



Universidad  
de Alcalá

# GUÍA DOCENTE

## ECUACIONES DIFERENCIALES Y MÉTODOS NUMÉRICOS

**Grado en Ingeniería en  
Tecnologías de la Telecomunicación  
Universidad de Alcalá**

**Curso Académico 2018/19**  
**Curso 2º – Cuatrimestre 2º**

## GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	<b>Ecuaciones Diferenciales y Métodos Numéricos.</b>
Código:	<b>350017</b>
Titulación en la que se imparte:	<b>Grado en Ingeniería en Tecnologías de la Telecomunicación</b>
Departamento y Área de Conocimiento:	<b>Física y Matemáticas Matemática Aplicada</b>
Carácter:	<b>Obligatorio</b>
Créditos ECTS:	<b>6</b>
Curso y cuatrimestre:	<b>Curso 2º y cuatrimestre 2º</b>
Profesorado:	<b>A determinar</b>
Horario de Tutoría:	<b>El horario de Tutorías se indicará el primer día de clase</b>
Idioma en el que se imparte:	<b>Español</b>

### 1.a PRESENTACIÓN

Esta asignatura representa un primer curso de ecuaciones diferenciales ordinarias junto con una introducción a las ecuaciones en derivadas parciales incluyendo los métodos numéricos para resolverlas.

Las ecuaciones diferenciales surgen de forma natural como modelos en numerosas áreas de ciencia, ingeniería, economía y muchos otros temas. Los sistemas físicos, biológicos o económicos están representados por el cambio y las ecuaciones diferenciales son los modelos matemáticos que describen como cambian estos sistemas en el mundo real. Esto hace que los conocimientos básicos de la teoría de las ecuaciones diferenciales así como de algunas de sus aplicaciones sean de adquisición obligatoria en la formación de un ingeniero.

La asignatura presentará los conceptos básicos y los resultados teóricos fundamentales acompañados de aplicaciones que tengan su interpretación en sistemas reales. En la resolución y estudio de sistemas se utilizarán tanto técnicas analíticas como numéricas, con apoyo informático donde sea necesario.

#### Prerrequisitos y Recomendaciones

Los conocimientos previos básicos para cursar esta asignatura están cubiertos completamente por las asignaturas de Cálculo I, Cálculo II y Álgebra Lineal del primer curso de este grado.

## 1.b PRESENTATION

Differential Equations and Numerical Methods is a compulsory 6 ECTS course included in the second semester - second year of the Engineering Degree on Telecommunication Technologies. The main objectives of this course are to study the basic concepts and applications of ordinary differential equations (ODE) and to introduce the classical problems of partial differential equations (PDE) of second order. The previous courses of Calculus I, Calculus II and Linear Algebra constitute the grounds for this course. The main items covered are the following: Solutions of first order ODE, initial value problems, linear equations, qualitative analysis of autonomous equations, numerical methods, second order linear ODE, systems of ODE, stability of equilibrium points, and the method of separation of variables and Fourier series to study linear PDE problems.

## 2. COMPETENCIAS

### Competencias genéricas:

Esta asignatura contribuye a adquirir las siguientes competencias genéricas definidas en el apartado 3 del Anexo de la Orden CIN/352/2009:

**TR2:** Conocimiento de materias básicas y tecnologías, que le capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

**TR4:** Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planificación de tareas y otros trabajos análogos en su ámbito específico de la telecomunicación.

### Competencias de carácter profesional:

Esta asignatura contribuye a adquirir las siguientes competencias de carácter profesional, definidas en el Apartado 5 del Anexo de la Orden CIN/351/2009:

**CB1:** Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.

### Resultados del Aprendizaje

**RA1.** Aplicar los conocimientos adquiridos en la resolución de problemas matemáticos.

**RA2.** Estudiar las soluciones de una ecuación o de un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias mediante métodos gráficos, analíticos y cualitativos.

**RA3.** Identificar las ecuaciones y sistemas lineales y conocer la estructura de sus soluciones.

**RA4.** Aproximar la solución de problemas de valor inicial para ecuaciones o sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias mediante diferentes métodos numéricos.

**RA5.** Estudiar sistemas reales mediante modelos en forma de ecuaciones diferenciales.

**RA6.** Conocer los problemas asociados a las ecuaciones en derivadas parciales de orden dos más importantes en la física y la ingeniería y resolverlos mediante el método de separación de variables.

