



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA

## Guía Docente

Curso 2012-2013

### Titulación Ingeniería Química

#### DATOS DE LA ASIGNATURA\*

\* Asignatura en experiencia piloto de implantación del sistema de créditos ECTS

<b>Nombre:</b>			
CONTROL E INSTRUMENTACIÓN DE PROCESOS QUÍMICOS			
<b>Denominación en inglés<sup>1</sup>:</b>			
CONTROL AND INSTRUMENTATION OF CHEMICAL PROCESSES			
<b>Código:</b>	<b>Año del Plan de Estudios:</b>	<b>Tipo:</b>	
440099032	Publicación BOE: 25-06-1999	<input checked="" type="checkbox"/> Troncal <input type="checkbox"/> Obligatoria <input type="checkbox"/> Optativa	
<b>Créditos:</b>			
	<b>Totales:</b>	<b>Teóricos:</b>	<b>Prácticos:</b>
Créditos L.R.U.	6,00	4,50	1,50
Créditos E.C.T.S.	5,2	3,9	1,3
<b>Departamento:</b>			
Ingeniería Química, Química Física y Química Orgánica			
<b>Área de Conocimiento:</b>			
Ingeniería Química			
<b>Curso:</b>	<b>Cuatrimestre:</b>	<b>Ciclo:</b>	
Cuarto	1º Cuatrimestre	Segundo	
<b>Web de la asignatura:</b>			
CAMPUS VIRTUAL MOODLE			

<sup>1</sup>Para su inclusión en el Complemento Europeo al Título

#### DATOS DE LOS PROFESORES

<b>Nombre:</b>	<b>e-mail:</b>	<b>Teléfono:</b>	<b>Despacho:</b>
Dra. M <sup>a</sup> José Moreno López	moreno@uhu.es	959218208	3-6-1

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### 1.1. Descriptores de la asignatura:

ELEMENTOS DEL CIRCUITO DE CONTROL. CONTROL ABIERTO Y CERRADO.

### 1.2. Descriptores de la asignatura (en inglés)<sup>2</sup>:

Elements of the control loop. Open-loop and closed-loop control.

<sup>2</sup>Para su inclusión en el Complemento Europeo al Título

## 2. Situación de la asignatura.

### 2.1. Prerrequisitos:

El Plan actual NO establece asignaturas LLAVES.

### 2.2. Contexto dentro de la titulación:

#### Significado de la asignatura en el contexto de la titulación:

Es el único contacto que los estudiantes de Ingeniería Química tienen con esta materia. Así pues, la educación que reciben estos futuros ingenieros es a todas luces insuficiente para lograr una formación completa en los aspectos relacionados con el Control e Instrumentación. Esto limitará en cierto grado el campo de actuación profesional de los nuevos ingenieros, al igual que obliga al establecimiento de objetivos ambiciosos para esta asignatura.

#### Aportación al perfil profesional:

Proporcionar los fundamentos de control e instrumentación que permitan seleccionar y diseñar el sistema de control más apropiado para cada operación o proceso químico de instalaciones industriales en condiciones óptimas, económicas y respetuosas con el Medio Ambiente.

### 2.3. Recomendaciones:

Aunque no requiere ninguna asignatura llave, se recomienda tener superadas las asignaturas propias de la Ingeniería Química de los cursos anteriores de la titulación, para facilitar la elección del sistema de control.

### 3. Competencias a adquirir por los estudiantes.

#### 3.1. Competencias transversales o genéricas.

##### 3.1.1. Competencias instrumentales:

<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Capacidad de análisis y síntesis.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Capacidad de organización y planificación.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Comunicación oral y escrita en lengua nativa.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Conocimiento de una lengua extranjera.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Capacidad de gestión de la información.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Resolución de problemas.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Toma de decisiones.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Conocimiento de informática en el ámbito de estudio.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Otras: Resolución de casos prácticos.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Otras: Especificar.

