



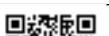
Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



**Guía docente de la asignatura**

# **INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA**

**Titulación: Grado en Electrónica Industrial y Automática**



## 1. Datos de la asignatura

<b>Nombre</b>	INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA ELECTRONIC INSTRUMENTATION			
<b>Materia*</b>	Instrumentación Electrónica			
<b>Módulo*</b>	Módulo de tecnología específica			
<b>Código</b>	507104003			
<b>Titulación</b>	Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática			
<b>Plan de estudios</b>	2009			
<b>Centro</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial			
<b>Tipo</b>	Obligatoria específica			
<b>Periodo lectivo</b>	Cuatrimestral	<b>Cuatrimestre</b>	C1	<b>Curso</b> 4º
<b>Idioma</b>	Castellano			
<b>ECTS</b>	6	<b>Horas / ECTS</b>	30	<b>Carga total de trabajo (horas)</b> 180

\* Todos los términos marcados con un asterisco están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos:*

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

## 2. Datos del profesorado

<b>Profesor responsable</b>	Francisco José Ortiz Zaragoza		
<b>Departamento</b>	Tecnología Electrónica		
<b>Área de conocimiento</b>	Tecnología Electrónica		
<b>Ubicación del despacho</b>	Despacho 1068 - 1ª planta, del Antiguo Hospital de Marina, Dpto. Tecnología Electrónica.		
<b>Teléfono</b>	968 325352	<b>Fax</b>	968 325345
<b>Correo electrónico</b>	francisco.ortiz@upct.es		
<b>URL / WEB</b>	<a href="http://www.dte.upct.es/personal/fjortiz">http://www.dte.upct.es/personal/fjortiz</a> + Aula Virtual		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Actualizado en Aula Virtual y tablón de anuncios.		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Despacho. Fuera de horario: e-mail y foros Aula Virtual		

<b>Titulación</b>	Doctor Ingeniero Industrial por la UPCT
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Profesor Titular de Universidad
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	1999
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	3
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Instrumentación Industrial en plantas de proceso. Robótica y Sistemas de Automatización. Ingeniería del Software para Robótica. Model-Driven and Component Based Software Development.
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	2
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	General Electric y SAES. Monitorización y control de sistemas con SCADA y PLC. Modelado 3D de robots. Modelización de sistemas con LabVIEW. Informes técnicos de instrumentación. Director de la Cátedra UPCT-EMERSON.
<b>Otros temas de interés</b>	Innovación docente.



### 3. Descripción de la asignatura

#### 3.1. Descripción general de la asignatura

En todos los procesos industriales es absolutamente necesario controlar y mantener constantes algunas magnitudes, tales como la presión, caudal, nivel, temperatura, pH, conductividad, humedad, etc. También en cualquier automatización hay que detectar presencia de objetos, proximidad, etc.

Los detectores y sensores permiten traducir estas variables físicas en magnitudes eléctricas entendibles por los sistemas electrónicos de control automático. Así se posibilita el mantenimiento y la regulación de estas constantes en condiciones más idóneas que las que el propio operador podría realizar. Dichas señales eléctricas también habrá que acondicionarlas electrónicamente para adecuarlas a los niveles y condiciones admitidas por los sistemas de adquisición de información y control automático.

La adquisición de competencias relacionadas con la instrumentación electrónica son por tanto fundamentales para completar todos los aspectos de la medida, automatización y el control electrónico que debe adquirir el graduado en automática y electrónica industrial.

#### 3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

Los graduados en ingeniería entrarán en contacto en la industria con sensores, transmisores y acondicionadores de señal. Es fundamental que conozcan tanto sus parámetros de configuración como su funcionamiento interno, así como posibilidades de aplicación, limitaciones y criterios de selección. Serán capaces con todo ello de seleccionar los equipos adecuados, instalarlos, configurarlos y ponerlos en marcha correctamente.

En cualquier control electrónico o proceso de automatización es imprescindible la adquisición de información a través de los sensores y su acondicionamiento mediante circuitos electrónicos para adaptarla a los niveles adecuados para su procesamiento por el sistema de control. Todos estos aspectos son básicos para el desempeño de la profesión tanto en el diseño de nuevos sistemas electrónicos de medición y control como en la integración con cualquier sistema de automatización industrial o de control automático.

