



## Grado en Ingeniería Química Industrial

### DATOS DE LA ASIGNATURA

**Nombre:**

Sistemas de Control en la Producción Industrial

**Denominación en inglés:**

Control systems in industrial production

**Código:**

606210209

**Carácter:**

Obligatorio

**Horas:**

|                   | Totales | Presenciales | No presenciales |
|-------------------|---------|--------------|-----------------|
| Trabajo estimado: | 150     | 60           | 90              |

**Créditos:**

| Grupos grandes | Grupos reducidos |             |                    |                     |
|----------------|------------------|-------------|--------------------|---------------------|
|                | Aula estándar    | Laboratorio | Prácticas de campo | Aula de informática |
| 4,14           | 1,86             | 0           | 0                  | 0                   |

**Departamentos:**

Ingeniería Química, Química Física y Ciencias de los Materiales

**Áreas de Conocimiento:**

Ingeniería Química

**Curso:**

2º - Segundo

**Cuatrimestre:**

Segundo cuatrimestre

### DATOS DE LOS PROFESORES

**Nombre:**

\*Moreno López, María José

**E-Mail:**

moreno@uhu.es

**Teléfono:**

959 218208

**Despacho:**

Planta 3 - Núcleo 6 - Puerta 1 (Experimentales)

\*Profesor coordinador de la asignatura

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### 1. Descripción de contenidos

#### 1.1. Breve descripción (en castellano):

- Operaciones que forman parte de un sistema de producción industrial.
- Control del proceso de producción: automatismos, métodos de control e instrumentación.
- Sistemas normalizados para la gestión de la producción Industrial.

#### 1.2. Breve descripción (en inglés):

- Activities involved in an industrial production system.
- Control of the production process: Automatismos, Methods of Control and Instrumentation.
- Standard Systems for industrial production management.

### 2. Situación de la asignatura

#### 2.1. Contexto dentro de la titulación:

##### Encuadre en el Plan de Estudios

La asignatura "Sistemas de Control en la Producción Industrial" (OBLIGATORIA común) se encuadra en la MATERIA de Fabricación y Control, dentro del MÓDULO de Formación común, del GRADO en Ingeniería Química Industrial. Se imparte en el 2º cuatrimestre del 2º curso de la titulación. Los conceptos que desarrolla son fundamentales para la formación académica del alumno y le permitirá una mejor comprensión y asimilación de los conocimientos de otras áreas afines como en la ASIGNATURA de Optimización y Control de Procesos Químicos (OBLIGATORIA específica del 1er cuatrimestre del 4º curso) de la MATERIA de Ingeniería de Procesos y Productos, dentro del MÓDULO de Formación de Tecnología Específica: Química Industrial, del GRADO en Ingeniería Química Industrial.

##### Repercusión en el perfil profesional

Aunque son numerosas las áreas en las que el ingeniero químico industrial puede ejercer su profesión, es justo en la del sector industrial donde tiene mayor incidencia esta asignatura. Sin embargo, no hay que olvidar otros sectores como el medioambiental y la investigación científico-técnica; por tener un enfoque aplicado e interdisciplinario.

#### 2.2. Recomendaciones:

Aunque no es imprescindible, se recomienda haber cursado las materias de Química, Física y Matemáticas del primer curso o al menos tener los conocimientos básicos de dichas materias.

### 3. Objetivos (Expresados como resultados del aprendizaje):

PROPORCIONAR al alumno los primeros conocimientos sobre las operaciones involucradas en un sistema de producción industrial, introduciendo el control, la instrumentación y la gestión.

### 4. Competencias a adquirir por los estudiantes

#### 4.1. Competencias específicas:

- **C06:** Conocimientos sobre los fundamentos de automatismos y métodos de control
- **C09:** Conocimientos básicos de los sistemas de producción y fabricación
- **C11:** Conocimientos básicos y aplicación de tecnologías medioambientales y sostenibilidad

#### 4.2. Competencias básicas, generales o transversales:

- **G01:** Capacidad para la resolución de problemas
- **G03:** Capacidad de organización y planificación
- **G04:** Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
- **G05:** Capacidad para trabajar en equipo
- **G07:** Capacidad de análisis y síntesis
- **G12:** Capacidad para el aprendizaje autónomo y profundo
- **G21:** Capacidad para trabajar en un contexto internacional

## 5. Actividades Formativas y Metodologías Docentes

### 5.1. Actividades formativas:

- Sesiones de Teoría sobre los contenidos del Programa.
- Sesiones de Resolución de Problemas.
- Actividades Académicamente Dirigidas por el Profesorado: seminarios, conferencias, desarrollo de trabajos, debates, tutorías colectivas, actividades de evaluación y autoevaluación.