**RA7.** Aproximar la solución de problemas básicos de ecuaciones en derivadas parciales mediante métodos en diferencias finitas.

### 3. CONTENIDOS

Bloques de contenido (se pueden especificar los temas si se considera necesario)	Total de clases, créditos u horas
Ecuaciones diferenciales ordinarias.	• 22 horas de clase
Sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias.	• 16 horas de clase
Ecuaciones en derivadas parciales.	• 10 horas de clase
Métodos numéricos.	• 8 horas de clase

### Cronograma

Sesión	Contenido de las sesiones teóricas
01 <sup>a</sup>	Ecuaciones diferenciales ordinarias (EDOs): ejemplos iniciales y otros modelos. Ecuación diferencial ordinaria y en derivadas parciales, orden. EDO de primer orden $x'=f(t,x)$ : autónoma y no autónoma, lineal y no lineal. Solución de una EDO: intervalo de existencia, solución general y solución particular. Soluciones de ecuaciones de la forma $x'=f(t)$ . Soluciones de ecuaciones lineales con coeficientes constantes. Problemas de valor inicial $x'=f(t,x)$ , $x(t_0)=x_0$ .
02 <sup>a</sup>	Teorema de existencia y unicidad. Interpretación geométrica de una EDO: campos de pendientes, método de las isoclinas. Ecuaciones autónomas: teoría cualitativa, equilibrios, monotonía y comportamiento asintótico de las soluciones, líneas de fase.
03 <sup>a</sup>	Ecuación logística: $P'=rP(1-P/K)$ . Ecuaciones autónomas: clasificación de equilibrios. Principio de linealización. Ecuaciones separables. Ecuaciones lineales: solución general y teorema de existencia y unicidad.
04 <sup>a</sup>	Ecuaciones lineales: teorema de estructura y principio de superposición. Modelos de un compartimento. Ecuaciones exactas. Factores integrantes. Cambios de variable.
05 <sup>a</sup>	Métodos numéricos de solución de EDO de primer orden. Método de Euler. Método de Taylor de segundo orden. Métodos de Runge-Kutta de segundo orden: Punto Medio y Euler modificado. Método de Runge-Kutta de cuarto orden.
06 <sup>a</sup>	EDO de orden superior. PVI para ecuaciones de segundo orden. EDO lineales de segundo orden: Teorema de existencia y unicidad. Estructura de

	las soluciones de EDO lineales de segundo orden. EDO lineales de segundo orden con coeficientes constantes: solución de la ecuación homogénea y método de coeficientes indeterminados. EDO lineales de segundo orden con coeficientes variables: reducción del orden.
07 <sup>a</sup>	Método de variación de los parámetros. Comportamiento a largo plazo de EDO lineales de segundo orden con coeficientes constantes. EDO lineales de orden n. Sistemas de EDO: primeros ejemplos.
08 <sup>a</sup>	Sistemas de EDO: primeros ejemplos, soluciones, PVI y teorema de existencia y unicidad. Equivalencia entre ecuaciones de orden superior y sistemas de primer orden. Métodos numéricos para sistemas: Euler y Runge-Kutta de 4 <sup>o</sup> orden. Sistemas autónomos planos: órbitas y diagrama de fases. Cálculo de las órbitas del sistema $x'=f(x,y)$ , $y'=g(x,y)$ a partir de la ecuación escalar $dy/dx=g(x,y)/f(x,y)$ . Campo de direcciones. Sistemas planos lineales con coeficientes constantes y homogéneos: equilibrios y órbitas en línea recta (soluciones exponenciales).
09 <sup>a</sup>	Solución general, diagrama de fases y comportamiento asintótico: 1. Autovalores reales y distintos, 2. Autovalores complejos, 3. Autovalor real doble. Sistemas lineales de EDO: Teorema de existencia y unicidad. Sistemas lineales homogéneos: sistemas fundamentales de soluciones y matrices fundamentales.
10 <sup>a</sup>	Sistemas lineales no homogéneos: Teorema de estructura y fórmula de variación de las constantes. Sistemas lineales homogéneos con coeficientes constantes $x'=Ax$ : Solución general en el caso de matriz A con base de autovectores; $e^{At}$ matriz fundamental del sistema.
11 <sup>a</sup>	Cálculo de $e^{At}$ mediante matrices componentes. Comportamiento asintótico de los sistemas lineales con coeficientes constantes. Criterio de Routh-Hurwitz. Linealización en un equilibrio de sistemas no lineales.
12 <sup>a</sup>	Introducción a las ecuaciones en derivadas parciales (EDP). EDP lineales de 2 <sup>o</sup> orden con dos variables independientes. Separación de variables. Problemas de valores en la frontera para ODE lineales de 2 <sup>o</sup> orden. Series de Fourier.
13 <sup>a</sup>	Ecuación del calor: separación de variables. Ecuación de ondas: separación de variables. Ecuación de Laplace: separación de variables.
14 <sup>a</sup>	Problemas no homogéneos. Métodos en diferencias finitas para la solución numérica de EDP: ecuación del calor y ecuación de ondas.

