

**ANX-PR/CL/001-02**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Sistemas dinamicos y caos

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2015-16 - Primer semestre

## Datos Descriptivos

---

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Sistemas dinamicos y caos
<b>Titulación</b>	10MI - Grado en Matematicas e Informatica
<b>Centro responsable de la titulación</b>	E.T.S. de Ingenieros Informaticos
<b>Semestre/s de impartición</b>	Séptimo semestre
<b>Materia</b>	Optatividad
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Código UPM</b>	105000140
<b>Nombre en inglés</b>	Dynamical Systems And Chaos

## Datos Generales

---

<b>Créditos</b>	6	<b>Curso</b>	4
<b>Curso Académico</b>	2015-16	<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano	<b>Otros idiomas de impartición</b>	

## Requisitos Previos Obligatorios

---

### Asignaturas Superadas

El plan de estudios Grado en Matematicas e Informatica no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Grado en Matematicas e Informatica no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

---

### Asignaturas Previas Recomendadas

El coordinador de la asignatura no ha definido asignaturas previas recomendadas.

### Otros Conocimientos Previos Recomendados

El coordinador de la asignatura no ha definido otros conocimientos previos recomendados.

## Competencias

---

CE25 - Conocer los campos de aplicación de las matemáticas y la informática, y tener una apreciación de la necesidad de poseer unos conocimientos técnicos profundos en ciertas áreas de aplicación; apreciación del grado de esta necesidad en, por lo menos, una situación.

CE26 - Conocimiento de los tipos apropiados de soluciones, y comprensión de la complejidad de los problemas informáticos y la viabilidad de su solución.

CE37 - Combinar la teoría y la práctica para realizar tareas informáticas.

CE38 - Capacidad de realizar búsquedas bibliográficas y de utilizar bases de datos y otras fuentes de información.

CE39 - Conocimiento de tecnologías punteras relevantes y su aplicación.

CE43 - Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo.

CG01 - Capacidad de resolución de problemas aplicando conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.

CG02 - Capacidad para el aprendizaje autónomo y la actualización de conocimientos, y reconocimiento de su necesidad en las áreas de la matemática y la informática.

CG04 - Capacidad de gestión de la información.

CG05 - Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.

CG06 - Capacidad para trabajar dentro de un equipo, organizando, planificando, tomando decisiones, negociando y resolviendo conflictos, relacionándose, y criticando y haciendo autocrítica.

CG08 - Capacidad de comunicarse de forma efectiva con los compañeros, usuarios (potenciales) y el público en general acerca de cuestiones reales y problemas relacionados con la especialización elegida.

CG10 - Capacidad para usar las tecnologías de la información y la comunicación.

## Resultados de Aprendizaje

---

RA120 - Dado un campo de aplicación de las matemáticas o de la informática, evaluar y diseñar la solución más apropiada para resolver alguno de sus problemas, exponiendo las dificultades técnicas y los límites de la aplicación.

RA121 - Dado un problema real elegir las herramientas matemáticas o la tecnología informática más apropiada para su solución y diseñar su desarrollo e integración, analizando la viabilidad de su solución.

RA123 - Conocer alguno de los campos situados en la frontera entre las matemáticas y la informática, que están en la base de nuevas tendencias y desarrollos.

RA122 - Desarrollar la solución matemática y algorítmica más apropiada a un problema matemático o informático que requiera un tratamiento especialmente complejo, analizando y exponiendo su viabilidad.

## Profesorado

---

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Jimenez Burillo, Salvador (Coordinador/a)	ETSIT A-124	s.jimenez@upm.es	El alumno debe contactar con el profesor.

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

## Descripción de la Asignatura

---

En la asignatura se estudian las propiedades generales de los sistemas dinámicos de tiempo continuo y de tiempo discreto. El estudio analítico se acompaña sistemáticamente de simulaciones mediante cálculo numérico por ordenador. Se presenta, además, una introducción a las bifurcaciones y al caos en los sistemas dinámicos y su caracterización.