#### 3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

La asignatura “Instrumentación Electrónica” se imparte en el primer cuatrimestre de cuarto curso. Al tratarse de una asignatura de último curso del grado, los estudiantes habrán adquirido previamente las competencias necesarias para comprender la asignatura, tanto en Electrónica Analógica como Digital. También tendrán experiencia suficiente en análisis, diseño y simulación de circuitos analógicos y digitales.

La Instrumentación Electrónica está fuertemente ligada con la automatización y control automático de procesos. Las asignaturas relacionadas con estos conocimientos que se imparten en tercer curso, sobre todo Automatización Industrial, ayudarán a los alumnos a situar a la instrumentación en su contexto más adecuado. Al finalizar la asignatura, el alumno tendrá los conocimientos necesarios para las asignaturas optativas que necesitan captar señales eléctricas que representen información del entorno a controlar, como “Programación y Aplicación con Autómatas Programables”, “Robótica Móvil”, “Ingeniería Biomédica” y “Microrobótica”.



### 3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

Ninguna.

### 3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

En la asignatura se manejarán hojas de datos y manuales en inglés, es imprescindible al menos la comprensión lectora fluida en esta lengua.

Para comprender los circuitos de acondicionamiento de señal analógicos se necesitan las competencias adquiridas en las asignaturas “Fundamentos de Electrónica Industrial” de segundo y sobre todo “Electrónica Analógica” de tercer curso, en especial los temas donde se tratan Amplificadores Operacionales.

El diseño de circuitos y su simulación por computador se fundamenta en la asignatura de “Diseño y Simulación Electrónica” de segundo curso. Será necesario el manejo de programas de simulación y diseño de PCB para realizar el diseño de circuitos de acondicionamiento y fabricación de placas de circuito impreso.

Finalmente, las competencias necesarias para comprender el funcionamiento de los modernos sistemas de procesamiento digital de señal e instrumentación inteligente se habrán adquirido en las asignaturas de tercero “Electrónica Digital” y “Sistemas basados en microprocesadores”.

Dada la estrecha relación entre la instrumentación y el control de procesos, esta asignatura permite terminar de comprender el proceso completo de “Automatización Industrial” presentado en tercer curso en la asignatura del mismo nombre, puesto que se aborda con detalle cómo funcionan los sensores y el acondicionamiento de las señales electrónicas que ofrecen información del entorno a un sistema de control automático.

### 3.6. Medidas especiales previstas

Tal como recoge el artículo 6 de la Normativa de Evaluación de la UPCT, el Vicerrectorado correspondiente podrá establecer adaptaciones especiales en la metodología y el desarrollo de enseñanzas para los estudiantes que padezcan algún tipo de discapacidad o alguna limitación, a efectos de posibilitarles la continuación de los estudios.

El alumno que, por sus circunstancias, pueda necesitar de medidas especiales deberá comunicarlo al profesor al inicio del cuatrimestre para establecer los ajustes necesarios para la correcta atención de clases teóricas y prácticas.

Asimismo, los estudiantes extranjeros que puedan tener dificultades con el idioma deben comunicárselo al profesor al inicio del curso. Las pruebas de evaluación pueden desarrollarse en inglés.



## 4. Competencias y resultados del aprendizaje

### 4.1. Competencias básicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

### 4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

G4 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.

### 4.3. Competencias específicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

E23 - Conocimiento aplicado de instrumentación electrónica.

### 4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

T5 - Aplicar a la práctica los conocimientos adquiridos.

### 4.5. Resultados\*\* del aprendizaje de la asignatura

Al finalizar la asignatura los estudiantes deben ser capaces de:

1. Definir los principios básicos de la medición, clasificando los elementos que intervienen en ella y los parámetros que la caracterizan.
2. Describir el funcionamiento y las características de una amplia variedad de sensores, clasificándolos según la magnitud medida o el parámetro físico variable.
3. Enumerar varias aplicaciones posibles de sensores y poder discernir cual sería el más adecuado según el tipo de medida y las condiciones del entorno.
4. Analizar y diseñar distintos circuitos electrónicos de acondicionamiento de señal para diferentes tipos de sensores.
5. Acotar el error de medida cometido en un sistema de instrumentación y adquisición de datos.
6. Clasificar los principales métodos de transmisión de señal detectando las posibles fuentes de interferencias en la transmisión y proponiendo técnicas para reducirlas.
7. Describir la estructura general de un sistema de adquisición de datos y los fundamentos de la conversión analógica/digital.
8. Diseñar un sistema de instrumentación desde sensor y acondicionador hasta la adquisición y visualización de señal con instrumentación programable y virtual, procesando la información disponible y elaborando un plan coherente para resolver la situación que se plantea.
9. Configurar un sensor inteligente industrial, modificando sus principales parámetros en una aplicación práctica, utilizando para ello software especializado.