##### 3.1.2. Competencias personales:

<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Trabajo en equipo.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinar.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Trabajo en un contexto internacional.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Habilidades en las relaciones interpersonales.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Capacidad para comunicarse con expertos de otras áreas.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Reconocimiento a la diversidad y la multiculturalidad.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Razonamiento crítico.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Compromiso ético.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Otras: Especificar.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Otras: Especificar.

##### 3.1.3. Competencias sistémicas:

<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Aprendizaje autónomo.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Adaptación a nuevas situaciones.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Habilidad para trabajar de forma autónoma.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Creatividad.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Liderazgo.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Conocimiento de otras culturas y costumbres.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Iniciativa y espíritu emprendedor.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Motivación por la calidad.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Sensibilidad hacia temas medioambientales.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Otras: Especificar.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Otras: Especificar.

El alumno ha de presentar la capacidad de poder realizar un ejercicio previo de análisis y síntesis del sistema o proceso que se pretende controlar, asimismo deberá organizar, planificar y tomar decisiones en relación a las diferentes alternativas de resolución de casos prácticos reales, adquiriendo la capacidad de adaptarse a nuevas alternativas o modificaciones en el planteamiento inicial de los supuestos prácticos. Al mismo tiempo deberá comunicarse con expertos de otras áreas para conseguir un control efectivo aplicado, trabajando muchas veces en un contexto internacional dado que la mayoría de los instrumentos son fabricados por empresas extranjeras. Estos supuestos prácticos no deben ser sólo una exposición de los resultados obtenidos, en ellos deberá realizarse una discusión de los datos mencionados con el correspondiente razonamiento crítico, poniendo de manifiesto la capacidad de llevar a la práctica sus conocimientos teóricos y el saber actuar de forma autónoma e independiente.

#### 3.2. Competencias específicas.

##### 3.2.1. Competencias cognitivas (saber):

- Diseño básico de sistemas de automatización y control.
- Conocer, comprender, aplicar, analizar, sintetizar y evaluar los distintos sistemas de control e instrumentación en ingeniería química

### 3.2.2. Competencias procedimentales e instrumentales (saber hacer):

- Diseñar lazos de control.
- Operar con lazos de control.
- Seleccionar los instrumentos y el sistema de control adecuados según los requerimientos del proceso.

### 3.2.2. Competencias actitudinales (ser):

- Coordinación con otros.
- Decisión.
- Iniciativa
- Responsabilidad

## 4. Objetivos:

El **objetivo docente general** de la asignatura es proporcionar al estudiante los fundamentos de control que le permita seleccionar y diseñar el sistema de control más apropiado para cada aplicación.

Los **objetivos docentes específicos** se han agrupado en 3 bloques:

#### BLOQUE I: FUNDAMENTOS DE CONTROL

- Introducir al alumno en la teoría del control de procesos.
- Establecer las bases matemáticas para poder interpretar los diferentes sistemas de control.
- Saber evaluar la velocidad de respuesta y la estabilidad de un lazo de control.
- Conocer la Dinámica de los procesos y la terminología necesaria de control.

#### BLOQUE II: INSTRUMENTACIÓN

- Dar al alumno una visión general de los instrumentos empleados en el control de procesos químicos.
- Clasificar los instrumentos según la función a desempeñar: elementos de medida (sondas), de transmisión (transmisores), de regulación (controladores), de actuación (válvulas de control)...
- Clasificar los instrumentos según las variables a medir: temperatura, presión, caudal, nivel...
- El alumno deberá familiarizarse con los distintos tipos de instrumentos y conocer sus aplicaciones industriales.
- Informarles de las principales revistas, catálogos, etc., así como de las empresas que lideran el sector.

#### BLOQUE III: APLICACIONES

- Concienciar al alumno de la necesidad de discernir entre las ventajas e inconvenientes que presenta cada uno de los instrumentos y/o sistemas de control a la hora de la elección definitiva de uno de ellos para una situación concreta.
- Saber interpretar los P&I (Planos de Tuberías e Instrumentación).

