



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Industriales

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**53001982 - Automatización Y Control**

### PLAN DE ESTUDIOS

05AZ - Master Universitario En Ingeniería Industrial

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	11
9. Otra información.....	12

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	53001982 - Automatización y Control
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Primer semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	05AZ - Master Universitario en Ingeniería Industrial
<b>Centro responsable de la titulación</b>	05 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2022-23

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Roque Jacinto Saltaren Pazmiño (Coordinador/a)	Automatica	roquejacinto.saltaren@upm.es	Sin horario. A coordinar con el profesor
Manuel Ferre Perez	Automatica	m.ferre@upm.es	Sin horario. A coordinar con el profesor

Claudio Rossi	Automatica	claudio.rossi@upm.es	Sin horario. A coordinar con el profesor
Paloma De La Puente Yusty	Automática	paloma.delapuerta@upm.es	Sin horario. A coordinar con el profesor
Daniel Galan Vicente	Automática	daniel.galan@upm.es	Sin horario. A coordinar con el profesor

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

### 2.3. Profesorado externo

Nombre	Correo electrónico	Centro de procedencia
Juan Sebastián Cely Gutiérrez	js.cely@upm.es	ETSII

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería Industrial no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Asignatura básica de Control de Sistemas Lineales

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

(a) - APLICA. Habilidad para aplicar conocimientos científicos, matemáticos y tecnológicos en sistemas relacionados con la práctica de la ingeniería.

(b) - EXPERIMENTA. Habilidad para diseñar y realizar experimentos así como analizar e interpretar datos.

(c) - DISEÑA. Habilidad para diseñar un sistema, componente o proceso que alcance los requisitos deseados teniendo en cuenta restricciones realistas tales como las económicas, medioambientales, sociales, políticas, éticas, de salud y seguridad, de fabricación y de sostenibilidad.

(j) - CONOCE. Conocimiento de los temas contemporáneos.

CE08 - Capacidad para diseñar y proyectar sistemas de producción automatizados y control avanzado de procesos.

CG01 - Tener conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de: métodos matemáticos, analíticos y numéricos en la ingeniería, ingeniería eléctrica, ingeniería energética, ingeniería química, ingeniería mecánica, mecánica de medios continuos, electrónica industrial, automática, fabricación, materiales, métodos cuantitativos de gestión, informática industrial, urbanismo, infraestructuras, etc.

### 4.2. Resultados del aprendizaje

RA171 - Práctica en la justificación de las estrategias de control óptimas para cada caso a partir del análisis de las condiciones y restricciones de proceso del entorno. Utilización de simuladores para evaluar la idoneidad de las distintas alternativas.

RA176 - Obtención y utilización adecuada de modelos lineales de sistemas ingenieriles

RA179 - Conocer la instrumentación del control industrial

RA336 - El alumno debe ser capaz de formalizar problemas de automática y robótica haciendo el correcto uso de las herramientas matemáticas presentadas en la asignatura

RA430 - RA144, RA146, RA154, RA166, RA169, RA170, RA171, RA176, RA394, RA336, RA181, RA337, RA179

RA166 - El alumno será capaz de emplear herramientas de simulación para estudiar y analizar un proceso (o unidad de operación)

RA146 - Realización de trabajos prácticos sobre simulación de sistemas

RA144 - Modelado y simulación de sistemas continuos

RA154 - Conocimientos y capacidad para realizar un proyecto de automatización industrial

RA169 - El alumno conocerá y será capaz de trabajar con simuladores comerciales

RA170 - Capacitación para desarrollar trabajos de operación de plantas de proceso, rediseño, actualización y modernización de sus sistemas de control.

RA337 - El alumno debe conocer las posibles alternativas matemáticas para la solución de un problema en automática y robótica

RA394 - Manejo de las funciones de transferencia

RA181 - Diseñar Maquinas de Estado y Transiciones para Automatización

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Los ingenieros de procesos son a menudo responsables de la operación de los procesos automatizados de manufactura industrial de alimentos, combustibles, materias primas, productos químicos, etc.

A medida que los procesos se vuelven más grandes y/o más complejos, el papel de la automatización de procesos se vuelve cada vez más importante. El objetivo de esta asignatura es enseñar a los ingenieros de procesos cómo diseñar y ajustar controladores de retroalimentación para la operación automatizada de procesos industriales de producción.

Objetivos específicos.

- Aprender el desarrollo de estrategias de control consiste en identificar y formular los siguiente procedimientos

1. Objetivo(s) de control.

2. Las variables de entrada las clasifican como (a) manipuladas o (b) variables de perturbación; las entradas

pueden cambiar continuamente o en intervalos discretos de tiempo.

3. Las variables de salida las clasifican como (a) medidas o (b) variables no medidas; las mediciones pueden realizarse de forma continua o en intervalos discretos de tiempo.