**\*\* Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:**

[http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes\\_v02.pdf](http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf)

## 5. Contenidos

### 5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Introducción a los sistemas electrónicos de medida. Sensores basados en efecto resistivo. Sensores de reactancia variable y electromagnéticos. Sensores generadores. Sensores ópticos. Sensores industriales. Circuitos de acondicionamiento. Amplificadores de instrumentación. Protección frente a interferencias y descargas electrostáticas. Conversión A/D.

### 5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

#### UNIDAD DIDÁCTICA I: Introducción a la instrumentación y técnicas de medida

##### T1. Conceptos y características de los sistemas electrónicos de medida

Conceptos de medida, sistema de medida e instrumentación electrónica. Componentes de un sistema electrónico de medida. Procesamiento de datos, muestreo de señal y conversión A/D. Características estáticas y dinámicas. Características de entrada. Errores de medida.

##### T2. Aspectos fundamentales de los transductores

Definición de transductor. Conceptos generales y terminología. Principios de transducción. Clasificación de los transductores. Características generales de los transductores. Ejemplos de clasificación y aplicación.

#### UNIDAD DIDÁCTICA II: Sensores resistivos y su acondicionamiento

##### T3. Sensores resistivos

Potenciómetros. Galgas extensiométricas. Detectores de temperatura resistivos RTD. Termistores. Otros sensores resistivos. Aplicaciones.

##### T4. Acondicionamiento de señal para sensores resistivos

Medida de resistencias. Divisor de tensión. Puente de Wheatstone. Amplificadores de instrumentación. Interferencias y forma de limitarlas.

#### UNIDAD DIDÁCTICA III: Sensores de reactancia variable, electromagnéticos, generadores y su acondicionamiento.

##### T5. Sensores de reactancia variable y electromagnéticos

Sensores capacitivos. Sensores inductivos. Acondicionamiento de sensores de reactancia variable. Sensores electromagnéticos y su acondicionamiento.

##### T6. Sensores generadores optoelectrónicos

Fotodiodos y fototransistores. Detectores de proximidad fotoeléctricos. Codificadores de posición ópticos (*encoders*). Otros sensores optoelectrónicos.

##### T7. Sensores generadores piezoeléctricos y termoelectrónicos

Sensores piezoeléctricos. Ultrasonidos. Aplicaciones. Termopares. Compensación de la unión de referencia. Acondicionamiento de señal.



## **UNIDAD DIDÁCTICA IV: Transmisión de señal y sensores inteligentes. Sistemas de adquisición de datos e instrumentación virtual.**

### **T8. Transmisión de señal analógica y digital. Sensores inteligentes industriales**

La transmisión de señal. Bucles de tensión y corriente. Protección contra interferencias. Transmisión 4-20 mA. Conversión A/D. Codificación digital de información. Protocolo HART. Buses de campo. Sensores inteligentes. Aplicación en sistemas de instrumentación y control industriales.

### **T9. Sistemas de Adquisición de Datos. Instrumentación virtual**

Arquitectura de los Sistemas de Adquisición de Datos. Tarjetas de adquisición de datos. Configuraciones y tipos de entrada. Instrumentación virtual. Software de instrumentación.

## **5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)**

Las prácticas se realizan cada 15 días en grupos reducidos durante 2 horas.

### **P1. Medida de posición, distancia y proximidad. 2 horas.**

Se realiza en el lab. Medición de posición y distancia con potenciómetro lineal. Estudio de la respuesta de detectores de proximidad y finales de carrera Hall, inductivos y capacitivos.

### **P2. Detección de proximidad con sensores de reactancia variable. 2 horas.**

Se realiza en el lab. Estudio de la respuesta de sensores de proximidad de reactancia ante variaciones de tipo de material a detectar. Trazado de curvas de calibración.

### **P3. Medida de fuerza y presión. 2 horas.**

Se realiza en el lab. Montaje de puente de galgas y su acondicionamiento con amplificador de instrumentación para medida de fuerza y presión. Pesaje con célula de carga.