5. Metodología (en horas de trabajo del estudiante):			
		Primer Cuatrimestre	Segundo Cuatrimestre
		Presenciales	
	Clases de teoría	39,0	0,0
	Clases de problemas	13,0	0,0
	Clases prácticas	0,0	0,0
	Actividades académicas dirigidas	8,0	0,0
	Exámenes	3,9	0,0
		No presenciales	
	Estudio de clases teóricas (factor de trabajo: 1,00)	39,0	0,0
	Estudio de clases de problemas y prácticas (factor de trabajo: 2,00)	26,0	0,0
	Preparación de actividades académicamente dirigidas y otras actividades	12,0	0,0
	<b>Total:</b>	<b>140,9</b>	<b>0,0</b>
<b>Trabajo total del estudiante: 140,9 horas.</b>			
<b>Horas presenciales:</b>	<b>60,0</b>	<b>Horas no presenciales:</b>	<b>77,0</b>
		<b>Exámenes:</b>	<b>3,9</b>

6. Técnicas docentes.	
6.1. Técnicas docentes utilizadas:	
<input checked="" type="checkbox"/> Sesiones académicas de teoría <input checked="" type="checkbox"/> Sesiones académicas de problemas <input type="checkbox"/> Sesiones prácticas en laboratorio <input type="checkbox"/> Seminarios, exposiciones y debates <input type="checkbox"/> Trabajo en grupos reducidos <input type="checkbox"/> Resolución y entrega de problemas/prácticas <input type="checkbox"/> Realización de pruebas parciales evaluables <input checked="" type="checkbox"/> Otras: Actividades Académicas Dirigidas <input checked="" type="checkbox"/> Otras: Tutorías y Plataforma Web	
6.2. Desarrollo y justificación:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ En las clases de <b>TEORIA (T)</b> se intentará establecer con los alumnos un diálogo sobre los fundamentos que se exponen de forma concisa y clara; para ello, se aplicarán técnicas como la “<i>expositiva</i>” (<i>lección magistral</i>) utilizando como soporte la pizarra y los medios audiovisuales (retroproyector de transparencias, diapositivas y cañón) y la “<i>demostrativa</i>” (<i>demonstraciones en clase</i>) mediante manejo de planos, revistas técnicas, catálogos de equipos, partes de instrumentos e internet. Para alcanzar estos objetivos se recurrirá al método interactivo, potenciando en lo posible la comunicación profesor-alumno y viceversa.</li>   <li>▪ En las clases de <b>PROBLEMAS (P)</b> se resolverán casos prácticos concretos –a ser posible reales– con la participación de todos alumnos; para ello, se aplicarán métodos como el “<i>cooperativo</i>” formándose grupos de dos alumnos y dejando a su disposición problemas y planos P&amp;I para su resolución. Para alcanzar estos objetivos se recurrirá al método interactivo, potenciando ahora más la comunicación alumno-alumno.</li>   <li>▪ En las <b>Actividades Académicas Dirigidas (AAD)</b>, tales como <b>Trabajos de clase</b>, <b>Trabajos de casa (P&amp;I)</b> y <b>Test de autoevaluación</b> se utilizan los métodos de discusión, cooperativo y autodidacta.</li> </ul>	

- Las **TUTORIAS** son de dos tipos: unipersonales y en grupos, dependiendo del tema a tratar y de lo que el alumno demande.
- La **PLATAFORMA WEB** es un sistema de comunicación rápido y cómodo entre profesor-alumno y alumno-profesor; pudiendo ser utilizado entre los mismos alumnos. Actualmente se utiliza la plataforma MOODLE; en ella se recopila todo sobre la asignatura: Ficha, Programa, Teoría, Problemas, Actividades Académicas Dirigidas, Bibliografía, Tutorías, Evaluación, Calificaciones, Correo, Calendario, Seguimiento del alumnado, Gestión de alumnos, Enlaces...  
De esta forma:
  - Se envían o reciben mensajes.
  - Se envían o reciben documentos.
  - Se dispone de los alumnos matriculados.
  - Se resuelven pequeñas dudas (consultas teórico-prácticas cortas).
  - Se solicitan reuniones o tutorías fuera del horario establecido
  - Etc.

