



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

53002091 - Modelos Matemáticos En Dinámica No Lineal

PLAN DE ESTUDIOS

05AZ - Master Universitario En Ingeniería Industrial

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

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

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	53002091 - Modelos Matemáticos en Dinámica No Lineal
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Segundo curso
Semestre	Tercer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	05AZ - Master Universitario en Ingeniería Industrial
Centro responsable de la titulación	05 - E.T.S. De Ingenieros Industriales
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Makrina Agaoglou (Coordinador/a)		makrina.agaoglou@upm.es	Sin horario. Sin horario. Consultar con la profesora. IMPORTANTE: Esta asignatura se impartirá en inglés

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

3. Competencias y resultados de aprendizaje

3.1. Competencias

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

CB07 - 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

3.2. Resultados del aprendizaje

RA144 - Modelado y simulación de sistemas continuos

RA418 - Utilización de técnicas de optimización basadas en programación matemática

RA145 - Modelado y simulación de sistemas de eventos discretos

4. Descripción de la asignatura y temario

4.1. Descripción de la asignatura

La asignatura de "Modelos Matemáticos en Dinámica No Lineal" tiene como objetivo principal adquirir una visión global de los fenómenos no lineales que gobiernan muchos problemas de la ingeniería y de las técnicas matemáticas para resolverlos. La asignatura tiene dos partes diferenciadas. Una primera parte centrada en la teoría de los Sistemas Dinámicos (módulos I y II) y una segunda enfocada en aspectos computacionales en problemas dinámicos, la introducción a los métodos indicadores del caos y modelos matemáticos en aplicaciones a casos reales (módulos III, IV y V). Se trata de una asignatura presencial en el aula, que comprende clases teóricas, clases de problemas con aplicación práctica de modelos a casos reales, sesiones monográficas y trabajo en el aula y en casa.

El cronograma representa una orientación del plan docente de la asignatura, y podrá sufrir variaciones dependiendo del desarrollo del curso académico.

IMPORTANTE: Esta asignatura se impartirá en inglés

4.2. Temario de la asignatura

1. Introducción a los sistemas dinámicos

- 1.1. Definición y conceptos de sistemas dinámicos
- 1.2. Puntos fijos. Análisis de estabilidad lineal
- 1.3. Sistemas no lineales. Estabilidad
- 1.4. Bifurcaciones
- 1.5. Teoría del caos
- 1.6. Sistemas dinámicos en tiempo discreto
- 1.7. Aplicaciones de los sistemas dinámicos en la ingeniería

2. Sistemas Hamiltonianos

- 2.1. Introducción a los sistemas Hamiltonianos
- 2.2. Representación del estado en sistemas Hamiltonianos
- 2.3. Puntos de equilibrio y análisis de estabilidad

3. Aspectos computacionales en problemas dinámicos

- 3.1. Fundamentos de Python y MATLAB
- 3.2. Introducción a métodos de integración numérica
- 3.3. Aplicaciones y estudios de caso en sistemas dinámicos

4. Introducción a los métodos indicadores del caos

- 4.1. El método clásico de la sección de Poincaré
- 4.2. Métodos modernos como los métodos SALI, GALI y el método de descriptores lagrangianos
- 4.3. Implementación de estos métodos en Python y/o MATLAB

5. Modelos matemáticos para el estudio de la dinámica de las reacciones químicas y de los flujos geofísicos

5. Cronograma

5.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p>Presentación y teoría Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
2	<p>Teoría Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
3	<p>Teoría Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
4	<p>Teoría Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
5	<p>Teoría Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
6	<p>Teoría Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>En esta semana se hace trabajo en aula Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p>En esta semana se hace trabajo en aula TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00</p>

7	<p>Teoría Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
8	<p>Teoría Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
9	<p>Teoría Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
10	<p>Teoría Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>En esta semana se hace trabajo en aula Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p>En esta semana se hace trabajo en aula TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00</p>
11	<p>Teoría Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
12	<p>Teoría Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Entrega de una memoria final de los resultados Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p>Entrega de una memoria final de los resultados TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
13	<p>Teoría Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>En esta semana se hace trabajo en aula</p>			<p>En esta semana se hace trabajo en aula TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00</p>

	Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación			
14	Teoría Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Presentación del trabajo en equipos PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 03:00
15				
16				
17				Examen global final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 02:30

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.