### 5.2. Metodologías docentes:

- Clase Magistral Participativa.
- Resolución de Problemas y Ejercicios Prácticos.
- Tutorías Individuales o Colectivas. Interacción directa profesorado-estudiantes.
- Planteamiento, Realización, Tutorización y Presentación de Trabajos.
- Evaluaciones y Exámenes.

### 5.3. Desarrollo y justificación:

#### **En las clases de TEORÍA (T)**

Se intenta establecer con los alumnos un diálogo sobre los fundamentos que se exponen de forma concisa y clara; para ello, se aplican técnicas como la "expositiva" (lección magistral) utilizando como soporte la pizarra y los medios audiovisuales (cañón con PC) y la "demostrativa" (demostraciones en clase) mediante videos, internet, revistas técnicas, catálogos... Para alcanzar estos objetivos se recurre al método interactivo, potenciando la comunicación profesor-alumno y viceversa.

#### **En las clases de PROBLEMAS (P)**

Se resuelven casos prácticos concretos -a ser posible reales- con la participación de todos los alumnos; para ello, se aplica el "método cooperativo" formándose grupos de 2 alumnos y dejando a su disposición problemas para su resolución con los pasos a seguir. Para alcanzar estos objetivos se recurre al método interactivo, potenciando ahora la comunicación alumno-alumno.

#### **En las Actividades Académicas Dirigidas (AAD):**

Trabajos de clase (AAD-1), Trabajos de casa (AAD-2: P&I) y Test de autoevaluación (AAD-3) se utilizan los métodos de discusión, cooperativo y autodidacta (este último en los trabajos de carácter individual).

#### **Las TUTORÍAS**

Son de dos tipos: unipersonales y en grupos, dependiendo del tema a tratar y de lo que el alumno demande.

#### **La PLATAFORMA VIRTUAL WEB (Moodle)**

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, documentos, tareas, se resuelven dudas (consultas teórico-prácticas cortas), solicitar o convocar reuniones, conocer alumnos matriculados, etc.

## 6. Temario desarrollado:

Presentación descriptiva y actualizada de los distintos sistemas de automatización y control que se implantan en la actualidad en las más diversas actividades de producción industrial; y los aspectos relacionados con el control de la producción.

### **BLOQUE I: Operaciones que forman parte de un sistema de producción industrial.**

#### **TEMA 1. INTRODUCCIÓN A LA ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN.**

- 1.1. Concepto de Empresa.
- 1.2. Clasificación de empresas.
- 1.3. Área de producción de la empresa.
  - Estructura de la producción en la empresa.

#### **TEMA 2. PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN.**

- 2.1. Sistemas de Producción: Esquema, Objetivos y Dirección.
- 2.2. Tipos de sistemas de producción.
- 2.3. Sistemas de Planificación y Control de la Producción.
- 2.4. Control - Ciclo productivo.
- 2.5. Gestión de la producción industrial.
- 2.6. Automatización industrial.
- 2.7. Jerarquización de las comunicaciones.
- 2.8. Automatización industrial de la producción.

### **BLOQUE II: Control del proceso de producción: automatismos, métodos de control e instrumentación.**

#### **TEMA 3. INTRODUCCION AL CONTROL AUTOMÁTICO.**

- 3.1. Revisión histórica.
- 3.2. Sistemas y señales.
- 3.3. Control automático de un proceso.
- 3.4. Diagrama de bloques de control.
- 3.5. Sistemas de control: abiertos y cerrados.

#### **TEMA 4. ANALISIS MATEMATICO DE UN SISTEMA DE CONTROL.**

- 4.1. Representación de sistemas de control mediante diagramas de bloques.
- 4.2. Modelos de sistemas: Principio de Superposición.
- 4.3. Función de transferencia de un sistema.
- 4.4. Transformada de Laplace.
- 4.5. Teoremas del Valor Límite: Inicial y Final.
- 4.6. Transformada inversa de Laplace: Método de Desarrollo en Fracciones Parciales.
- 4.7. Álgebra de Diagramas de Bloques.