## 7. Bloques temáticos:

### BLOQUE I: FUNDAMENTOS DE CONTROL

- Tema 1 Introducción (2 h Teoría)
- Tema 2 Análisis matemático de un sistema de control (4 h Teoría + 4 h Problemas + 2 h AAD)
- Tema 3 Análisis del comportamiento de un sistema de control (4 h Teoría + 2 h Problemas + 2 h AAD)
- Tema 4 Dinámica de Procesos (4 h Teoría + 2 h Problemas)

### BLOQUE II: INSTRUMENTACION

- Tema 5 Medición e Instrumentos (3 h Teoría + 3 h Problemas)
- Tema 6 Instrumentos de medida de la temperatura (2 h Teoría)
- Tema 7 Instrumentos de medida de la presión (2 h Teoría)
- Tema 8 Instrumentos de medida del caudal (2 h Teoría)
- Tema 9 Instrumentos de medida del nivel (2 h Teoría)
- Tema 10 Transmisión de señales (2 h Teoría)
- Tema 11 Controladores. Control Distribuido (4 h Teoría)
- Tema 12 Ajuste de parámetros en controladores PID (2 h Teoría + 1 h Problemas)
- Tema 13 Elementos finales de control (4 h Teoría + 1 h Problemas)
- Tema 14 Sistemas complejos de control (2 h Teoría)

### BLOQUE III: APLICACIONES

- Tema 15 Principales lazos de control (4 h Actividades Académicas Dirigidas)

## 8. Temario desarrollado:

### BLOQUE I: FUNDAMENTOS DE CONTROL

#### TEMA 1 INTRODUCCION

- 1.1. Revisión histórica.
- 1.2. Control automático de un proceso.
- 1.3. Sistemas y señales.
- 1.4. Diagrama de bloques de control.
- 1.5. Sistemas de control abiertos y cerrados.
- 1.6. Ejemplos.

#### TEMA 2 ANALISIS MATEMATICO DE UN SISTEMA DE CONTROL

- 2.1. Representación de sistemas de control con diagramas de bloques.
- 2.2. Modelos de sistemas. Principio de Superposición.
- 2.3. Función de transferencia de un sistema.
  - Definición y Representación.
  - Cálculo para: Bloques en serie y paralelo, Sistemas con retroalimentación, Sistemas con perturbación.
- 2.4. Transformada de Laplace.
  - Variable compleja.
  - Definición y propiedades.
  - Tabla de transformadas directas e inversas.
- 2.5. Teoremas del Valor Límite: Inicial y Final.
- 2.6. Método de Descomposición en Fracciones Parciales.
  - Condicionamiento.
  - Procedimiento.
- 2.7. Problemas.

#### TEMA 3 ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE UN SISTEMA DE CONTROL

- 3.1. Sistema de control.
  - Objetivos.
  - Ley de control.
- 3.2. Tipos de sistemas de control.
  - Servomecanismos.
  - Reguladores.
- 3.3. Análisis de un sistema de control.
  - Entradas: Función escalón, Función rampa, Función impulso, Función sinusoidal.
  - Respuestas: Transitoria (especificaciones), Permanente o en frecuencia. (especificaciones).
- 3.4. Estabilidad de un sistema de control.
  - Criterio de Bode.
  - Criterio de Nyquist.
- 3.5. Correlación entre respuesta transitoria y en frecuencia.
- 3.6. Error estacionario. Tipos.
- 3.7. Diseño de un sistema de control.
- 3.8. Problemas.

#### TEMA 4 DINAMICA DE PROCESOS

- 4.1. Dinámica de procesos. Ganancia
- 4.2. Proceso simple y proceso complejo.
  - Obtención de la Ecuación diferencial.
- 4.3. Sistemas de primer orden.
  - Ecuación y Parámetros.
  - Ejemplo: Elemento Capacidad.
  - Función de transferencia.
  - Respuesta transitoria.
  - Respuesta en frecuencia.