4. Las restricciones que se clasifican como (a) duras o (b) blandas.

5. Las características operativas los clasifican como (a) continuos, (b) discontinuos o (c) híbridos

6. Consideraciones de seguridad, ambientales y económicas.

7. Diseñar estructuras de control, los controladores industriales pueden ser de naturaleza realimentada o de anticipativos.

8. Ajuste de reguladores por medios experimentales y empíricos

- Aprender el manejo de una herramienta industrial de control de procesos, como Matlab y Simulink

- Utilización de una máquinas de estado y de la guía GEMMA para el diseño estructurado de sistemas de automatización industrial

- Resolver problemas de ingeniería en el ámbito del control y automatización

## 5.2. Temario de la asignatura

### 1. Introducción

1.1. Modelos de procesos, relaciones constitutivas y formas dinámicas

1.2. Modelos lineales y desviación de variables

1.3. Ejercicios estudiantes

### 2. Modelado de procesos y especificaciones de control

2.1. Instrumentación

2.2. Visión general del control de procesos

2.3. Modelos de procesos y comportamiento dinámico

2.4. Estudio del comportamiento dinámico de los procesos: Sistemas de primer orden, segundo orden y superior,

- 2.5. Modelado matemático y empírico de procesos
- 2.6. Procesos con tiempo muerto
- 2.7. Modelado y simulación de procesos con Simulink
- 2.8. Ejercicios estudiantes
- 3. Control Regulatorio Básico.
  - 3.1. Introducción al control en lazo cerrado de procesos, desarrollo de bloques de control
  - 3.2. Diseño de controladores basado en algoritmos PID
  - 3.3. Estabilidad y algoritmos de compensación de perturbaciones y de reducción de ruido de realimentación derivativa
  - 3.4. Diseño de controladores para grandes retardos
  - 3.5. Diseño de compensadores anti-windup y anticipativos
  - 3.6. Ejercicios estudiantes
- 4. Control avanzado de procesos
  - 4.1. Control avanzado en cascada
  - 4.2. Control avanzado basado en el criterio de rápido-lento
  - 4.3. Control anticipativo para procesos en cascada
  - 4.4. Ejercicios estudiantes
- 5. Introducción a la automatización
- 6. Diseño de sistemas de automatización



## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Introducción al control de procesos y modelado de sistemas</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Modelado de Sistemas y especificaciones de control-1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Modelado de Sistemas y especificaciones de control-2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Modelado de Sistemas y especificaciones de control-3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>Control Regulatorio básico-1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	<b>Control Regulatorio básico-2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	<b>Control regulatorio básico-3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	<b>Control avanzado-1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>EP-1. Modelado y control básico. Evaluación basada en un cuestionario con opciones múltiples.</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
9	<b>Control Avanzado-2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
10	<b>Control Avanzado-3, control anticipativo, grandes retardos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	<b>Sistemas de Producción Automatizados</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>EP-2. Control avanzado. Evaluación basada en un cuestionario con opciones múltiples.</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Presencial Duración: 02:00

12	<b>Sistemas de Producción Automatizados</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
13	<b>Sistemas de Producción Automatizados</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
14	<b>Sistemas de Producción Automatizados</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>EP-3, Sistemas de producción automatizados. Evaluación basada en un cuestionario con opciones múltiples.</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
15				
16				
17				<b>Evaluación Global</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
8	EP-1. Modelado y control básico. Evaluación basada en un cuestionario con opciones múltiples.	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	02:00	15%	3 / 10	(j) CG01 (a) CE08 (c) (b)
11	EP-2. Control avanzado. Evaluación basada en un cuestionario con opciones múltiples.	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	02:00	15%	3 / 10	(j) CG01 (a) CE08 (c) (b)
14	EP-3. Sistemas de producción automatizados. Evaluación basada en un cuestionario con opciones múltiples.	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	02:00	15%	3 / 10	(j) CG01 (a) CE08 (c) (b)
17	Evaluación Global	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	55%	3 / 10	(a) CE08 (b) CG01

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

No se ha definido la evaluación sólo por prueba final.

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Evaluación extraordinaria comprende dos partes. teórica (55%) y práctica con Simulink (45%) Nota aclaratoria sobre la calificación: Para poder hacer media entre las dos partes, cada parte (teórica ó	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	100%	5 / 10	(j) CG01 (a) CE08 (c) (b)