### **P4. Medida de temperatura. 4 horas. (2 h convencional / 2 h no convencional)**

Medida de temperatura con RTD y LM35. (1 hora)

Se realiza en el aula un diseño de acondicionamiento para termómetro con Pt100 y puente de Wheatstone como trabajo en grupo. Se termina en casa. (1 hora)

Opcionalmente se monta una placa de circuito impreso en el taller del Dpto. (1 hora)

En el lab. se obtiene la curva de calibración del sensor y acondicionador. (1 hora)

### **P5. Medida de velocidad angular. Fotocélulas. 2 horas.**

Análisis de respuesta de diversos codificadores de posición ópticos, incluido encoder industrial montado en cinta transportadora. Configuración de fotocélula inteligente.

### **P6. Automatización de un proceso discreto. 2 horas.**

Se cablea en el lab. los sensores al PLC según el diseño de cuadro eléctrico por los alumnos. Se analiza el comportamiento de los sensores instalados en el proceso, incluido un sensor óptico de barrera con fibra óptica inteligente. (1 hora)

Conexión de transmisores 4-20 mA/HART (1 hora)

### **P7 (opcional). Instrumentación Inteligente para un proceso continuo industrial. 4 horas. (2 h convencional / 2 h no convencional)**

Se realiza en el lab. Configuración de sensor inteligente utilizando software específico proporcionado por el fabricante. (2 horas) Configuración completa de un sistema de sensorización inteligente con PLC y SCADA (2 horas)



**SP.1 (Seminario Práctico). Diseño de planos para cuadro eléctrico con EPLAN.** 4 horas no convencional.

Se realiza un seminario en aula de informática para aprender a manejar el software de diseño eléctrico profesional EPLAN. Se aplica en el diseño de un cuadro eléctrico para automatización de un proceso sencillo que posteriormente se montará en P6.

**SP.2 (seminario práctico). Tarjetas de adquisición de datos. Instrumentación virtual con LabVIEW.** 4 horas no convencional.

Se realiza en el aula. Requiere trabajo en grupo de los estudiantes.

Las prácticas de P1 a P6 son obligatorias y se realizan en horario presencial convencional en su mayor parte. P4 se desarrolla en parte (2 horas) en horario no convencional como trabajo en grupo, se incluye en este apartado por la relación con la parte convencional de la práctica. La práctica P7 es opcional, pero muy recomendable si se tiene interés en la instrumentación de procesos industriales continuos con instrumentos inteligentes.

Los SEMINARIOS PRÁCTICOS se desarrollan en horario no convencional. Se incluyen en este apartado por considerarse de contenido eminentemente práctico, aunque en este caso de manejo de software.

En el curso se imparten otros dos seminarios en aula, uno de recordatorio de diseño de placas de circuito impreso y otro de interpretación de planos P&I, no relacionados con las prácticas.

## Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un "Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos" que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

## 5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

### **UNIT I: Introduction to instrumentation and measurement techniques**

T1. Concepts and characteristics of electronic measurement systems

T2. Fundamental aspects of transducers

### **UNIT II: Resistive sensors and signal conditioning**



- T3. Resistive sensors
- T4. Signal conditioning of resistive sensors

**UNIT III: Reactance variation and electromagnetic sensors and generating sensors with their signal conditioning.**

- T5. Reactance variation and electromagnetic sensors
- T6. Optoelectronic sensors
- T7. Piezoelectric thermoelectric sensors

**UNIT IV: Signal transmission and intelligent sensors. Data acquisition systems and virtual instrumentation.**

- T8. Transmission of analog and digital signal. Industrial smart sensors
- T9. Data Acquisition Systems. Virtual instrumentation

## 5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

### **UNIDAD DIDÁCTICA I: Introducción a la instrumentación y técnicas de medida**

Se definen los conceptos básicos de medida y métodos de medición y de adquisición de datos. Se distinguen los bloques funcionales de un sistema de instrumentación electrónico. Se identifican los aspectos fundamentales de los transductores y se clasifican los mismos según diferentes criterios.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Familiarizar a los estudiantes con los conceptos básicos de la medición.
- Mostrarles como acotar el error cometido en la medida.
- Enseñarles los fundamentos de la interpretación de hojas de características de instrumentos y de sensores.
- Hacerles entender los distintos enfoques de clasificación de sensores en función de su ámbito de aplicación, de sus características físicas, etc.