- 4.4. Sistemas de segundo orden.
  - Ecuación y Parámetros.
  - Ejemplo: Manómetro de columna de líquido de tubo en U.
  - Función de transferencia.
  - Respuesta transitoria.
    - Factor de amortiguación:  $\xi < 1$ .
    - Factor de amortiguación:  $\xi = 1$ .
    - Factor de amortiguación:  $\xi > 1$ .
  - Respuesta en frecuencia.
- 4.5. Sistemas de primer orden en serie "Con" y "Sin" interacción.
  - Ecuaciones y Parámetros.
  - Ejemplo: Nivel de líquido en dos depósitos.
  - Funciones de transferencias.
  - Respuestas transitorias.
  - Respuestas en frecuencia.
- 4.6. Sistemas de retardo puro.
  - Ecuación y Parámetros.
  - Ejemplo: Analizadores.
  - Función de transferencia.
  - Respuesta transitoria.
  - Respuesta en frecuencia.
- 4.7. Sistemas de procesos en general.
  - Ecuación y Parámetros.
  - Curva Respuesta.
- 4.8. Problemas.

## BLOQUE II: INSTRUMENTACION

### TEMA 5 MEDICION E INSTRUMENTOS

- 5.1. Instrumentos. Definición. Tipos.
- 5.2. Clasificación de los instrumentos de medida y de regulación.
  - Por la variable que miden.
  - Por el tamaño.
  - Por el montaje.
  - Por la protección de sus cajas.
  - Por las técnicas utilizadas en la generación de señales.
  - Por la forma de lectura.
  - Por su función.
  - Por su situación en el Proceso.
- 5.3. Instrumentos de medida.
  - Partes de que consta.
  - Características: Rango, Alcance, Error, Precisión, Sensibilidad, Repetibilidad, Histéresis, Linealidad, Exactitud, Error de cero, Velocidad de Respuesta, Otros (Resolución, Deriva, Ruido, Fiabilidad ...).
  - Procedimiento de selección.
- 5.4. Simbología de instrumentos. Identificación. Representación en planos y dibujos.
- 5.5. Problemas.

### TEMA 6 INSTRUMENTOS DE MEDIDA DE LA TEMPERATURA

- 6.1. Introducción.
- 6.2. Clasificación de los instrumentos de medida de temperatura:
  - Termómetros de dilatación: Vidrio, Bulbo y Capilar, Bimetálicos.
  - Termómetros de resistencia: Termorresistencias, Termistores.
  - Termopares.
  - Pirómetros de radiación: Total (Infrarrojos), Parcial (Opticos), De dos colores.
- 6.3. Selección de medidores de temperatura.
- 6.4. Instalación de sondas de temperatura.



## TEMA 7 INSTRUMENTOS DE MEDIDA DE LA PRESION

- 7.1. Introducción.
- 7.2. Clasificación de los instrumentos de medida de presión:
  - Manómetros de columna de líquido: Tubo en U, Tubo inclinado.
  - Manómetros de tipo elástico: Tubo Bourdon, Fuelle, Diafragma.
  - Manómetros de tipo electrónico: Extensométricos, Piezométricos, Capacitivos.
- 7.3. Selección de medidores de presión.
- 7.4. Instalación de las sondas de medición de presión.

## TEMA 8 INSTRUMENTOS DE MEDIDA DEL CAUDAL

- 8.1. Introducción.
- 8.2. Clasificación de los instrumentos de caudal: volumétricos y másicos.
- 8.3. Caudalímetros volumétricos:
  - De presión diferencial: Placa-orificio, Tubo Venturi, Tobera, Tubo Pitot, Tubo Annubar.
  - De área variable: Rotámetro.
  - De velocidad: Turbina.
  - De desplazamiento positivo: Medidor rotativo.
  - De tensión inducida: Magnéticos.
  - De fuerza: Placa de impacto.
  - De torbellino: Tipo Vortex.
  - De ultrasonidos.
  - De canales abiertos.
- 8.4. Caudalímetros másicos: Térmico, Aceleración de Coriolis.
- 8.5. Selección de medidores de caudal.

