



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



**Guía docente de la asignatura**

# **INSTRUMENTACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES**

**Titulación: Máster en Sistemas Electrónicos e Instrumentación**

## 1. Datos de la asignatura

<b>Nombre</b>	INSTRUMENTACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES INDUSTRIAL PROCESS INSTRUMENTATION				
<b>Materia*</b>	INSTRUMENTACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES				
<b>Módulo*</b>	Bloque común				
<b>Código</b>	239101006				
<b>Titulación</b>	Máster en Sistemas Electrónicos e Instrumentación				
<b>Plan de estudios</b>	2016				
<b>Centro</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial				
<b>Tipo</b>	Obligatoria				
<b>Periodo lectivo</b>	Cuatrimestral	<b>Cuatrimestre</b>	C1	<b>Curso</b>	1º
<b>Idioma</b>	Castellano				
<b>ECTS</b>	4,5	<b>Horas / ECTS</b>	30	<b>Carga total de trabajo (horas)</b>	135

\* 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. Instrumentación electrónica. 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 de robots. Modelización de sistemas con LabVIEW.
<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. Los sensores y transmisores de señal inteligentes presentes en la actualidad en gran número en cualquier industria de proceso como las que tenemos en el entorno de la UPCT permiten traducir estas variables físicas en magnitudes eléctricas entendibles por los sistemas electrónicos de control automático y sistemas de control distribuido (DCS).

En la asignatura se abordará todo el proceso de selección, instalación, configuración y puesta en marcha de los sensores y transmisores inteligentes adecuados para una planta de proceso industrial. También se abordará el mantenimiento y gestión de los activos de planta con software profesional utilizado en las grandes industrias de proceso. Se partirá del proyecto de instrumentación y control, interpretando y realizando planos en los que intervienen los instrumentos de medida. Se elegirán los sensores adecuados a los requisitos plasmados en el proyecto de algunas plantas de ejemplo, en concreto las maquetas disponibles en el laboratorio, incluyendo criterios de seguridad. En las prácticas se instalarán y pondrán en marcha transmisores inteligentes de presión, caudal, nivel y temperatura, utilizando software profesional de gestión de activos. Todo el proceso se complementa con los consejos prácticos de instalaciones reales en charlas impartidas por profesionales del sector.

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

El titulado de este máster entrará en contacto en la industria de proceso con sensores, transmisores, accionamientos, cableado, proyectos de instrumentación, planos P&I, software de gestión y configuración de activos, etc., es decir, lo tratado en esta asignatura. Es fundamental que conozca todo este ámbito de trabajo, y en particular tanto los parámetros de configuración y calibración de estos sensores como su funcionamiento interno, limitaciones, que tenga criterios de elección a la hora de su compra, etc.

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

Esta asignatura se imparte en el primer cuatrimestre del máster. Dada la orientación electrónica del máster se suponen adquiridas las competencias relacionadas en los grados con acceso prioritario al máster.

La Instrumentación de Procesos Industriales está fuertemente ligada con la asignatura de “Sistemas de Control Distribuido y Sistemas SCADA”, que se imparte en el mismo cuatrimestre, ambas plantean de manera coordinada aspectos relacionados con el proyecto de instrumentación y control de una planta de proceso industria. Al finalizar la asignatura, el alumno tendrá los conocimientos necesarios para las asignaturas optativas del segundo cuatrimestre relacionadas que completan el ciclo de aprendizaje de la instrumentación y control en una planta. En concreto “Metrología y calibración” y “Ciberseguridad de los sistemas electrónicos y seguridad funcional de los SIS”.

#### 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.

Se recomienda conocer manejo básico de algún software para realización de planos.

La asistencia a los seminarios y charlas impartidas por profesionales es altamente recomendable.

### 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.

Los alumnos que deseen complementar conocimientos tendrán acceso en aula virtual y tutorías.

## 4. Competencias y resultados del aprendizaje

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

B07 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

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

G02 - Demostrar conciencia crítica sobre los conocimientos de vanguardia, sobre el carácter multidisciplinar y sobre los temas que se sitúan en la interfaz entre los diferentes campos del ámbito de los sistemas electrónicos y la instrumentación.

G07 - Emplear herramientas informáticas para la resolución de problemas, el diseño de ingeniería y la investigación.

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

E09 - Identificar las fuentes de error en instrumentos y medidas y cuantificar la bondad de los mismos en cuanto a precisión, resolución y repetitividad, seleccionando el principio de medida más apropiada.

E12 - Aplicar las buenas prácticas de diseño y gestión de proyectos para la implementación de sistemas complejos para la automatización y control de procesos industriales.

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

No hay.

