



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería y Diseño  
Industrial

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**565005084 - Introduction To Chaos Applied To Systems, Processes And Products**

### PLAN DE ESTUDIOS

56DD - Grado Ingeniería En Diseño Industrial Y Desarrollo De Producto

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Segundo 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.....	5
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	13
9. Otra información.....	13

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	565005084 - Introduction To Chaos Applied To Systems, Processes And Products
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Octavo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Inglés/Castellano
<b>Titulación</b>	56DD - Grado Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto
<b>Centro responsable de la titulación</b>	56 - E.T.S. De Ingeniería Y Diseño Industrial
<b>Curso académico</b>	2025-26

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Alfonso Allen-Perkins Avendaño	A222-1	a.allen-perkins@upm.es	Sin horario.
Juan Carlos Bueno Sanchez (Coordinador/a)	A228	juancarlos.bueno@upm.es	Sin horario.

\* 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

- Informática
- Ampliación De Matemáticas

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

- Elementary usage of Matlab, Python and/or R
- Numerical methods in engineering

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

C.12.4. - Conocimiento introductorio a los sistemas dinámicos y sus soluciones estacionarias, sistemas dinámicos caóticos y su caracterización, así como detección del caos en series temporales. TIPO: Conocimientos o contenidos.

CE1 - Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: Álgebra lineal, Cálculo diferencial e integral y ecuaciones diferenciales. Nivel: Aplicación TIPO: Competencias.

CE10 - Conocimiento y utilización de los principios de teoría de circuitos y máquinas eléctricas. Nivel: Conocimiento TIPO: Competencias

CE11 - Conocimientos de los fundamentos de la electrónica. Nivel: Conocimiento TIPO: Competencias

CE15 - Conocimientos básicos de los sistemas de producción y fabricación. Nivel: Conocimiento TIPO: Competencias.

CE16 - Conocimientos básicos y aplicación de tecnologías medioambientales y sostenibilidad. Nivel: Conocimiento TIPO: Competencias

CE2 - Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería. Nivel: Aplicación TIPO: Competencias

CE24 - Conocimientos y capacidades para aplicar las técnicas relativas a la optimización del ciclo de vida del producto. Nivel: Conocimiento, análisis y aplicación. TIPO: Competencias

CE27 - Capacidad para realizar individualmente y presentar y defender ante un tribunal universitario un ejercicio consistente en un proyecto en el ámbito de las tecnologías específicas de la Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto, de naturaleza profesional, en el que se sintetizan e integran las competencias adquiridas en las enseñanzas. Nivel: Aplicación TIPO: Competencias

CE3 - Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería. Nivel: Aplicación TIPO: Competencias

CE4 - Capacidad para comprender y aplicar los principios de química general, química orgánica e inorgánica y sus aplicaciones en la ingeniería. Nivel: Aplicación TIPO: Competencias

CE8 - Conocimiento de la gestión y metodología del diseño. Técnicas de creatividad e innovación. Nivel: Conocimiento TIPO: Competencias

CG1 - Conocer y aplicar los conocimientos de ciencias y tecnologías básicas. Nivel: Conocimiento TIPO: Competencias

CG10 - Creatividad. Nivel: Síntesis TIPO: Competencias

CG2 - Poseer la capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas. Nivel: Aplicación TIPO: Competencias

CG3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas en contextos amplios, siendo capaces de integrar los trabajando en equipos multidisciplinares. Nivel: Análisis, Síntesis TIPO: Competencias

CG4 - Comprender el impacto de la ingeniería en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional y responsable. Nivel: Análisis, Síntesis TIPO: Competencias

CG5 - Comunicar conocimientos y conclusiones, de forma oral, escrita y gráfica, a públicos especializados y no especializados de modo claro y sin ambigüedades. Nivel: Análisis, Síntesis TIPO: Competencias

CG6 - Poseer las habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de toda la vida para un desarrollo profesional adecuado. Nivel: Aplicación TIPO: Competencias

CG7 - Incorporar las TIC y las tecnologías y herramientas de la Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto en sus actividades profesionales. Nivel: Aplicación TIPO: Competencias

CG8 - Capacidad de trabajar en un entorno bilingüe (inglés y castellano). Nivel: Aplicación TIPO: Competencias

CG9 - Organización y planificación de proyectos y equipos humanos. Trabajo en equipo y capacidad de liderazgo. Nivel: Aplicación TIPO: Competencias

H.13. - Práctica con técnicas aplicables y métodos para resolver problemas complejos, realizar proyectos complejos de ingeniería y llevar a cabo indagación, análisis y síntesis, considerando además sus limitaciones, en el ámbito propio de su especialidad. TIPO: Habilidades o destrezas.