## TEMA 9 INSTRUMENTOS DE MEDIDA DEL NIVEL

- 9.1. Introducción.
- 9.2. Clasificación de instrumentos de nivel: líquidos y sólidos.
- 9.3. Medidores de líquidos:
  - De tipo directo:
    - Sonda.
    - Tubular (reflexión, transparencia).
    - Vidrio (cristal).
    - Flotador (regleta, Magnéticos).
  - De tipo indirecto:
    - De desplazamiento.
    - De presión hidrostática: Presión diferencial, Burbujeo, Manométrico, Membrana o Diafragma.
    - Eléctricos: Conductivos, Capacitivos, Ultrasonidos, Radioactivos.
- 9.4. Medidores de sólidos:
  - Fijos:
    - Cono suspendido.
    - Varilla flexible.
    - Paletas rotativas.
    - Diafragma.
    - Conductivos.
    - Ultrasonidos.
  - Continuos:
    - Peso móvil.
    - Báscula.
    - Presión diferencial.
    - Capacitivos.
    - Ultrasonidos.
    - Radioactivos.
- 9.5. Otras clasificaciones.
- 9.6. Selección de medidores de nivel para líquidos y sólidos.

## TEMA 10 TRANSMISION DE SEÑALES

- 10.1. Introducción.
- 10.2. Clasificación de los sistemas de transmisión:
  - Transmisión neumática. Sistema tobera-obturador.
  - Transmisión eléctrica.
  - Transmisión óptica.
- 10.3. Sistema Transmisor-Receptor.
- 10.4. Multiplexión:
  - Por división de tiempo.
  - Por división de frecuencia.
- 10.5. Transductores y convertidores.
- 10.6. Selección de los sistemas de transmisión.

## TEMA 11 CONTROLADORES. CONTROL DISTRIBUIDO

- 11.1. Introducción.
- 11.2. Clasificación de los controladores:
  - Por la acción de control:
    - Controlador Todo-Nada.
    - Controlador Proporcional.
    - Controlador Integral.
    - Controlador Proporcional e Integral.
    - Controlador Proporcional y Derivativo.
    - Controlador Proporcional, Integral y Derivativo.
  - Por la energía que emplean:
    - Cotroladores neumáticos.
    - Cotroladores hidráulicos.
    - Controladores electrónicos (analógicos y digitales).
- 11.3. Controladores digitales:
  - Selección del tiempo de muestreo.
  - Controladores adaptativos y predictivos.
- 11.4. Sistema de Control Distribuido (DCS).
- 11.5. Controladores Lógicos Programables (PLC).
- 11.6. Control por Ordenador.
- 11.7. Selección de controladores.

## TEMA 12 AJUSTE DE PARAMETROS EN CONTROLADORES PID

- 12.1. Introducción.
- 12.2. Rangos de los parámetros  $K_p$ ,  $t_i$ ,  $t_d$
- 12.3. Criterios de ajuste.
- 12.4. Métodos de ajuste de los parámetros en lazo:
  - Cerrado: Método de Tanteo, Método de Ziegler – Nichols.
  - Abierto: Método de Ziegler – Nichols.
    - Método de Cohen – Coon.
    - Método de Shinskey.
    - Método de la Universidad de Luisiana.
    - Método de optimización por ordenador.
- 12.5. Problemas.

## TEMA 13 ELEMENTOS FINALES DE CONTROL

- 13.1. Introducción.
- 13.2. Válvulas de control.
  - Elementos de que consta: cuerpo y actuador.
  - Consideraciones (rating, rangeabilidad, ...).
- 13.3. Tipos de válvulas de control según su cuerpo:
  - Globo, Mariposa, Bola, Camflex, Saunders.
- 13.4. Tipos de actuadores Automáticos:
  - Directos (válvulas autorreguladoras, válvulas contrapresión).
  - Hidráulicos (pistón).
  - Neumáticos (diafragma, pistón).
  - Eléctricos.

- 13.5. Curvas características de caudal: Inherentes e Instaladas.
- 13.6. Ganancia de una válvula de control.
- 13.7. Selección de las curvas características.
- 13.8. Capacidad de una válvula de control (Cv o Kv).
- 13.9. Vaporización (Flashing) y cavitación.
- 13.10. Selección de válvulas de control.
- 13.11. Dimensionamiento de válvulas de control.
- 13.12. Principales accesorios de válvulas de control.
- 13.13. Problemas.