6. Actividades y criterios de evaluación

6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

6.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
6	En esta semana se hace trabajo en aula	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	10%	/ 10	CB07
10	En esta semana se hace trabajo en aula	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	20%	/ 10	CB07 (a)
12	Entrega de una memoria final de los resultados	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	20%	3 / 10	CB07 (a)
13	En esta semana se hace trabajo en aula	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	20%	/ 10	CB07 (a)
14	Presentación del trabajo en equipos	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	03:00	30%	3 / 10	CB07 (a)

6.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen global final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	100%	5 / 10	CB07 (a)

6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen global	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CB07 (a)

6.2. Criterios de evaluación

La evaluación progresiva se articula como sigue:

1. A lo largo del curso se realiza en el aula un trabajo individual con ayuda del profesor con un valor del 10%. Las fechas que aparecen en el cronograma son meramente ilustrativas y dependerán del desarrollo del temario.
2. También a lo largo del curso se realizan en el aula dos trabajos (individuales) prácticos de ordenador con un valor del 20 % cada uno. Las fechas que aparecen en el cronograma son meramente ilustrativas y dependerán del desarrollo del temario.
3. Trabajo en equipos (o individual) en un problema aplicado, con una entrega de los resultados en la semana 12 con un valor del 20%. Será necesaria una nota mínima de 3/10 en esta parte para aprobar la evaluación progresiva. La nota podría ser diferente para cada uno de los miembros del equipo.
4. Presentación de los proyectos en equipos (o individual): 30 % que incluirá la entrega de una memoria final de los resultados. Será necesaria una nota mínima de 3/10 en esta parte para aprobar la evaluación progresiva. La nota podría ser diferente para cada uno de los miembros del equipo.

La evaluación global, tanto en convocatoria ordinaria como extraordinaria, consistirá en:

Un examen escrito con una parte teórica y una parte práctica, con un valor del 100 % que se celebrará en la fecha establecida por la Subdirección de Ordenación Académica. Será necesaria una nota mínima de 5/10 en esta parte para aprobar.

IMPORTANTE: Esta asignatura se impartirá en inglés

7. Recursos didácticos

7.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Arrowsmith, D.K. and Place C.M. An Introduction to Dynamical Systems, Cambridge University Press (1990)	Bibliografía	
Strogatz, S.H. Nonlinear Dynamics and Chaos: With Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering, CRC Press (2018)	Bibliografía	
Jordan, D.W. and Smith, P. Nonlinear Ordinary Differential Equations, Clarendon Press, Oxford (1989)	Bibliografía	
Perko, L. Differential equations and dynamical systems, Springer (2001).	Bibliografía	
Chicone C. Ordinary differential equations with applications, Springer (2006)	Bibliografía	
Elaydi, S. An Introduction to Difference Equations, Springer (2005)	Bibliografía	
Wiggins, S. Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos, Springer, ISBN: 9781475740677 (1990)	Bibliografía	
Arnold, Graduate text in Mathematics, Mathematical Methods of Classical Mechanics, Springer, ISBN: 9781441930873, (1989)	Bibliografía	

<p>Lynch, S. Dynamical Systems with Applications using MATLAB, Birkhäuser Boston, ISBN: 9780817681562, (2013)</p>	<p>Bibliografía</p>	
<p>Epperson, J.F. An introduction to numerical methods and analysis, Wiley, ISBN: 9781118626238, (2013)</p>	<p>Bibliografía</p>	
<p>Skokos, C, Gottwald, G.A: and Laskar, J. Chaos Detection and Predictability, ISBN:9783662484104, (2016)</p>	<p>Bibliografía</p>	
<p>M. Agaoglou, B. Aguilar-Sanjuan, V. J. García Garrido, F. González-Montoya, M. Katsanikas, V. Krajčák, S. Naik, S. Wiggins, Lagrangian Descriptors: Discovery and Quantification of Phase Space Structure and Transport, DOI: 10.5281/zenodo.3958985, (2020)</p>	<p>Bibliografía</p>	
<p>Campbell, S.L. and Haberman, R. Introduction to Differential Equations with Dynamical Systems, Princeton University Press, ISBN: 9780691124742, (2018)</p>	<p>Bibliografía</p>	

8. Otra información

8.1. Otra información sobre la asignatura

IMPORTANTE: Esta asignatura se impartirá en **inglés**