en base a la observación sistemática (NOS) un peso del 5%. Para aprobar la asignatura será imprescindible haber superado la parte de teoría (obtener al menos 5 puntos de 10 en cada prueba parcial y en el trabajo tutelado) y haber obtenido una calificación de apto en las prácticas de laboratorio. En este caso la calificación final será:

$$NF = 0,60 \cdot NFT + 0,35 \cdot NFP + 0,05 \cdot NOS.$$

En el caso de no haber superado la parte de teoría ni haber obtenido una calificación de apto en las prácticas de laboratorio, la nota final será la obtenida con la siguiente expresión:

$$NF = \min( \{ 4,9 ; (0,60 \cdot NFT + 0,35 \cdot NFP + 0,05 \cdot NOS) \} ).$$

Para aprobar la asignatura será necesario obtener una nota final  $NF \geq 5$ .

## **2. Evaluación global**

Quienes no opten por la evaluación continua podrán presentarse a una prueba de evaluación global que constará de una serie de actividades evaluables similares a las que se contemplan en la evaluación continua. Así, en las fechas establecidas por la dirección de la Escuela para la realización de dicha prueba, quienes no hayan optado por la evaluación continua deberán realizar una prueba teórica. Quienes quieran presentarse a la prueba de evaluación global deberán ponerse en contacto con el profesorado con suficiente antelación para que el profesorado pueda asignarles un trabajo tutelado individual y así puedan entregar la memoria correspondiente el mismo día de la prueba de teoría. Además, la realización de las prácticas es obligatoria sea cual sea la convocatoria a la que se presenten.

El examen teórico consistirá en dos pruebas (PT1 y PT2) que constarán de una serie de preguntas cortas y/o de tipo test y/o resolución de problemas y/o ejercicios. Cada prueba (PT) se valorará de 0 a 10 puntos y la nota de las pruebas a las que falte será de 0 puntos. La nota del trabajo tutelado (NT) se valorará de 0 a 10 puntos. Quienes no hayan realizado el trabajo tendrán una nota NT de 0 puntos.

La nota final de teoría (NFT) será la obtenida con la siguiente expresión:

$$NFT = 0,4 \cdot PT1 + 0,4 \cdot PT2 + 0,2 \cdot NT$$

Quienes no hayan realizado las prácticas de la asignatura tendrán una calificación de no apto en las prácticas de laboratorio y una nota final de prácticas (NFP) de 0 puntos.

Para aprobar la asignatura será imprescindible haber superado la parte de teoría (obtener al menos 5 puntos de 10 en cada prueba parcial y en el trabajo tutelado) y haber obtenido una calificación de apto en las prácticas de laboratorio. En este caso la calificación final será:

$$NF = 0,60 \cdot NFT + 0,35 \cdot NFP + 0,05 \cdot NOS.$$

En el caso de no haber superado la parte de teoría ni haber obtenido una calificación de apto en las prácticas de laboratorio, la nota final será la obtenida con la siguiente expresión:

$$NF = \min( \{ 4,9 ; (0,60 \cdot NFT + 0,35 \cdot NFP + 0,05 \cdot NOS) \} ).$$

Para aprobar la asignatura será necesario obtener una nota final  $NF \geq 5$ .

### 3. Evaluación en convocatoria extraordinaria y en convocatoria de fin de carrera

La evaluación en convocatoria extraordinaria y en convocatoria de fin de carrera tendrá el mismo formato que la evaluación global (apartado 2). La prueba de evaluación se celebrará en la fecha que establezca la dirección de la Escuela.

A quienes se presenten a la evaluación en convocatoria extraordinaria se les conservará la nota que hayan obtenido en la convocatoria ordinaria (evaluación continua o global) en las partes a las que no se presenten.

El cálculo de la nota final de la asignatura se realizará tal y como se explica en el apartado 2.

### 4. Compromiso ético

Se espera que el alumnado presente un comportamiento ético adecuado. En el caso de detectar un comportamiento no ético (copia, plagio, utilización de aparatos electrónicos no autorizados, u otros) en cualquiera de los trabajos/pruebas realizadas, la calificación final de la materia será de SUSPENSO (0) y el hecho será comunicado a la dirección del Centro para los efectos oportunos.

---

#### Fuentes de información

##### Bibliografía Básica

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

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

Pérez García, M.A., **Instrumentación Electrónica: 230 problemas resueltos**, 1ª, Editorial Garceta, 2012

Pallás Areny, R., **Sensores y Acondicionadores de Señal**, 4ª, Marcombo D.L., 2003

Fraile Mora, J., García Gutiérrez, P., y Fraile Ardanuy, J., **Instrumentación aplicada a la ingeniería**, 3ª, Editorial Garceta, 2013

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

Grupo de Trabajo 1 del Comité Conjunto de Guías en Metrología (JCGM / WG 1), **Guía para la Expresión de la Incertidumbre de Medida**, NIPO: 706-10-001-0, 2008

##### Bibliografía Complementaria

Philip R. Bevington and D. Keith Robinson, **Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences**, 3ª, McGraw Hill, 2003

Black, J. (editor)., **The system engineer's handbook : a guide to building VMEbus and VXibus Systems**, Academic Press, 1992

del Río Fernández, J., Shariat-Panahi, S., Sarriá Gandul, S., y Lázaro, A.M., **LabVIEW: Programación para Sistemas de Instrumentación**, 1ª, Editorial Garceta, 2011

---

#### Recomendaciones

##### Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Electrónica industrial/V12G330V01924

Sistemas electrónicos de comunicaciones/V12G330V01922

Sistemas electrónicos digitales/V12G330V01923

##### Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Electrónica digital y microcontroladores/V12G330V01601

Instrumentación electrónica I/V12G330V01503

##### Otros comentarios

Requisitos: Para matricularse de esta materia es necesario tener superado o bien estar matriculado de todas las materias de los cursos inferiores al curso en el que está emplazada esta materia.