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

Al finalizar la asignatura los estudiantes serán capaces de:

1. Identificar cuáles son las principales variables que hay que medir en un proceso industrial, así como los conceptos fundamentales relacionados con su medida, como rango, sensibilidad, precisión, exactitud, cero, ajuste y calibración, etc.
2. Distinguir cuales son las fases de un proyecto de instrumentación industrial.
3. Interpretar los diferentes planos generados en la ingeniería básica y de detalle, y de diseñar los más importantes (P&IDs, Planos de Lazos, etc) tomando como base una instalación ejemplo real.
4. Analizar el funcionamiento detallado de diversos instrumentos de medida de las principales variables de proceso (temperatura, presión, nivel, caudal y aquellas que requieren análisis).
5. Seleccionar los instrumentos adecuados según los requisitos de instalación, operación y características del proceso.

6. Configurar y poner en marcha de forma práctica distintos instrumentos inteligentes disponibles en el laboratorio.
7. Manejar un software de gestión de activos de planta como AMS, disponible en el laboratorio.
8. Identificar las características especiales de la instrumentación en instalaciones con requisitos específicos de seguridad y de seguridad intrínseca.

**\*\* 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

Fundamentos de la medida de variables de proceso en entornos industriales. El proyecto de instrumentación: simbología, documentación y fases de ejecución. Instrumentación inteligente. Medición de Temperatura, Presión, Nivel y Caudal. Analítica de proceso. Puesta en marcha y mantenimiento: gestión y mantenimiento de instrumentación asistidos por ordenador. Características de la instrumentación en ambientes con requisitos de seguridad y de seguridad intrínseca.

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

#### UNIDAD DIDÁCTICA I: Fundamentos de instrumentación de procesos industriales

##### T1. Fundamentos de la medida de variables de procesos industriales

Concepto de medida. Parámetros característicos de la medición. Variables medibles en plantas de proceso. Transmisores inteligentes. Elementos finales de control.

##### T2. El proyecto de instrumentación y control en la industria.

Simbología de identificación de instrumentos. Norma ISA. Fases de un proyecto de instrumentación y control. Documentación asociada.

##### T3. Gestión y mantenimiento de la instrumentación asistidos por ordenador.

Tipos de mantenimiento. Fiabilidad y Mantenimiento predictivo. Software de gestión de activos de planta.

#### UNIDAD DIDÁCTICA II: Medida de variables principales de procesos industriales

##### T4. Medida de presión

Tipos y unidades de presión. Clasificación de instrumentos de medida de presión. Indicadores e interruptores de presión. Transmisores de presión. Conexiones a proceso. Transmisores inteligentes de presión comerciales.

##### T5. Medida de caudal

Tecnologías de medición de caudal. Medidores de caudal volumétricos: rotámetros, presión diferencial, ultrasonidos, magnéticos y vortex. Medidores de caudal másico: Coriolis.

##### T6. Medida de nivel

Tecnologías de nivel: medida, detección, alarma de nivel en líquidos y sólidos. Medidores de presión hidrostática. Ultrasonidos. Radar sin contacto. Radar de onda guiada.

##### T7. Medida de temperatura

Medida de temperatura en la industria. Termopares. Termoresistencias RTDs.



Transmisores inteligentes de temperatura comerciales.

### UNIDAD DIDÁCTICA III: Medida de otras variables y consideraciones especiales.

#### T8. Analítica del proceso.

Medida de otras variables de proceso y analítica de productos. Aplicaciones: analítica de agua y procesos químicos.

#### T9. Sistemas con requisitos de seguridad y seguridad intrínseca

Características de la instrumentación en ambientes con requisitos de seguridad y de seguridad intrínseca.

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

#### P1. Instalación y cableado de instrumentación en planta de proceso. (2 horas)

Identificación partes de maquetas de planta, materiales y equipos disponibles en el laboratorio. Cableado de instrumentación. Implementación de un ILD (*Instrument Loop Diagram*) desde el sensor al controlador.

#### P2. Introducción al software de gestión de activos. (2 horas)

Introducción al software de gestión de la instrumentación de planta. Introducción a AMS. Otras opciones. PACTWARE. Instalación de Modem HART y conexión a un instrumento. Comunicador de campo.

#### P3. Transmisores de presión. (2 horas)

Identificación de tipos de transmisores de presión. Conexión y configuración básica. Configuración avanzada con PACTWARE. Mantenimiento del transmisor, manejo de *manifolds*.

#### P4. Transmisores de caudal. 4 horas. (2 h convencional / 2 h no conv. video-seminario).

Montaje de transmisores magnéticos. Utilización de panel de operador local para configuración del instrumento. Visualización de parámetros básicos. Configuración guiada con AMS.