#### **TEMA 5. ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE UN SISTEMA DE CONTROL.**

- 5.1. Sistemas de control: Objetivos y Ley de control.
- 5.2. Tipos de sistemas de control: Servomecanismos y Reguladores.
- 5.3. Análisis de un sistema de control.
  - Entradas: Funciones Escalón, Rampa, Impulso y Sinusoidal.
  - Respuestas: Transitoria y En frecuencia. Especificaciones.
- 5.4. Estabilidad de un sistema de control.
  - Criterio de Bode.
  - Criterio de Nyquist.
- 5.5. Error estacionario. Tipos.
- 5.6. Diseño de un sistema de control.

#### **TEMA 6. DINAMICA DE PROCESOS.**

- 6.1. Dinámica de Procesos. Ganancia.
- 6.2. Procesos Simples y Complejos.
  - (Obtención de la Ecuación Diferencial).
- 6.3. Sistemas de 1er orden.
  - (Ecuación, Parámetros, Ejemplo, Transmitancia, Transitoria y en Frecuencia).
- 6.4. Sistemas de 2º orden.

- (Ecuación, Parámetros, Ejemplo, Transmitancia, Transitoria y en Frecuencia).
- 6.5. Sistemas de 1er orden en serie. Con y Sin interacción.  
(Ecuación, Parámetros, Ejemplo, Transmitancia, Transitoria y en Frecuencia).
- 6.6. Sistemas de Retardo puro.  
(Ecuación, Parámetros, Ejemplo, Transmitancia, Transitoria y en Frecuencia).
- 6.7. Sistemas de Procesos en general.  
(Ecuación, Parámetros, Curva Respuesta, Ejemplo, Transmitancia, Métodos).

## **TEMA 7. MEDICION E INSTRUMENTOS.**

- 7.1. Instrumentos. Tipos.  
7.2. Clasificación de instrumentos de medida y de regulación.  
7.3. Instrumentos de medida: Partes, Características y Selección.  
7.4. Simbología de instrumentos. Identificación. Representación.

## **TEMA 8A. INSTRUMENTOS DE MEDIDA DE TEMPERATURA.**

- 8.1. Introducción.  
8.2. Clasificación de los instrumentos de medida de temperatura:  
- Termómetros de dilatación: Vidrio, Bulbo y Capilar, Bimetálicos.  
- Termómetros eléctricos: De resistencia (Termorresistencias, Termistores), Termopares.  
- Pirómetros de radiación: Total (Infrarrojos), Parcial (Ópticos), De dos colores.  
8.3. Selección de medidores de temperatura.  
8.4. Instalación de sondas de temperatura.

## **TEMA 8B. INSTRUMENTOS DE MEDIDA DE PRESION.**

- 8.5. Introducción.  
8.6. 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.  
8.7. Selección de medidores de presión.  
8.8. Instalación de sondas de presión.

## **TEMA 8C. INSTRUMENTOS DE MEDIDA DE CAUDAL.**

- 8.9. Introducción.  
8.10. Clasificación de los instrumentos de medida de caudal: volumétricos y másicos.  
8.11. Caudalímetros volumétricos:  
- De presión diferencial: Placa-orificio, Venturi, Tobera, Tubos Pitot y 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.  
8.12. Caudalímetros másicos:  
- De Calor Específico.  
- De Aceleración de Coriolis.  
8.13. Selección de medidores de caudal.

## **TEMA 8D. INSTRUMENTOS DE MEDIDA DE NIVEL.**

- 8.14. Introducción.  
8.15. Clasificación de los instrumentos de medida de nivel: Medidores de líquidos y Medidores de sólidos.  
8.16. Medidores de líquidos:  
- De tipo directo: Sonda, Tubular (reflexión, transparencia), Vidrio (cristal), Flotador (regleta, Magnéticos).  
- De tipo indirecto: Desplazamiento de barra de torsión, Presión hidrostática (Presión diferencial, Burbujeo, Manométrico, Membrana, Diafragma), Eléctricos (Conductivos, Capacitivos, Ultrasonidos, Radioactivos).  
8.17. Medidores de sólidos:  
- Fijo: Cono suspendido, Varilla flexible, Paletas rotativas, Diafragma, Conductivos, Ultrasonidos.  
- En continuo: Peso móvil, Báscula, Presión diferencial, Capacitivos, Ultrasonidos, Radioactivos.  
8.18. Otras clasificaciones.  
8.19. Selección de medidores de nivel para líquidos y sólidos.

## **TEMA 9. TRANSMISION DE SEÑALES.**

- 9.1. Introducción.  
9.2. Clasificación de los sistemas de transmisión:  
- Neumática.  
- Eléctrica.  
- Óptica.  
9.3. Sistema Transmisor – Receptor.