#### TEMA 14 SISTEMAS COMPLEJOS DE CONTROL

- 14.1. Introducción.
- 14.2. Calculadores analógicos.
- 14.3. Control de proporción.
- 14.4. Control selectivo.
- 14.5. Control de rango partido.
- 14.6. Control en cascada.
- 14.7. Control de prealimentación.

### BLOQUE III: APLICACIONES

#### TEMA 15 PRINCIPALES LAZOS DE CONTROL

- 15.1. Control de columnas de destilación.
- 15.2. Control de reactores químicos.
- 15.3. Control de operaciones de transferencia de cantidad de movimiento, materia y energía.
- 15.4. Planos P&I.

## 9. Bibliografía.

### 9.1. Bibliografía general:

- PERRY, MANUAL DEL INGENIERO QUÍMICO.  
R.H. Perry, D.W. Green, J.O. Maloney (eds.).  
Mc Graw Hill, México, 1992.
- PROCESS INSTRUMENTS AND CONTROL HANDBOOK  
Douglas M. Considine  
McGraw-Hill Book Company, 1985, 3<sup>rd</sup> Edition o superiores.

### 9.2. Bibliografía específica:

#### Libros:

1. RETROALIMENTACIÓN Y SISTEMAS DE CONTROL  
Distefano, Stubberud y Williams  
McGraw Hill, 1992, 2 Edición.
2. CONTROL DE PROCESOS INDUSTRIALES  
A. Creus Sole  
Marcombo-Boixareu Editores, 1988.
3. CHEMICAL PROCESS CONTROL  
G. Stephanopoulos  
Prentice-hall, 1984.

#### Revistas:

4. INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS. CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN  
Ingeniería Química, Enero 1993 (p 193-197).
5. INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS. CAPÍTULO 2. MEDIDA DE TEMPERATURA  
Ingeniería Química, Febrero 1993 (p 145-152).
6. INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS. CAPÍTULO 3. MEDIDA DE NIVEL  
Ingeniería Química, Abril 1993 (p 255-264).
7. INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS. CAPÍTULO 4. MEDIDA DE PRESIÓN  
Ingeniería Química, Septiembre 1993 (p 293-297).
8. INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS. CAPÍTULO 5. MEDIDA DE CAUDAL  
Ingeniería Química, Octubre 1993 (p 101-108).
9. INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS. CAPÍTULO 6. VÁLVULAS DE CONTROL  
Ingeniería Química, Noviembre 1993 (p 127-133).
10. INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS. CAPÍTULO 7. NUEVAS TENDENCIAS EN VÁLVULAS DE CONTROL  
Ingeniería Química, Enero 1994 (p 181-189).
11. INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS. CAPÍTULO 8. SISTEMAS DE CONTROL  
Ingeniería Química, Julio/Agosto 1994 (p 99-112).
12. DIMENSIONAMIENTO DE VÁLVULAS DE CONTROL (I)  
Ingeniería Química, Diciembre 1994 (p 45-51).
13. DIMENSIONAMIENTO DE VÁLVULAS DE CONTROL (II)  
Ingeniería Química, Enero 1995 (p 169-173).

## 10. Técnicas de evaluación.

### 10.1. Técnicas de evaluación utilizadas:

- Examen teórico-práctico
- Trabajos desarrollados durante el curso
- Participación activa en las sesiones académicas
- Controles periódicos de adquisición de conocimientos
- Examen práctico en aula de informática
- Otras: Test de autoevaluación
- Otras: Especificar

