



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

**53001238 - Sistemas No Lineales**

### PLAN DE ESTUDIOS

05AZ - Master Universitario En Ingeniería Industrial

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

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

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	53001238 - Sistemas No Lineales
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Segundo curso
<b>Semestre</b>	Tercer 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>	2021-22

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Sergio Dominguez Cabrerizo (Coordinador/a)		sergio.dominguez@upm.es	- -

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

## 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

- Conocimientos sobre representación frecuencial de sistemas: diagramas de Bode y Nyquist, estabilidad relativa
- Ecuaciones diferenciales ordinarias
- Conocimientos sobre representación de sistemas mediante variables de estado: modelado, solución, controlabilidad, observabilidad, realimentación de estado, observadores

## 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.
- (e) - RESUELVE. Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA50 - Resolución de problemas mediante diferentes tipos de ejercicios

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Se estudiarán diferentes métodos de análisis de estabilidad y comportamiento de sistemas dinámicos no lineales, partiendo del conocimiento de la dinámica de sistemas lineales. Se abordará asimismo el diseño de sistemas en los que se explotará el conocimiento adquirido sobre el comportamiento de los sistemas no lineales.

Durante este curso, y mientras duren las restricciones impuestas por la pandemia, las clases se impartirán en el aula a parte de los alumnos, mientras que el resto seguirá la retransmisión de forma síncrona. Los alumnos presentes en el aula irán rotando para que todos en algún momento sigan la clase desde el aula

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Presentación de la asignatura
2. Introducción a los sistemas no lineales
3. Flujos dinámicos en la recta
4. Flujos dinámicos en el plano
  - 4.1. Sistemas lineales
  - 4.2. Diagrama de fase
  - 4.3. Ciclos límite
5. Función descriptiva
6. Flujos de orden superior: Método de Lyapunov
7. Feedback linearization
8. Sliding mode control
9. Backstepping
10. Pasividad
11. Otras estrategias de control no lineal

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Presentación de la asignatura</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Presentación de la asignatura</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
2	<b>Introducción a los sistemas no lineales</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Introducción a los sistemas no lineales</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
3	<b>Flujos en la recta</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Flujos en la recta</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Trabajo práctico a realizar en casa y entregar</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:00
4	<b>Flujos en el plano: sistemas lineales</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Flujos en el plano: sistemas lineales</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
5	<b>Flujos en el plano: diagramas de fase</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Flujos en el plano: diagramas de fase</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
6	<b>Flujos en el plano: ciclos límite</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Flujos en el plano: ciclos límite</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Trabajo práctico a realizar en casa y entregar</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:00
7	<b>Función descriptiva</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Función descriptiva</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
8	<b>Flujos de orden superior: función de Lyapunov</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Flujos de orden superior: función de Lyapunov</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
9	<b>Feedback linearization</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Feedback linearization</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Trabajo práctico a realizar en casa y entregar</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:00
10	<b>Sliding mode control</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Sliding mode control</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
11	<b>Backstepping</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Backstepping</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	

12	<b>Pasividad</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Pasividad</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Trabajo práctico a realizar en casa y entregar</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:00
13	<b>Otros métodos de control no lineal</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Otros métodos de control no lineal</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
14	<b>Recuperación</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas		<b>Recuperación</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Trabajo en grupo de desarrollo completo de un sistema de control no lineal</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 35:00
15				<b>Examen escrito</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:30
16				
17				

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 continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
3	Trabajo práctico a realizar en casa y entregar	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	10%	3 / 10	(a) (e)
6	Trabajo práctico a realizar en casa y entregar	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	10%	3 / 10	(a) (e)
9	Trabajo práctico a realizar en casa y entregar	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	10%	3 / 10	(a) (e)
12	Trabajo práctico a realizar en casa y entregar	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	10%	3 / 10	(a) (e)
14	Trabajo en grupo de desarrollo completo de un sistema de control no lineal	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	35:00	60%	5 / 10	(e) (a)

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
15	Examen escrito	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	100%	5 / 10	(a) (e)

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria



Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen escrito	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	100%	5 / 10	(a) (e)

## 7.2. Criterios de evaluación

Durante las clases tipo Lección Magistral, se irán intercalando demostraciones prácticas, así como ejercicios prácticos que los alumnos realizarán con sus computadores y las herramientas de cálculo disponibles a través de licencia de campus.

Se evaluará la adquisición de las competencias especificadas así como haber completado los resultados de aprendizaje referidos. Para ello, los alumnos que opten por el procedimiento de evaluación continua contarán con dos posibilidades para aprobar la asignatura. Por un lado, la realización de un examen escrito en el que deberán contestar a cuestiones y ejercicios de los conceptos expuestos en la asignatura. Otra opción es la realización de un trabajo de aplicación de alguna de las técnicas de control expuestas, consistente en modelar simular y controlar un sistema no lineal.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Apuntes de clase	Recursos web	Apuntes utilizados en las clases magistrales
Bibliografía	Bibliografía	Bibliografía seleccionada para el seguimiento de la asignatura
Matlab, licencia de campus	Otros	Uso de Matlab para el desarrollo de las prácticas

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

En caso de tener que celebrar clases on line, ya sea por aplicación de un modelo docente bimodal o por uno on line, la herramienta de impartición de las clases será Teams, manteniendo el mismo cronograma y objetivos docentes.

Contribución a los ODS:

Objetivo 8, Trabajo decente y crecimiento económico: la correcta aplicación de los sistemas de control no lineal mejoran las condiciones de la producción, optimizando los recursos y mejorando el resultado final. Como consecuencia, los trabajadores pueden acceder y dedicar su esfuerzo laboral a tareas de más alto nivel, con mayor componente intelectual y por tanto más satisfactorias. Igualmente, se consigue una mejora de la productividad, que conduce a un crecimiento económico fruto de la mejora en la eficiencia global del sistema de producción.

Objetivo 9, Industria, Innovación e Infraestructura: por aplicación de los sistemas de control avanzados como los propuestos en esta asignatura, se mejora la producción industrial a través de la innovación, que viene dada por la integración en los procesos productivos de soluciones de control que mejoran el producto y dan acceso a nuevos objetivos de la producción, con la posibilidad de conseguir prestaciones y calidades no contempladas con esquemas clásicos.