- 9.4. Multiplexión.
- 9.5. Transductores y Convertidores.
- 9.6. Selección de los sistemas de transmisión.

## **TEMA 10A. CONTROLADORES.**

- 10.1. Introducción.
- 10.2. Clasificación de los controladores.
- 10.3. Controlador TODO - NADA.
- 10.4. Controlador PROPORCIONAL (P).
- 10.5. Controlador INTEGRAL (I).
- 10.6. Controlador PROPORCIONAL E INTEGRAL (PI).
- 10.7. Controlador PROPORCIONAL Y DERIVATIVO (PD).
- 10.8. Controlador PROPORCIONAL, INTEGRAL Y DERIVATIVO (PID).
- 10.9. Controladores neumáticos.
- 10.10. Controladores digitales.
- 10.11. Selección del sistema de control.

## **TEMA 10B. AJUSTE DE PARÁMETROS EN CONTROLADORES PID.**

- 10.12. Introducción.
- 10.13. Rangos de los parámetros.
- 10.14. Criterios de ajuste.
- 10.15. Métodos de ajuste:
  - En lazo cerrado: Método de Tanteo y Método de Ziegler-Nichols en Lazo cerrado.
  - En lazo abierto: Método de Ziegler-Nichols en Lazo abierto, Método de Cohen-Coon, Método de la Universidad del Estado de Luisiana, Método de optimización por ordenador.

## **TEMA 11. ELEMENTOS FINALES DE CONTROL.**

- 11.1. Introducción.
- 11.2. Válvula de control: Partes.
- 11.3. Tipos de válvulas de control, según su cuerpo.
- 11.4. Tipos de actuadores.
- 11.5. Curvas características de caudal: Inherentes e Instaladas.
- 11.6. Ganancia de una válvula de control.
- 11.7. Selección de características.
- 11.8. Capacidad de una válvula de control.
- 11.9. Flashing y Cavitación.
- 11.10. Máxima caída de presión permisible en una válvula, sin formación de burbujas.
- 11.11. Selección de válvulas de control.
- 11.12. Dimensionado de válvulas de control.
- 11.13. Principales accesorios.

## **TEMA 12. SISTEMAS COMPLEJOS DE CONTROL.**

- 12.1. Introducción.
- 12.2. Calculadores analógicos.
- 12.3. Control de proporción.
- 12.4. Control selectivo.
- 12.5. Control de rango partido.
- 12.6. Control en cascada.
- 12.7. Control de prealimentación.

## **BLOQUE III: Sistemas normalizados para la gestión de la producción Industrial.**

### **TEMA 13. GESTIÓN DE LA CALIDAD.**

- 13.1. Historia de la calidad.
- 13.2. Concepto de calidad.
- 13.3. La Calidad como ventaja competitiva.
- 13.4. Principales enfoques en la Gestión de la calidad.

### **TEMA 14 SISTEMAS DE GESTIÓN.**

- 14.1. Introducción.
- 14.2. Concepto generales.
- 14.3. Fundamentos de un SGC (ISO 9001:2000).
- 14.4. Soporte documental del SGC.
- 14.5. Sistemas de Gestión normalizados.
- 14.6. Método de Gestión de la Calidad: SEIS SIGMA.

## 7. Bibliografía

### 7.1. Bibliografía básica:

- Ingeniería de Control Moderna  
K. Ogata, Ed. Prentice-Hall, 2003.
- Métodos modernos de gestión de la producción  
Larrañeta J., Onieva L., Lozano S., Ed. Alianza, 1998.
- Computer-integrated manufacturing  
Rehg J.A., Kraebber H.W., Ed. Prentice Hall, 2005.
- Fabricación integrada por ordenador (CIM)  
Arnedo Rosel J.M., Ed. Marcombo, 1992.
- Dirección de Operaciones. Aspectos estratégicos en la producción y los servicios  
Domínguez Machuca J. A., et al., Ed. McGraw Hill, 1995.
- Dirección de operaciones: aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios  
Domínguez Machuca J. A., et al., Ed. McGraw-Hill, 2003.
- Dirección de la producción. Decisiones tácticas  
Heizer J., Render B., Ed. Prentice Hall, 2001.

### 7.2. Bibliografía complementaria:

- PRODUCTION AND INVENTORY MANAGEMENT  
Hax A., Candea D., Ed. Prentice-Hall, 1984.
- FACTORY PHYSICS: FOUNDATIONS OF MANUFACTURING MANAGEMENT  
Hopp W.J., Spearman M.L., Ed. Irwin, 1996.

