



**POLITÉCNICA**

## Guía de Aprendizaje – Información al estudiante

### Datos Descriptivos

<b>ASIGNATURA:</b>	<b>Sistemas Dinámicos y Caos</b>
<b>MATERIA:</b>	<b>OPTATIVIDAD</b>
<b>CRÉDITOS EUROPEOS:</b>	<b>6</b>
<b>CARÁCTER:</b>	<b>Optativa</b>
<b>TITULACIÓN:</b>	<b>Grado en Matemáticas e Informática</b>
<b>CURSO/SEMESTRE</b>	<b>Curso 4º / Semestre 1º</b>
<b>ESPECIALIDAD:</b>	<b>No aplica</b>

<b>CURSO ACADÉMICO</b>	<b>2013/2014</b>		
<b>PERIODO IMPARTICION</b>	<b>Septiembre- Enero</b>	<b>Febrero - Junio</b>	
	<b>X</b>		
<b>IDIOMA IMPARTICIÓN</b>	<b>Sólo castellano</b>	<b>Sólo inglés</b>	<b>Ambos</b>
	<b>X</b>		

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Matemática Aplicada a las TT.II., E.T.S.I. Telecomunicación	
<b>PROFESORADO</b>		
<b>NOMBRE Y APELLIDO</b> (C = Coordinador)	<b>DTO-Centro</b>	<b>Correo electrónico</b>
Ángela Castillo López	DMA-ETSIT	<a href="mailto:angela.castillo@upm.es">angela.castillo@upm.es</a>
Salvador Jiménez Burillo (C)	DMA-ETSIT	<a href="mailto:s.jimenez@upm.es">s.jimenez@upm.es</a>
Pedro José Zufiria Zatarain	DMA-ETSIT	<a href="mailto:pedro.zufiria@upm.es">pedro.zufiria@upm.es</a>

<b>CONOCIMIENTOS PREVIOS REQUERIDOS PARA PODER SEGUIR CON NORMALIDAD LA ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURAS SUPERADAS</b>	Haber completado tercer curso
<b>OTROS RESULTADOS DE APRENDIZAJE NECESARIOS</b>	

## **Objetivos de Aprendizaje**

<b>COMPETENCIAS Y NIVEL ASIGNADAS A LA ASIGNATURA</b>		
<b>Código</b>	<b>COMPETENCIA</b>	<b>NIVEL</b>
CE-25	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.	3
CE-26	Conocimiento de los tipos apropiados de soluciones, y comprensión de la complejidad de los problemas informáticos y la viabilidad de su solución.	3
CE-37	Combinar la teoría y la práctica para realizar tareas informáticas.	3
CE-38	Capacidad de realizar búsquedas bibliográficas y de utilizar bases de datos y otras fuentes de información	3
CE-39	Conocimiento de tecnologías punteras relevantes y su aplicación.	3
CE-43	Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo.	3
CG-01	Capacidad de resolución de problemas aplicando conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.	3
CG-02	Capacidad para el aprendizaje autónomo y la actualización de conocimientos, y reconocimiento de su necesidad en las áreas de la matemática y la informática.	3
CG-03	Saber trabajar en situaciones carentes de información y bajo presión, teniendo nuevas ideas, siendo creativo.	3
CG-04	Capacidad de gestión de la información.	3
CG-05	Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.	3
CG-06	Capacidad para trabajar dentro de un equipo, organizando, planificando, tomando decisiones, negociando y resolviendo conflictos, relacionándose, y criticando y haciendo autocrítica	3
CG-08	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.	3
CG-10	Capacidad para usar las tecnologías de la información y la comunicación.	3

Código	RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA
RA1.	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.
RA2.	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.
RA3.	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.
RA4.	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.