H.14. - Aplicar los materiales, equipos y herramientas, tecnología y procesos de ingeniería y sus limitaciones del ámbito de su especialidad. TIPO: Habilidades o destrezas.

H.16. - Adquirir conciencia y asumir las implicaciones sociales, de salud y seguridad, ambientales, económicas e industriales de la práctica de la ingeniería. TIPO: Habilidades o destrezas.

H.7. - Analizar productos, procesos y sistemas complejos en su campo de estudio; elegir y aplicar de forma pertinente métodos analíticos, de cálculo y experimentales ya establecidos e interpretar correctamente resultados de dichos análisis. TIPO: Habilidades o destrezas.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA440 - Los resultados del aprendizaje correspondientes a esta asignatura han quedado definidos en el apartado de competencias de este documento, señalando los que corresponden a conocimientos, habilidades y competencias propiamente dichas.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

The course is about the Chaos Theory and it is an introduction to the properties of dynamical systems that can exhibit chaotic solutions for certain values taken by their parameters. The background of the bifurcation theory is studied, from which the transition to chaos can be understood. The content of the subject has a medium level in mathematics and uses small programs to illustrate the proposed examples. Some applications to science and engineering are widely studied.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Introduction to Chaos
  - 1.1. Topics on Dynamical Systems
  - 1.2. Chaos and randomness
2. Unidimensional Dynamical Systems
  - 2.1. Stationary solutions and their stability
  - 2.2. Discrete systems
  - 2.3. Applications
3. Bidimensional Dynamical Systems
  - 3.1. Stationary solutions and their stability
  - 3.2. Discrete systems
  - 3.3. Applications
4. Bifurcation Theory
  - 4.1. Bifurcations in unidimensional systems
  - 4.2. Bifurcations in bidimensional systems
  - 4.3. Bifurcations in discrete dynamical systems
5. Chaos in Dynamical Systems
  - 5.1. Definition and implications
  - 5.2. Nonlinearity and dimensionality
  - 5.3. The paradigm of chaos: Lorenz and the strange attractor

#### 5.4. Other examples of chaotic systems

### 6. Chaos from Time Series

#### 6.1. Some tools for detecting chaos in time series

#### 6.2. Attractor reconstruction from time series: Ruelle-Takens theory

#### 6.3. Examples

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>CLASSROOM LESSON</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>PRACTICES WITH THE COMPUTER</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
2	<b>CLASSROOM LESSON</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>PRACTICES WITH THE COMPUTER</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
3	<b>CLASSROOM LESSON</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>PRACTICES WITH THE COMPUTER</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
4	<b>CLASSROOM LESSON</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>PRACTICES WITH THE COMPUTER</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
5	<b>CLASSROOM LESSON</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>PRACTICES WITH THE COMPUTER</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
6	<b>CLASSROOM LESSON</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>PRACTICES WITH THE COMPUTER</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			

7	<p><b>CLASSROOM LESSON</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>PRACTICES WITH THE COMPUTER</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
8	<p><b>CLASSROOM LESSON</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>PRACTICES WITH THE COMPUTER</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
9	<p><b>CLASSROOM LESSON</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>PRACTICES WITH THE COMPUTER</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
10	<p><b>CLASSROOM LESSON</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>PRACTICES WITH THE COMPUTER</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
11	<p><b>Presentation and assignment of projects and tasks</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
12	<p><b>Presentation and assignment of projects and tasks</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
13	<p><b>Public defense of assigned projects</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	<p><b>Public defense of assigned projects</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>		<p><b>Public defense of the assigned project. Submission of the related documents and computer codes</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p>
14	<p><b>Public defense of assigned projects</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	<p><b>Presentation of assigned projects and related documents</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>		<p><b>Public defense of the assigned project. Submission of the related documents and computer codes</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p>
15				
16				
17	<p><b>Global examination</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	<p><b>Global examination</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>		<p><b>Public defense of the assigned project. Submission of the related documents and computer codes</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación Global Presencial Duración: 02:00</p>

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.