### **UNIDAD DIDÁCTICA II: Sensores resistivos y su acondicionamiento**

En esta unidad se muestran los fundamentos de los sensores que dependen de la variación de la resistencia de un material. Hay muchos factores que le afectan (temperatura, presión, etc.) y su acondicionamiento es sencillo, así que es uno de los principios de medición más utilizados.

Se explica cómo las técnicas de acondicionamiento utilizadas conllevan la utilización de Amplificadores Operacionales y Amplificadores de Instrumentación principalmente, para amplificar la salida de puentes de Wheatstone.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Entender el funcionamiento de potenciómetros, galgas extensiométricas y sensores resistivos para medida de temperatura
- Conocer sus aplicaciones posibles y saber discernir cual sería el más adecuado para cada aplicación.
- Enseñar cómo se utiliza la amplificación de tensión para llevar la señal de salida de los sensores resistivos a un margen útil para los convertidores analógico-digitales (A/D), aprovechando así el máximo rango de conversión.



- Que aprendan técnicas de tratamiento de señal (linealización, filtrado, etc) para mejorar la respuesta de dichos sensores.
- Guiar a los estudiantes para que sean capaces de diseñar y construir de forma autónoma un termómetro completo basado en PT100 con amplificación con INA, así como la acotación de error en la medida

### **UNIDAD DIDÁCTICA III: Sensores de reactancia variable, electromagnéticos, generadores y su acondicionamiento.**

En esta unidad didáctica, aunque se sigue la estructura de explicación de la unidad anterior, se muestra el funcionamiento de sensores cuya variación depende de otros principios físicos, como reactancia variable, electromagnetismo, etc., cuyo acondicionamiento es muy distinto y más complejo que el de los sensores resistivos.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Explicar los principios de funcionamiento de sensores capacitivos, inductivos y electromagnéticos así como sus aplicaciones.
- Analizar el tipo de acondicionamiento de señal necesario para los sensores de reactancia variable y electromagnéticos.
- Explicar los distintos tipos de fotocélulas y ser capaces de seleccionar cuando es más apropiado utilizar cada una.
- Mostrar el funcionamiento de los codificadores ópticos tanto incrementales como absolutos.
- Explicar las particularidades de los sensores piezoeléctricos para medida de fuerza, presión y aceleración, así como medidas especiales a realizar con ultrasonidos.
- Guiar a los estudiantes para que sepan analizar un medidor de temperatura basado en termopar con compensación por unión fría.

### **UNIDAD DIDÁCTICA IV: Transmisión de señal y sensores inteligentes. Sistemas de adquisición de datos e instrumentación virtual.**

Esta unidad difiere de las anteriores, puesto que aquí se abordan los temas más avanzados de la instrumentación, incorporando la instrumentación industrial inteligente, transmisión de señal y sistemas de adquisición de datos.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Familiarizar a los estudiantes con las particularidades que presenta un sensor inteligente comparadas con otros sensores.
- Mostrar las características básicas de distintos sistemas de comunicación para sensores.
- Explicar las ventajas de la telemedida por corriente frente a la medida por tensión y mostrar cómo hacer la conexión de sensores con salida 4-20 mA a tarjetas de adquisición de datos.
- Mostrar el proceso de comunicación simultánea analógica y digital gracias al protocolo HART y la comunicación digital mediante buses de campo.
- Guiar a los estudiantes en el proceso que les permita unir el sensor y acondicionador diseñado en la UD II con tarjeta de adquisición de datos.
- Guiar a los estudiantes en un proceso de auto-aprendizaje del software de instrumentación virtual LabVIEW y su aplicación en la visualización y tratamiento de señales capturadas por una tarjeta de adquisición.