# Contenidos y Actividades de Aprendizaje

<b>CONTENIDOS ESPECÍFICOS (TEMARIO)</b>		
<b>TEMA / CAPITULO</b>	<b>APARTADO</b>	<b>Indicadores Relacionados</b>
<b>1. Introducción y conceptos básicos</b>	1.1. Definición de sistema dinámico	I01
	1.2. Ecuaciones diferenciales, ecuaciones en diferencias y sistemas de ecuaciones.	I01
	1.3. Ejemplos de modelos en tiempo continuo y discreto	I01
	1.4. Problemas de valor inicial. Existencia y unicidad de soluciones	I02
	1.5. Métodos de resolución de ciertos tipos de ecuaciones diferenciales, ecuaciones en diferencias y sistemas de ecuaciones.	I03
<b>2. Sistemas Dinámicos de tiempo continuo</b>	2.1. Trayectorias. Diagramas de fases.	I01
	2.2. Sistemas lineales.	I03, I04
	2.3. Invariantes. Dominios de atracción.	I04
	2.4. Puntos críticos, estabilidad y teoría de Lyapunov.	I04
	2.5. Métodos de Cell Mapping para calcular dominios de atracción.	I04
	2.6. Sistemas Hamiltonianos.	I05
	2.7. Sistemas autónomos planos: teoría de Poincaré-Bendixon, Esfera de Poincaré y puntos del infinito. Ciclos límite y su estabilidad.	I06
	2.8. Aplicación de Poincaré	I06, I04
	2.9. Métodos numéricos de simulación	I07
<b>3. Sistemas dinámicos de tiempo discreto: analogías y diferencias con los sistemas de tiempo continuo</b>	3.1. Puentes entre ambos casos: la aplicación de Poincaré y los métodos numéricos para sistemas continuos como sistemas de tiempo discreto	I08
	3.2. Sistemas lineales	I08, I09
	3.3. Invariantes. Dominios de atracción.	I09
	3.4. Puntos fijos, estabilidad, ciclos.	I09
	3.5. Aplicaciones simplécticas como contrapartida de sistemas Hamiltonianos continuos.	I08, I09
<b>4. Temas avanzados: Elementos de bifurcaciones y de teoría del caos</b>	4.1. Estabilidad estructural y bifurcaciones	I10
	4.2. Ejemplos de caos en sistemas continuos con dimensión mayor que 2	I11
	4.3. Ejemplos de caos en sistemas discretos con dimensiones 1 y 2	I11
	4.4. Caracterizaciones del caos: sensibilidad a las condiciones iniciales, exponentes de Lyapunov, atractores extraños	I11



**BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES ORGANIZATIVAS  
UTILIZADAS Y METODOS DE ENSEÑANZA EMPLEADOS**

<b>Clases Teóricas</b>	Método expositivo Lección magistral
<b>Estudio y trabajo autónomo individual</b>	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.
<b>Clases prácticas</b>	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.
<b>Tutorías</b>	Individuales y en grupo. Consultas a través de las páginas web de la asignatura (Moodle, etc.)
<b>Estudio y trabajo en grupo</b>	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.
<b>Prácticas individuales o en grupo</b>	Realizadas en el aula sobre ejercicios propuestos, o fuera de ella a partir de la documentación de la asignatura.
<b>Proyectos</b>	Realizados para la evaluación de la asignatura

<b>RECURSOS DIDÁCTICOS</b>	
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	C. Fernández, F. J. Vázquez y J. M. Vegas. Ecuaciones Diferenciales y en Diferencias. Sistemas Dinámicos. Thomson, 2003.
	M.W. Hirsch, S. Smale. Ecuaciones diferenciales, sistemas dinámicos y álgebra lineal . Alianza, 1983
	M.A. Martín, M. Morán, M. Reyes. Iniciación al caos : sistemas dinámicos. Madrid : Sintesis, 1995
	A. Giraldo, M. A. Sastre. Sistemas dinámicos discretos y caos : teoría, ejemplos y algoritmos. Fundación General de la U.P.M., 2004
	J. Hale, H. Koçak. Dynamics and Bifurcations. Springer, 1991.
	L. Perko. Differential Equations and Dynamical Systems. Springer, 2001.
	L. Vázquez, S. Jiménez, C. Aguirre, P.J. Pascual. Métodos numéricos para la Física y la Ingeniería. McGrawHill, 2009.
<b>RECURSOS WEB</b>	Página Moodle de la asignatura
	Otros