## 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
13	Public defense of the assigned project. Submission of the related documents and computer codes	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG2 CG3 CG5 CG6 CE3 CE16 C.12.4.
14	Public defense of the assigned project. Submission of the related documents and computer codes	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	02:00	%	5 / 10	CG2 CG3 CG5 CG6 CE3 CE16 C.12.4.

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Public defense of the assigned project. Submission of the related documents and computer codes	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG2 CG3 CG5 CG6 CE3 CE16 C.12.4.

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Public defense of the assigned project. Submission of the related documents and computer codes	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG2 CG3 CG5 CG6 CE3 CE16 C.12.4.

## 7.2. Criterios de evaluación

### PROGRESSIVE ASSESSMENT:

The assessment consists of three parts:

1) Public presentation and defense of the assigned work.

\* This involves a public presentation and defense in English of a recent research article selected and provided by the faculty. Reproduction of the fundamental results is required, and clarity in oral presentation, appropriate use of scientific language, and analysis and discussion of the results will be positively evaluated.

\* This component is mandatory, has a minimum grade of 4 out of 10 points, and constitutes 40% of the final grade.

2) Submission of the project report.

\* The report should be of appropriate length and written in English. Evaluation criteria will include the format used, presentation of information, written expression in English, analysis, and discussion of results, among other factors.

\* This component is mandatory, has a minimum grade of 4 out of 10 points, and constitutes 30% of the final grade.

3) Submission of computational codes.

\* The scripts and codes used to reproduce the results of the presented article must be deposited in a public repository (e.g., GitHub). Evaluation will consider the documentation of the repository (e.g., a clear project description and usage instructions in the README file), organization of contents/files (e.g., using different folders), and code clarity (e.g., commenting and documenting), among other aspects.

\* This component is mandatory, has a minimum grade of 4 out of 10 points, and constitutes 30% of the final grade.

The course is passed if, after meeting all the minimum requirements of the progressive assessment, the final score is equal to or greater than 5.

## REGULAR EXAMINATION

\* Students who fail the progressive assessment may take a comprehensive examination for the course during the regular examination period.

\* The examination will consist of the same parts as the progressive assessment, subject to the same requirements and weightings, with the final grade being calculated based on these weightings.

\* The three parts of the progressive assessment can be completed individually or in groups of up to two people.

\* The course is passed if the result of the examination is equal to or greater than 5.

## EXTRAORDINARY EXAMINATION

\* Students who fail the course during the regular examination period may take a comprehensive examination during the extraordinary examination period.

\* The examination will consist of the same parts as the progressive assessment, subject to the same requirements and weightings, with the final grade being calculated based on these weightings.

\* The three parts of the extraordinary examination assessment must be completed individually.

\* The course is passed if the result of the comprehensive extraordinary examination is equal to or greater than 5.

\* The course is passed if, after meeting all the minimum requirements of the progressive assessment, the final score is equal to or greater than 5.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
PERSONAL COMPUTER	Equipamiento	Resource located in the computer room.
BIBLIOGRAPHY	Bibliografía	1. Non linear dynamics and chaos. S Strogatz. Ed. Westview 1994. 2. Analysis of observed chaotic data, H.D.I. Abarbanel. Springer 1996. 3. Chaos, a program collection for the PC, H.J. Korsch, H.J. Jodl. Springer 1998.

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

- The subject aims at the development of the following skills:

H20: Comunicar eficazmente información, ideas, problemas y soluciones en el ámbito de ingeniería y con la sociedad en general

H23: Adquirir conocimientos ulteriores de forma autónoma

H3: Uso práctico para problemas ingenieriles y de diseño de los principios y técnicas informáticas, que permita adquirir otros resultados de aprendizaje, siendo conscientes del contexto multidisciplinar de la ingeniería.

H7: Analizar productos, procesos y sistemas complejos en su campo de estudio; elegir y aplicar de forma pertinente métodos analíticos, de cálculo y experimentales ya establecidos e interpretar correctamente resultados

de dichos análisis.

- The subject contributes to the Sustainable Development Objectives (ODS), in particular the ODS4 related to a quality education