## 6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*			
Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clase de teoría	Clases impartidas por el profesor con apoyo de material audiovisual. Debate sobre los temas expuestos. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes.	<u>Presencial</u> : Toma de notas y planteamiento de dudas.	38
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia.	38
Resolución de ejercicios y casos prácticos	Resolución de ejercicios y casos prácticos planteados en clase y en los seminarios prácticos por el profesor. Pueden estar relacionados con trabajos de diseño en grupo. Los alumnos resuelven los más cortos en clase y se corrigen con el profesor. Los más largos se terminan en casa y se corrigen en clases sucesivas.	<u>Presencial</u> : Participación activa en la resolución de los problemas, ejercicios y casos prácticos planteando dudas y proponiendo soluciones.	8
		<u>No presencial</u> : Resolución de los problemas y casos prácticos planteados no acabados en clase.	14
Prácticas de Laboratorio	Realización de prácticas de laboratorio con sensores e instrumentos reales. Prueba práctica de trabajos en grupo. P.ejm, prueba de diseños de acondicionadores de señal y conexionado de sensores a cuadro eléctrico.	<u>Presencial</u> : Realizar las prácticas propuestas. Contrastar con los conocimientos teóricos. Comprobar funcionamiento de diseños propios. Anotar resultados.	14
		<u>No presencial</u> : Estudio previo de las prácticas, realizando las cuestiones y actividades planteadas. Realización de los diseños en grupo. Revisión del informe de resultados.	7
Trabajos en grupo	Realización de trabajos de diseño en grupo. El profesor plantea problemas de diseño (p.ejm. construir el acondicionamiento de un sensor). Se discute entre todos un plan de trabajo y se resuelven las dudas. En clases sucesivas se resuelven ejercicios y casos prácticos relacionados y se abordan los problemas que vayan surgiendo en el trabajo autónomo del grupo. En los seminarios se enseñan técnicas y software necesarios para estos trabajos.	<u>Presencial no convencional</u> : Participación activa en clase, planteamiento de dudas, preparación del plan de trabajo y exposición de algunos de los trabajos. Aplicación en de las herramientas aprendidas en los seminarios.	10
		<u>No presencial</u> : Desarrollo de los diseños. Búsqueda, estudio y análisis de bibliografía. Trabajo autónomo y elaboración de documentación y entregables.	30
Seminarios/Charlas	Seminarios prácticos sobre manejo de software para instrumentación, interpretación de planos, etc. Charlas impartidas por profesionales del sector con el objetivo de acercar al alumnado conocimientos muy específicos de la aplicación de la materia en la vida profesional.	<u>Presencial no convencional</u> : Auto-aprendizaje siguiendo guiones y videos. Participación activa. Resolución de casos prácticos y diseños. Planteamiento de dudas.	12
		<u>No presencial</u> : Terminar diseños prácticos relacionados con los seminarios.	8
Tutorías	Resolución de dudas sobre teoría, ejercicios y casos prácticos, problemas y prácticas o asesoramiento de trabajos en grupo. Podrán ser individuales o por grupos.	<u>Presencial</u> : Planteamiento y resolución de dudas en horario de tutorías	3
		<u>No presencial</u> : Planteamiento de dudas por correo electrónico y en los foros del aula virtual.	3
Exámenes	Evaluación escrita (examen oficial)	<u>Presencial no convencional</u> : Realización del examen	3
		<u>No presencial</u> :	
			<b>180</b>



## 6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1)

Actividades formativas (6.1)	Resultados del aprendizaje (4.5)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Clase de teoría	X	X	X	X	X	X	X			
Resolución de ejercicios y casos prácticos		X	X	X	X	X	X	X		
Prácticas de laboratorio		X	X	X	X	X		X	X	
Trabajos en grupo				X	X	X	X	X	X	
Seminarios prácticos				X		X	X	X		
Charlas		X	X			X			X	

## 7. Metodología de evaluación

### 7.1. Metodología de evaluación\*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Prueba escrita teoría* [1]	X		Preguntas cortas y pequeños ejercicios prácticos, tanto de teoría y casos prácticos, como de conocimientos derivados de algún seminario. Si se hace un parcial eliminatorio de teoría, se incluiría aquí la nota obtenida.	30%	1, 2, 3, 4, 5, 6
Prueba escrita ejercicios* [1]	X		Ejercicios similares a los planteados en clase. Problemas de diseño de casos prácticos, contando con el material necesario ( <i>datasheets</i> , algunas fórmulas).	30%	4, 5, 6
Evaluación continua de ejercicios y casos prácticos ** / *** [2]	X		Evaluación continua de ejercicios y casos prácticos planteados por profesor (en clase, en seminarios o en aula virtual). Se evalúa mediante rúbricas la participación activa en seminarios (asistencia a un número mínimo, realización de tareas previas, rendimiento y aprovechamiento).	10%	1, 4, 5
Evaluación de trabajos en grupo** [3]	X		Evaluación mediante rúbricas de trabajos de diseño en grupo. Evaluación de documentos entregables y de la implementación y montaje de los diseños.	20%	2, 3, 4, 5, 6, 8
Evaluación de las prácticas*** [4]	X		Revisión del trabajo realizado durante las prácticas. Según la evolución de las mismas podría incluir entrevistas o pruebas sobre las competencias adquiridas en las prácticas de laboratorio.	10%	4, 5, 7, 8, 9
Asistencia a charlas		X	La asistencia a las charlas no computa en el global de la asignatura, aunque se puede exigir la asistencia a un número mínimo de ellas dependiendo de la cantidad y tipo de charlas programadas.	-	4, 6, 8, 9