## Temario

---

1. Introducción y conceptos básicos
  - 1.1. Definición de sistema dinámico
  - 1.2. Ecuaciones diferenciales, ecuaciones en diferencias y sistemas de ecuaciones.
  - 1.3. Ejemplos de modelos en tiempo continuo y discreto
  - 1.4. Problemas de valor inicial. Existencia y unicidad de soluciones
  - 1.5. Métodos de resolución de ciertos tipos de ecuaciones diferenciales, ecuaciones en diferencias y sistemas de ecuaciones.
2. Sistemas Dinámicos de tiempo continuo
  - 2.1. Trayectorias. Diagramas de fases.
  - 2.2. Sistemas lineales.
  - 2.3. Invariantes. Dominios de atracción.
  - 2.4. Puntos críticos, estabilidad y teoría de Lyapunov.
  - 2.5. Sistemas Hamiltonianos.
  - 2.6. Sistemas autónomos planos
  - 2.7. Aplicación de Poincaré
  - 2.8. Métodos numéricos de simulación
3. Sistemas dinámicos de tiempo discreto: analogías y diferencias con los sistemas de tiempo continuo
  - 3.1. Puentes entre ambos casos: la aplicación de Poincaré y los métodos numéricos para sistemas continuos como sistemas de tiempo discreto
  - 3.2. Sistemas lineales
  - 3.3. Invariantes. Dominios de atracción.
  - 3.4. Puntos fijos, estabilidad, ciclos.
  - 3.5. Sistemas conservativos
4. Temas avanzados: Elementos de bifurcaciones y de teoría del caos
  - 4.1. Estabilidad estructural y bifurcaciones
  - 4.2. Ejemplos de caos en sistemas continuos con dimensión mayor que 2
  - 4.3. Ejemplos de caos en sistemas discretos con dimensiones 1 y 2
  - 4.4. Caracterizaciones del caos: sensibilidad a las condiciones iniciales, exponentes de Lyapunov, atractores extraños

## Cronograma

**Horas totales:** 60 horas

**Horas presenciales:** 60 horas (38.5%)

**Peso total de actividades de evaluación continua:**  
100%

**Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:**  
100%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1	<b>Tema 1: presentación de la teoría y ejercicios</b> Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Estudio y/o resolución de ejercicios</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
Semana 2	<b>Tema 1: presentación de la teoría y ejercicios</b> Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Estudio y/o resolución de ejercicios</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega de ejercicios individuales y en grupo.</b> Duración: 00:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad presencial
Semana 3	<b>Tema 2: presentación de la teoría y ejercicios</b> Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Estudio y/o resolución de ejercicios</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
Semana 4	<b>Tema 2: presentación de la teoría y ejercicios</b> Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Estudio y/o resolución de ejercicios</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
Semana 5	<b>Tema 2: presentación de la teoría y ejercicios</b> Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Estudio y/o resolución de ejercicios</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
Semana 6	<b>Tema 2: presentación de la teoría y ejercicios</b> Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Estudio y/o resolución de ejercicios</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
Semana 7	<b>Tema 2: presentación de la teoría y ejercicios</b> Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Estudio y/o resolución de ejercicios</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega de ejercicios individuales y en grupo.</b> Duración: 00:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad presencial
Semana 8	<b>Tema 3: presentación de la teoría y ejercicios</b> Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Estudio y/o resolución de ejercicios</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
Semana 9	<b>Tema 3: presentación de la teoría y ejercicios</b> Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Estudio y/o resolución de ejercicios</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
Semana 10	<b>Tema 3: presentación de la teoría y ejercicios</b> Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Estudio y/o resolución de ejercicios</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

Semana 11	<b>Tema 3: presentación de la teoría y ejercicios</b> Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Estudio y/o resolución de ejercicios</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
Semana 12	<b>Tema 3: presentación de la teoría y ejercicios</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas <b>Tema 4: presentación de la teoría y ejercicios</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Estudio y/o resolución de ejercicios</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega de ejercicios individuales y en grupo.</b> Duración: 00:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad presencial
Semana 13	<b>Tema 4: presentación de la teoría y ejercicios</b> Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Estudio y/o resolución de ejercicios</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
Semana 14	<b>Tema 4: presentación de la teoría y ejercicios</b> Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Estudio y/o resolución de ejercicios</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
Semana 15	<b>Tema 4: presentación de la teoría y ejercicios</b> Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Estudio y/o resolución de ejercicios</b> Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega de ejercicios individuales y en grupo.</b> Duración: 00:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad presencial
Semana 16				
Semana 17				<b>Examen final: para quienes hayan optado a sólo examen final y para quienes hayan suspendido la evaluación continua</b> Duración: 03:00 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación sólo prueba final Actividad presencial

**Nota.-** El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

**Nota 2.-** Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

## Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
2	Entrega de ejercicios individuales y en grupo.	00:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Sí	15%	5 / 10	CG05, CG08, CG10, CG01, CE25, CG02, CG04, CE26, CE37, CE38, CE39, CE43, CG06
7	Entrega de ejercicios individuales y en grupo.	00:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Sí	30%	5 / 10	CG05, CE25, CE26, CE37, CE38, CE39, CE43, CG01, CG02, CG04, CG06, CG08, CG10
12	Entrega de ejercicios individuales y en grupo.	00:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Sí	30%	5 / 10	CE25, CE26, CE37, CE38, CE39, CE43, CG01, CG02, CG04, CG05, CG10, CG06, CG08
15	Entrega de ejercicios individuales y en grupo.	00:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Sí	25%	5 / 10	CE38, CE25, CE26, CE37, CE39, CE43, CG01, CG02, CG04, CG05, CG06, CG08, CG10
17	Examen final: para quienes hayan optado a sólo examen final y para quienes hayan suspendido la evaluación continua	03:00	Evaluación sólo prueba final	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí	100%	5 / 10	CG02, CG04, CG05, CG06, CG08, CG10, CG01, CE25, CE26, CE37, CE38, CE39, CE43

## Criterios de Evaluación

Las competencias evaluadas son TODAS en TODAS las pruebas. La competencia CG06 se evalúa de manera especial en el examen final por ser éste individual.