## 8. Sistemas y criterios de evaluación.

### 8.1. Sistemas de evaluación:

- Examen de teoría/problemas
- Defensa de Trabajos e Informes Escritos
- Seguimiento Individual del Estudiante

### 8.2. Criterios de evaluación y calificación:

El alumno OBLIGATORIAMENTE debe -mediante la plataforma MOODLE- poner FOTO en su PERFIL y enviar en las 2 primeras semanas de clase la FICHA de identificación (provista de FOTO, nombre y apellidos, nº DNI, domicilio completo, teléfonos de contacto, correo electrónico y cualquier observación que considere de interés).

### La NOTA FINAL (Evaluación CONTINUA) se obtiene de:

#### 1) EXAMEN final escrito que consta de 2 partes: Teoría (T) y Problemas (P).

Aporta el 80 % de la nota final, el 40 % cada parte.

Puntuación: 0 a 10 en cada parte.

Cada parte debe superar la calificación de 4, para hacer media; si ello no fuese así, se pondrá la nota más baja de ambas.

Las fechas las fija el Centro Docente (Junio y Septiembre).

Los exámenes se guardan durante el curso académico.

En el examen escrito se evalúan las competencias G01, G07, C06, C09 y C11.

#### 2) Participación en las Actividades Académicas Dirigidas (AAD):

Aporta el 20 % de la nota final.

Puntuaciones: 0 (MUY MAL); 2,5 (MAL); 5 (REGULAR); 7,5 (BIEN); 10 (MUY BIEN).

- AAD1 (Trabajos de clase). Puntuación: 0 a 10. (10 % de nota final).
- AAD2 (Trabajos de casa: P&I). Puntuación: 0 a 10. (5 % de nota final).
- AAD3 (Test de autoevaluación). Puntuación: 0 a 10. (5% de nota final).

En estas Actividades Académicas Dirigidas se evalúan las competencias G03, G05, G12 , C06 , C09 y C11.

$$\text{NOTA FINAL} = 0,4 T + 0,4 P + 0,10 \text{ AAD1} + 0,05 \text{ AAD2} + 0,05 \text{ AAD3}$$

**9. Organización docente semanal orientativa:**

|     | Semanas | Grupos Grandes | Grupos Reducidos<br>Aula Estándar | Grupos Reducidos<br>Aula de Informática | Grupos Reducidos<br>Laboratorio | Grupos Reducidos<br>prácticas de campo | Pruebas y/o<br>actividades evaluables | Contenido desarrollado |
|-----|---------|----------------|-----------------------------------|---|---------------------------------|--|---------------------------------------|------------------------|
| #1  | 3       | 0              | 0                                 | 0                                       | 0                               |  |                                       |                        |
| #2  | 3       | 0              | 0                                 | 0                                       | 0                               |  |                                       |                        |
| #3  | 1,5     | 0              | 0                                 | 0                                       | 0                               |  |                                       |                        |
| #4  | 3       | 1,5            | 0                                 | 0                                       | 0                               | AAD-1-1                                | Problemas                             |                        |
| #5  | 3       | 1,5            | 0                                 | 0                                       | 0                               |  | Problemas                             |                        |
| #6  | 3       | 1,5            | 0                                 | 0                                       | 0                               |  | Problemas                             |                        |
| #7  | 3       | 1,5            | 0                                 | 0                                       | 0                               | AAD-1-2                                | Problemas                             |                        |
| #8  | 3       | 1,5            | 0                                 | 0                                       | 0                               |  | Problemas                             |                        |
| #9  | 3       | 1,5            | 0                                 | 0                                       | 0                               |  | Problemas                             |                        |
| #10 | 3       | 1,5            | 0                                 | 0                                       | 0                               |  | Problemas                             |                        |
| #11 | 1,5     | 0              | 0                                 | 0                                       | 0                               |  |                                       |                        |
| #12 | 3       | 1,5            | 0                                 | 0                                       | 0                               | AAD-1-3                                | Problemas                             |                        |
| #13 | 3       | 1,5            | 0                                 | 0                                       | 0                               |  | Problemas                             |                        |
| #14 | 3       | 1,5            | 0                                 | 0                                       | 0                               |  | Problemas                             |                        |
| #15 | 2,4     | 3,6            | 0                                 | 0                                       | 0                               | AAD-2 + AAD-3                          | P&I + Test autoevaluación             |                        |
|     | 41,4    | 18,6           | 0                                 | 0                                       | 0                               |  |                                       |                        |