## Cronograma de trabajo de la asignatura

Semana	Actividades Aula	Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades Evaluación	Otros
1 y 2	Tema 1: presentación de la teoría y ejercicios (8 horas).		Estudio y/o resolución de ejercicios (8 horas).	Resolución de ejercicios (5 horas)	Entrega de ejercicios.	
3, 4, 5, 6 y 7	Tema 2: presentación de la teoría y ejercicios (20 horas).		Estudio y/o resolución de ejercicios (20 horas)	Resolución de ejercicios (13 horas)	Entrega de ejercicios y de simulaciones	
8, 9, 10 y 11	Tema 3: presentación de la teoría y ejercicios (16 horas).		Estudio y/o resolución de ejercicios (18 horas)	Resolución de ejercicios (9 horas)		
12	Final del tema 3 (2 horas) y comienzo del tema 4: presentación de la teoría y ejercicios (2 horas).		Estudio y/o resolución de ejercicios (5 horas)	Resolución de ejercicios (2 horas)	Entrega de ejercicios y de simulaciones	
13, 14 y 15	continuación del tema 4: presentación de la teoría y ejercicios (12 horas).		Estudio y/o resolución de ejercicios (13 horas)	Resolución de ejercicios (7 horas)	Entrega de ejercicios y de simulaciones	

**En total 160 horas:** 60 presenciales y 100 de trabajo del alumno

## Sistema de evaluación de la asignatura

<b>EVALUACION</b>		
<b>Ref</b>	<b>INDICADOR DE LOGRO</b>	<b>Relacionado con RA:</b>
I.01	Comprender los elementos básicos de modelado de sistemas mediante ecuaciones.	RA1, RA2
I.02	Establecer la existencia y unicidad de soluciones para un problema de valor inicial, tanto en diferencias como diferencial.	RA1, RA2
I.03	Resolver los problemas de valor inicial más sencillos: ecuaciones o sistemas lineales con coeficientes constantes.	RA1, RA2
I.04	Obtener los puntos críticos/fijos de un sistema y determinar su estabilidad.	RA1, RA2, RA3
I.05	Saber identificar un sistema dinámico Hamiltoniano y sus propiedades básicas.	RA1, RA2, RA3
I.06	Conocer la teoría para sistemas planos y ser capaz de determinar el comportamiento cualitativo de todas las zonas del plano de fases.	RA1, RA2, RA3
I.07	Conocer diferentes métodos para simular un sistema dinámico de tiempo continuo y saber implementarlos en algún lenguaje de programación.	RA1, RA2, RA3, RA4
I.08	Comprender las analogías y las diferencias entre los sistemas dinámicos con tiempo continuo y con tiempo discreto.	RA1, RA2, RA3
I.09	Determinar los puntos fijos y su estabilidad para un sistema dinámico con tiempo discreto.	RA1, RA2, RA3
I.10	Saber analizar las bifurcaciones más características de un sistema dinámico con parámetros.	RA1, RA2, RA3, RA4
I.11	Conocer la fenomenología básica de las soluciones caóticas y las herramientas básicas para su estudio.	RA1, RA2, RA3, RA4

<b>EVALUACION SUMATIVA</b>			
<b>BREVE DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES EVALUABLES</b>	<b>MOMENTO</b>	<b>LUGAR</b>	<b>PESO EN LA CALIFICACIÓN</b>
Entrega personal de ejercicios y trabajos resueltos	Semana 2	Aula	15%
Entrega personal de ejercicios y trabajos resueltos o proyectos	Semana 7	Aula	30%
Entrega personal de ejercicios y trabajos resueltos o proyectos	Semana 12	Aula	30%
Entrega personal de ejercicios y trabajos resueltos o proyectos	Semana 15	Aula	25%

## CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

### Convocatoria ordinaria

- **Sistema general de evaluación continua**

Las actividades evaluables son las especificadas en la tabla del apartado anterior (evaluación sumativa), cada una de ellas puntuable de 0 a 10. La nota de la asignatura se calcula según los pesos fijados en dicha tabla, y se considera aprobada la asignatura cuando se obtiene una nota mayor o igual que 5 sobre 10.

- **Sistema de evaluación mediante *sólo prueba final***

El alumno que desee seguir el sistema de evaluación mediante *sólo prueba final*, deberá comunicarlo de la manera establecida.

Este sistema de evaluación mediante sólo prueba final, consistirá en la realización de una prueba de respuesta larga (desarrollo) que abarcará el temario completo de la asignatura, incluyendo simulaciones con ordenador de algún sistema dinámico.

Se considera aprobada la asignatura cuando se obtiene una nota mayor o igual que 5 sobre 10.

### Convocatoria extraordinaria de julio

Consistirá en la realización de prueba de respuesta larga (desarrollo) que abarcará el temario completo de la asignatura, incluyendo simulaciones con ordenador de algún sistema dinámico.

Se considera aprobada la asignatura cuando se obtiene una nota mayor o igual que 5 sobre 10.