Las pruebas serán trabajo en grupo o individual según el número de alumnos matriculados. Además, alguno de los trabajos tiene una parte que realizar en grupo y otra de forma individual. El profesor especificará todo ello al comienzo de cada curso y en cada prueba.

El examen final será siempre individual.

Criterios de evaluación: se valorarán positivamente

- la buena realización, exposición, consecución razonada y completitud de las demostraciones o análisis pedidos.
- el buen uso de todas las herramientas informáticas.
- la presentación adecuada de los resultados.
- la adecuación de los trabajos a las especificaciones dadas en los enunciados



## Recursos Didácticos

Descripción	Tipo	Observaciones
C. Fernández, F. J. Vázquez y J. M. Vegas. Ecuaciones Diferenciales y en Diferencias. Sistemas Dinámicos. Thomson, 2003.	Bibliografía	
M.W. Hirsch, S. Smale. Ecuaciones diferenciales, sistemas dinámicos y álgebra lineal . Alianza, 1983	Bibliografía	
M.A. Martín, M. Morán, M. Reyes. Iniciación al caos : sistemas dinámicos. Madrid : Sintesis, 1995	Bibliografía	
A. Giraldo, M. A. Sastre. Sistemas dinámicos discretos y caos : teoría, ejemplos y algoritmos. Fundación General de la U.P.M., 2004	Bibliografía	
J. Hale, H. Koçak. Dynamics and Bifurcations. Springer, 1991.	Bibliografía	
L. Perko. Differential Equations and Dynamical Systems. Springer, 2001.	Bibliografía	
Robinson, R. Clark An introduction to dynamical systems: continuous and discrete, American Mathematical Association, cop. 2012	Bibliografía	
L. Vázquez, S. Jiménez, C. Aguirre, P.J. Pascual. Métodos numéricos para la Física y la Ingeniería. McGrawHill, 2009.	Bibliografía	
Apuntes del profesor	Otros	Guiones/Apuntes de los 4 temas. Disponible en la página Moodle
Programas de apoyo en C	Otros	Para efectuar cálculos numéricos y simulaciones. Disponible en la página Moodle
Programas de apoyo en Matlab	Otros	Para cálculos numéricos y simulaciones. Disponible en la página Moodle
Programas de apoyo en Maple	Otros	Para cálculos analíticos. Disponible en la página Moodle
Programas de apoyo Gnuplot	Otros	Para gráficas. Disponible en la página Moodle
Ejemplos e ilustraciones	Otros	Diversos ejemplos e ilustraciones de sistemas dinámicos. Disponible en la página Moodle
Enunciados de los ejercicios de entrega	Otros	Disponible en la página Moodle

## Otra Información

Las sesiones en el aula corresponden a exposición por parte del profesor de los aspectos teóricos, presentación de las aplicaciones, desarrollo mediante el ordenador de los ejercicios y ejemplos tanto por parte del profesor como por parte de los alumnos. Los métodos de enseñanza empleados corresponden a:

1- Clases Teóricas:

Método expositivo, Lección magistral

2-Estudio y trabajo autónomo individual:

Realizado por el alumno a partir de la documentación de la asignatura, incluye la implementación de algoritmos en un lenguaje de programación para efectuar simulaciones numéricas.

3-Clases prácticas:

Método expositivo (directrices para realización de ejercicios). Realización individual de ejercicios bajo la supervisión del profesor. Resolución de ejercicios y de problemas y control de simulaciones numéricas.

4- Tutorías Individuales y en grupo. Consultas a través de las páginas web de la asignatura (Moodle, etc.)

5- Estudio y trabajo en grupo: Realizado por los alumnos a partir de la documentación de la asignatura, incluye la implementación de algoritmos en un lenguaje de programación para efectuar simulaciones numéricas.

6-Prácticas individuales o en grupo: Realizadas en el aula sobre ejercicios propuestos, o fuera de ella a partir de la documentación de la asignatura.

7- Proyectos:

Entrega de ejercicios realizados para la evaluación de la asignatura

Se supone que en paralelo a las sesiones en el aula cada alumno efectúa fuera del aula un trabajo individual de: 8 horas para el tema 1, 20 horas para el tema 2, 20 horas para el tema 3, y 16 horas para el tema 4. Asimismo, se supone que cada alumno efectúa fuera del aula un trabajo en grupo de: 5 horas para el tema 1, 13 horas para el tema 2, 10 horas para el tema 3 y 8 horas para el tema 4.