#### P5. Medición de nivel por ultrasonidos. (2 horas)

Utilización de comunicador de campo para conexión a transmisores HART. Configuración básica de medidor de nivel. Visualización con AMS.

#### P6. Medición de nivel con radar de onda guiada. (2 horas)

Montaje en tubo tranquilizador. Medida de nivel y de interfase. Configuración avanzada con Radar Master de Emerson. Análisis de curva de eco.

#### P7. Transmisores de temperatura. (2 horas)

Monitorización de alertas con Alert Monitor de AMS. Gestión de diagnósticos avanzados con AMS. *Drift Alert* y *Hot Backup* en transmisor Rosemount 644 HART.

#### P8. Posicionador de válvula inteligente. 2 horas (2 h no convenc. / seminario)

Configuración de posicionador de válvula inteligente con ValveLink.



Las prácticas son obligatorias y se realizan en horario presencial convencional en su mayor parte, aunque algunas horas se realizan como parte de actividades no convencionales (seminarios y trabajos en grupo). Todas las prácticas conllevan una parte de trabajo individual y en grupo relacionado con la interpretación de manuales y hojas de características de los sensores y transmisores utilizados. También de instalación y manejo del software que esté disponible como libre distribución (PACTWARE y RadarMaster). Estos trabajos se comenzarán en horario de clase de teoría y se completará como parte del trabajo personal de los alumnos.

## 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: Fundamentals of industrial process instrumentation

- T1. Fundamentals of measurement of variables in industrial processes
- T2. The instrumentation and control project in the industry
- T3. Computer-aided management and maintenance of instrumentation

### UNIT II: Measurement of main variables of industrial processes

- T4. Pressure Measurement
- T5. Flow Measurement
- T6. Level measurement
- T7. Temperature Measurement

### UNIT III: Measurement of other variables and special considerations

- T8. Analysis of the process
- T9. Systems with safety requirements and intrinsically safe



## 5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

### UNIDAD DIDÁCTICA I: Fundamentos de instrumentación de procesos industriales

Se definen los conceptos básicos de medida y parámetros característicos de la medición así como las variables típicas medibles en proceso, transmisores inteligentes y elementos finales de control.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Enseñar a los estudiantes a identificar las principales variables que hay que medir en un proceso industrial.
- Familiarizarles con los conceptos fundamentales relacionados con su medida, como rango, sensibilidad, precisión, exactitud, cero, ajuste y calibración, etc.
- Enseñarles a interpretar los diferentes planos generados en la ingeniería básica y de detalle, y de diseñar los más importantes (P&IDs, Planos de Lazos, etc.) tomando como base una instalación ejemplo real.
- Mostrarles los diferentes tipos de mantenimiento de la instrumentación de planta, en especial el mantenimiento predictivo e introducir el software de gestión de activos de planta, en particular los que manejaremos en las prácticas.

### UNIDAD DIDÁCTICA II: Medida de variables principales de procesos industriales

En esta unidad analiza el funcionamiento detallado de diversos instrumentos de medida de las principales variables de proceso (temperatura, presión, nivel, caudal).

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Enseñar a los estudiantes como seleccionar los instrumentos adecuados según los requisitos de instalación, operación y características del proceso.
- Configurar y poner en marcha de forma práctica distintos instrumentos inteligentes disponibles en el laboratorio.
- Manejar un software de gestión de activos de planta como AMS, disponible en el laboratorio, así como otro software de libre distribución como PACTWARE o bien específicos como RadarMaster.
- Configurar sensores inteligentes industriales, modificando sus principales parámetros en una aplicación práctica, utilizando para ello software especializado

### UNIDAD DIDÁCTICA III: Medida de otras variables y consideraciones especiales.

En esta unidad didáctica se trata la medición de otras variables de proceso y analítica de productos en diversas industrias. También se comentan las características especiales de la instrumentación en ambientes con requisitos de seguridad y seguridad intrínseca.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Que los estudiantes conozcan otros instrumentos de medida y análisis de variables de proceso distintas (peso, densidad, pH, redox, etc).
- Identificar las características especiales de la instrumentación en instalaciones con requisitos específicos de seguridad y de seguridad intrínseca.