práctica) debe tener una nota mínima de 3/10.						
--	--	--	--	--	--	--

## 7.2. Criterios de evaluación

**Evaluación ordinaria.** La evaluación ordinaria comprenderá dos partes: Evaluación progresiva (EP). (a). La evaluación progresiva (EP), comprende tres evaluaciones. EP-1, EP-2 y EP-3. Cada evaluación EP, será realizada de manera presencial en aula, utilizando el portal Moodle. (b). Cada EP implica la utilización de un ordenador portátil y el uso de Matlab. (c). Las evaluaciones EP implican evaluar contenidos acumulativos, por ejemplo, la evaluación EP-3 es acumulativa, es decir comprende también todos los contenidos teóricos y prácticos evaluados en EP anteriores. Evaluación Global (EG). La evaluación Global (EG) incluye todos los contenidos teóricos y prácticos vistos en la asignatura Nota final (NF). La nota final (NF) será el resultado de la siguiente fórmula  $NF = (0.15 \cdot EP-1 + 0.15 \cdot EP-2 + 0.15 \cdot EP-3) + 0.55 \cdot EG > 5.0$ . La nota final NF resultante, DEBE SER IGUAL O MAYOR A 5.0, para aprobar la evaluación de la asignatura. En el caso de que la nota de la evaluación global EG, sea mayor que la media aprobada de las EPs, se tomará como nota final la calificación de la EG. En caso contrario, la nota final NF será la media. Caso de suspender en una o más EPs. En el caso de suspender una o más EPs, se deberán repetir la/las EP suspensas el día de la EG (media hora después), y se aplicará para la NF la misma fórmula anterior. **Evaluación extraordinaria de julio.** La evaluación de julio tendrá dos partes con la misma proporción de la evaluación ordinaria. El estudiante deberá presentar dos evaluaciones, una EP del 45% y una EG del 55%. la nota mínima de cada evaluación (EP o EG) será de 3/10, para poder hacer media y obtener la NF. La nota final resultante NF debe ser mínimo de 5/10.  $NF = 0.45 \cdot EP + 0.55 \cdot EG > 5.0$  (igual o mayor que 5.0) para aprobar la evaluación. En el caso de tener una evaluación EP ó EG (cualquiera de las dos), que no cumpla la nota mínima de 3/10, se suspende la asignatura.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Página web de Moodle	Recursos web	Se encuentra: normativa, foro, diapositivas de clase, ejercicios semanales propuestos, material para ejercicios, enlaces de interés, enunciado y material para el trabajo en grupo
Control e Instrumentación de procesos químicos	Bibliografía	de P.O. Castro, E.F. Camacho, Editorial Síntesis, 1997, ISBN 84-7738-517-3 1997
Programa Matlab y Simulink última ver. de R2020	Equipamiento	Software industrial, disponible gratis para los alumnos, con instrucciones de descarga en Moodle
GRAFCET-Studio	Recursos web	Software para diseñar el control de procesos secuenciales aplicando la guía GEMMA En la fecha indicada descarga la versión de estudiante en este enlace: <a href="https://www.mhj-tools.com/?page=request-trial&amp;p=Grafcet-Studio">https://www.mhj-tools.com/?page=request-trial&amp;p=Grafcet-Studio</a>
Teoría de Sistemas	Bibliografía	F. Matía et altres, Ediciones ETSII-UPM
Automatización	Bibliografía	A. Barrientos et altres, Ediciones ETSII-UPM
Automatización de procesos mediante la guía GEMMA	Bibliografía	P. Ponsa y R. Vilanova, Ediciones UPC

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

CASO ESPECIAL: Asignatura AyC de los Grupos M5 y M6.

One class of groups will follow a pilot teaching experience in English (M5, M6 Groups). The contents will be the same as in the other groups but the methodology will be different.

Additional details are included below:

### 5.2. Course Syllabus

1. Introduction to Process Control. (2h)
2. System Models and Control Requirements. (4h)
3. Basic Regulatory Control. PID Control. (6h)
4. Advanced Process Control. (6h)
5. Introduction to Automation. (4h)
6. Automation Systems Design. (4h)

### 5.2 Evaluation

The evaluation system will be progressive. To that end, there will be several intermediate activities and a final global exam after the course is over. The weights of each part are as follows:

Practical Session 1 (P1): 5%

Practical Session 2 (P2): 5%

Practical Session 3 (P3): 5%

Test 1 (T1): 5%

Global exam (GE) 80% ? (30% Control Theory, 30% Control Practice, 40% Automation).

To pass this course, the final grade (FG) must be equal or greater than 5. This is:  $FG = 0.05 \cdot P1 + 0.05 \cdot P2 + 0.05 \cdot P3 + 0.05 \cdot T1 + 0.8 \cdot PG \geq 5$ .

The Practical Sessions and Test 1 exact dates will be announced in Moodle at least 14 days in advance. The global exam will take place on the official date.

### 8.1. Additional Resources

- Course material and slides in English, Moodle.
- Control System Design. Karl Johan Astrom, 2002.
- Process Control: Designing Processes and Control Systems for Dynamic Performance. Thomas E. Marlin. McGraw-Hill 1995-2014. Available online since 2015 at: <http://pc-textbook.mcmaster.ca/>