### 10.2. Criterios de evaluación y calificación:

- El alumno **OBLIGATORIAMENTE** enviará -mediante la plataforma Moodle- en la primera semana de clase la FICHA de identificación (provista de FOTO, nombre y apellidos, número del DNI, domicilio completo con ciudad y código postal, teléfonos de contacto y correo electrónico; así como cualquier observación que considere de interés).
- La EVALUACION del curso se realizará en función de:
  - A) **Examen final escrito**, que constará de dos partes: Teoría y Problemas. El alumno irá provisto de calculadora. Tanto la Teoría como los Problemas tienen como puntuación: de 0 a 10. Cada parte debe superar los 4 puntos. Contribuye con el 80 % de la nota final.
  - B) **Participación del alumno en las Actividades Académicas Dirigidas**. Contribuye con el 20 % de la nota final.
- Como la asignatura no es anual (Primer Cuatrimestre), el examen final será en Febrero para la convocatoria de Junio y otro en Septiembre para los alumnos suspendidos. Los exámenes se conservarán durante los 8 meses reglamentarios. La fecha de los exámenes la fija el Centro Docente.
- La NOTA FINAL se obtiene de:
  - 1) Examen final escrito de **Teoría (T)**.  
Puntuación: 0 a 10. Contribuye con el 40 % de la nota final.
  - 2) Examen final escrito de **Problemas (P)**.  
Puntuación: 0 a 10. Contribuye con el 40 % de la nota final.
  - 3) Participación en las **Actividades Académicas Dirigidas (AAD)**:  
Puntuaciones: 0 (MUY MAL); 2,5 (MAL); 5 (REGULAR); 7,5 (BIEN); 10 (MUY BIEN).
    - **AAD1 (Trabajos de clase)**. Puntuación: 0 a 10. Contribuye con el 5 % de la nota final.
    - **AAD2 (Trabajos de casa: P&I)**. Puntuación: 0 a 10. Contribuye con el 10 % de la nota final.
    - **AAD3 (Test de autoevaluación)**. Puntuación: 0 a 10. Contribuye con el 5 % de la nota final.

$$\text{NOTA FINAL} = 0,4 T + 0,4 P + 0,05 \text{ AAD1} + 0,1 \text{ AAD2} + 0,05 \text{ AAD3}$$

## 11. Organización docente semanal (en horas presenciales del alumno)

### 11.1. Primer cuatrimestre:

Semana	Horas de clases de teoría	Horas de clases de problemas	Horas de clases prácticas	Actividades Académicas Dirigidas		Horas de exámenes	Temas del temario a tratar
				Actividad	Horas		
1ª	4,0	0,0	0,0		0,0	0,0	1,2,
2ª	2,0	2,0	0,0		0,0	0,0	2
3ª	0,0	2,0	0,0	Trabajo de clase	2,0	0,0	2
4ª	2,0	2,0	0,0		0,0	0,0	3
5ª	2,0	0,0	0,0	Trabajo de clase	2,0	0,0	3
6ª	4,0	0,0	0,0		0,0	0,0	4
7ª	2,0	2,0	0,0		0,0	0,0	4,5
8ª	1,0	3,0	0,0		0,0	0,0	5
9ª	4,0	0,0	0,0		0,0	0,0	6,7
10ª	4,0	0,0	0,0		0,0	0,0	8,9
11ª	4,0	0,0	0,0		0,0	0,0	10,11
12ª	4,0	0,0	0,0		0,0	0,0	11,12
13ª	3,0	1,0	0,0		0,0	0,0	12,13
14ª	3,0	1,0	0,0		0,0	0,0	13,14
15ª	0,0	0,0	0,0	P&I, Test	4,0	0,0	15
Periodo de exámenes						3,9	
<b>Totales</b>	<b>39,0</b>	<b>13,0</b>	<b>0,0</b>		<b>8,0</b>	<b>3,9</b>	

### 11.2. Segundo cuatrimestre:

Semana	Horas de clases de teoría	Horas de clases de problemas	Horas de clases prácticas	Actividades Académicas Dirigidas		Horas de exámenes	Temas del temario a tratar
				Actividad	Horas		
1ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
2ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
3ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
4ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
5ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
6ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
7ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
8ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
9ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
10ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
11ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
12ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
13ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
14ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
15ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
Periodo de exámenes						0,0	
<b>Totales</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	

## 12. Mecanismos de control y seguimiento:

- Control mediante cuestionario.
- Seguimiento de contenidos mediante cronograma.