## 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.	Presencial: Toma de notas y planteamiento de dudas.	16
		No presencial: Estudio de la materia	22
Resolución de ejercicios y casos prácticos	Resolución de ejercicios y casos prácticos propuestos por el profesor. Los alumnos resuelven los más cortos en clase y los más largos se terminan en casa.	Presencial: Participación activa en la resolución de casos prácticos proponiendo soluciones y planteando dudas.	10
		No presencial: Resolución de casos prácticos planteados no acabados en clase.	14
Prácticas de Laboratorio	Realización de prácticas de laboratorio con instrumentos inteligentes, maquetas de proceso y software de gestión de activos profesionales.	Presencial: Realizar las prácticas propuestas. Contrastar con los conocimientos teóricos. Anotar resultados.	14
		No presencial: Estudio previo de las prácticas, realizando los trabajos prácticos que se entregarán al profesor. Realización de informes de prácticas.	12
Trabajos en grupo	Realización de trabajos de diseño en grupo que pueden estar relacionados con una ampliación de los casos prácticos o con una preparación previa de prácticas.	Presencial no convencional: Exposición de trabajos	2
		No presencial: Desarrollo de los diseños. Búsqueda, estudio y análisis de bibliografía. Trabajo autónomo y elaboración de documentación y entregables.	15
Charlas/Seminarios Visitas técnicas	Impartición de seminarios por profesionales del sector con el objetivo de acercar al alumnado conocimientos muy específicos de la aplicación de la materia en la vida profesional. Se pondrá realizar también visitas técnicas a empresas.	Presencial no convencional: Auto-aprendizaje siguiendo guiones y videos. Participación activa. Resolución de casos prácticos y diseños. Planteamiento de dudas. Mesas redondas.	9
		No presencial:	0
Tutorías	Resolución de dudas sobre teoría, ejercicios, casos prácticos y prácticas. Podrán ser individuales o preferentemente por grupos.	Presencial: Planteamiento y resolución de dudas en horario de tutorías	4
		No presencial: Planteamiento de dudas por correo electrónico y en los foros del aula virtual.	2
Exámenes	Evaluación escrita (examen oficial)	Presencial: Realización del examen	3
		No presencial: Preparación del examen y autoevaluación.	12
			135

## 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		
Resolución de ejercicios y casos prácticos		X	X	X	X			X		
Prácticas de laboratorio	X		X	X		X	X		X	
Trabajos en grupo				X	X			X		
Charlas/Seminarios		X	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*			
Examen oficial*	X		Preguntas cortas que demuestren un conocimiento global de la asignatura, ejercicios prácticos y conocimientos derivados de las charlas y seminarios	55	1, 2, 3, 4, 5
Evaluación de prácticas, visitas y seminarios a partir de las memorias e informes**	X		Revisión del trabajo realizado durante las prácticas y realización de una prueba, que puede ser una entrevista, sobre las competencias adquiridas en las prácticas de laboratorio, seminarios e informes realizados.	20	3,4, 5, 6, 7, 8, 9
Resolución de casos prácticos y trabajos propuestos	X		Evaluación de trabajos de diseño en grupo que se comiencen en clase y se terminen en casa.	15	1, 2, 3, 4, 5
Exposición y defensa de trabajos en grupo	X		Evaluación de la defensa y exposición de trabajos en grupo.	10	1, 2, 3, 4, 5

\* Para superar la asignatura la nota debe ser superior a 4.5 (sobre 10).

\*\* Para superar la asignatura la nota final suma de ejercicios, casos prácticos y trabajos en grupo debe ser superior a 3.5 (sobre 10).

\*\* La asistencia a prácticas es obligatoria. Se podrá recuperar las prácticas asistiendo a otro turno.

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)



## 8 Bibliografía y recursos

### 8.1. Bibliografía básica\*

- Apuntes, diapositivas y recursos electrónicos proporcionados por el profesor en el Aula Virtual de la asignatura (<http://aulavirtual.upct.es>) y en reprografía de la UPCT.
- Prácticas de Instrumentación de Procesos Industriales, en reprografía de la UPCT, Francisco J. Ortiz, 1ª Ed.
- Antonio Creus, *"Instrumentación Industrial"*, 8ª Ed. Marcombo, 20, ISBN 84-267-1668-2.
- *Manuales de instrumentos inteligentes de Rosemount y Yokogawa (disponibles on-line, especificaciones para descargarlos en el Aula Virtual)*
- *Documentación técnica de EMERSON (enlaces en Aula Virtual)*

### 8.2. Bibliografía complementaria\*

- M.A. Pérez García et al., *"Instrumentación Electrónica"*, 1ª Ed. Thomson-Paraninfo, 2004, ISBN 84-9732-166-9.
- Héctor P. Polenta, *"Instrumentación de procesos industriales"*, 1ª Ed. Online-Engineers, 2002, ISBN 950-43-5762-8.

### 8.3. Recursos en red y otros recursos

Aula virtual de la asignatura accesible para todos los alumnos matriculados en la web:  
<http://aulavirtual.upct.es>

- *Los enlaces a recursos on-line se proporcionan en el Aula Virtual de la asignatura.*