\* La suma total de teoría y ejercicios [1] en la prueba escrita debe ser superior a 4.5 (sobre 10) para superar la asignatura. Podrá exigirse un mínimo de nota en cada parte (teoría / ejercicios), lo cual se pondría en la convocatoria y adelantar en un parcial durante el periodo de clases los temas T1 y T2.

\*\* La nota final suma de evaluación continua de ejercicios y casos prácticos, aprovechamiento de seminarios, trabajos en grupo y prácticas [2]+[3]+[4] debe ser superior a 4 (sobre 10) para superar la asignatura.

\*\*\* La asistencia a prácticas es obligatoria. También es obligatoria la asistencia a un número mínimo de seminarios prácticos y charlas (establecido cada año según la cantidad programada).

Si se superan los mínimos anteriores se hará media ponderada según peso de todas las actividades evaluables y esa será la nota final de la asignatura.

Si no se superan los mínimos se mantendrá la nota

Si no se superan los mínimos la nota final será de suspenso, con una calificación numérica resultante de hacer la media ponderada de las actividades evaluables y será inferior a 5.

Tal como prevé el artículo 5.4 del *Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales* de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

## 7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

El seguimiento del aprendizaje se realizará mediante las siguientes actividades:

- Cuestiones planteadas en clase, seminarios y prácticas.
- Revisión de trabajos individuales y por grupos.
- Tutorías grupales.

## 8 Bibliografía y recursos

### 8.1. Bibliografía básica\*

Todos los textos recomendados están disponibles en el Servicio CRAI Biblioteca de la UPCT: [http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/28/3099/X?user\\_id=WEBSERVER](http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/28/3099/X?user_id=WEBSERVER)

- F.J. Ortiz, "Apuntes de Instrumentación Electrónica". Apuntes de cada unidad didáctica disponibles en el Aula Virtual de la asignatura y en reprografía.
- M.A. Pérez García et al, "Instrumentación Electrónica", Ed. Thomson-Paraninfo, 2014, ISBN 84-9732-166-9.
- Francisco J. Ortiz et al, "Prácticas de Instrumentación Electrónica". Disponibles en Aula Virtual y en reprografía.
- Numerosos recursos proporcionados en el AULA VIRTUAL de la asignatura.

### 8.2. Bibliografía complementaria\*

Todos los textos recomendados están disponibles en el Servicio CRAI Biblioteca de la UPCT: [http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/28/3294/X?user\\_id=WEBSERVER](http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/28/3294/X?user_id=WEBSERVER)

- Ramón Pallás Areny, "Sensores y acondicionadores de señal", 3ª Ed. Marcombo,



1998, ISBN 84-267-1171-5.

- M.A. Pérez García , “Instrumentación Electrónica: 230 problemas resueltos”, Ed. Garceta, ISBN 978-84-1545-200-3
- Antonio M. Lázaro et al, “Problemas resueltos de Instrumentación y Medidas Electrónicas”. 1ª Ed. Paraninfo, 1994, ISBN 84-283-2141-8.

**Para unidades didácticas I, II y III**

- Antonio Creus, “Instrumentación Industrial”, 7ª Ed. Marcombo, 2005, ISBN 84-267-1361-0.
- Héctor P. Polenta, “Instrumentación de procesos industriales”, 1ª Ed. Online-Engineers, 2002, ISBN 950-43-5762-8.
- J.M.Molina, M.Jiménez, “Programación Gráfica para Ingenieros”. Ed. Marcombo, 2013, ISBN 9788426716767

**Para unidad didáctica IV**

### 8.3. Recursos en red y otros recursos

Aula virtual de la UPCT.

- Los enlaces a recursos on-line se proporcionan en el AULA VIRTUAL de la asignatura.