## 4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.-ACTIVIDADES FORMATIVAS

### 4.1. Distribución de créditos (especificar en horas)

Número de horas presenciales:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 28 horas de clase en gran grupo</li> <li>• 28 horas de clase en grupo reducido</li> <li>• 2 horas de evaluación</li> </ul>
Número de horas del trabajo	92 horas de trabajo

propio del estudiante:	
Total horas	150 horas

## 4.2. Estrategias metodológicas, materiales y recursos didácticos

Clases presenciales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 28 clases teóricas en gran grupo.</li> <li>• 28 clases prácticas en grupo reducido.</li> </ul>
Trabajo autónomos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecturas.</li> <li>• Realización de actividades: ejercicios y problemas.</li> <li>• Participación en el aula virtual.</li> </ul>
Tutorías individualizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atención personal a los estudiantes.</li> </ul>
Materiales y recursos didácticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plataforma de aula virtual.</li> <li>• Software libre.</li> </ul>

## 5. EVALUACIÓN: Procedimientos, criterios de evaluación y de calificación

Procedimientos de evaluación:

### 1. Convocatoria ordinaria:

**1.a. Evaluación continua.** Consistente en la realización de dos pruebas parciales, una a mitad del cuatrimestre y otra al final, y dos entregas de problemas. Existe la opción de recuperar la primera prueba al final del cuatrimestre.

**1.b. Evaluación final.** Consistente en la realización de un examen final.

De forma general los alumnos se acogerán a la evaluación continua. Solo aquellos alumnos a los que se les reconozca el derecho a la evaluación final podrán optar por ésta.

### 2. Convocatoria extraordinaria:

Consistente, tanto para los alumnos de evaluación continua como de evaluación final, en la realización de un examen final.

Criterios de Evaluación:

**CE1:** El alumno muestra su conocimiento y manejo de los métodos de estudio analítico, cualitativo y numérico de EDOs y sistemas de EDOs.

**CE2:** El alumno es capaz de modelar sistemas reales en forma de EDOs y sistemas de EDOs, y de interpretar los resultados de su estudio.

**CE3:** El alumno muestra su conocimiento y manejo de los métodos analíticos y numéricos de solución de problemas básicos de EDPs.

Instrumentos de Evaluación.

**Pruebas de evaluación parcial (PEPi).** Se realizarán dos pruebas escritas de evaluación parcial consistentes en la resolución de ejercicios y problemas.

**Entregas de problemas (EPi).** Se solicitará a cada alumno la entrega de problemas dos veces a lo largo del curso.

**Pruebas de examen final (PEF).** Consistente en la resolución de ejercicios y problemas.

Criterios de Calificación.

- Convocatoria ordinaria/evaluación continua:

En la convocatoria ordinaria/evaluación continua la relación entre los criterios, instrumentos y calificación es la siguiente.

TABLA-1				
Competencia	Resultado Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de Evaluación	Peso en la calificación
TR2, TR4 y CB1	RA1-RA4	CE1	PEP1	40%
TR2, TR4 y CB1	RA1-RA4	CE1	EP1	10%
TR2, TR4 y CB1	RA1 y RA5-RA7	CE2 y CE3	PEP2	40%
TR2, TR4 y CB1	RA1 y RA5-RA7	CE2 y CE3	EP2	10%

Un alumno se considera presentado si se presenta a las dos pruebas parciales.

- Convocatoria ordinaria/evaluación final:

TABLA-2				
Competencia	Resultado Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de Evaluación	Peso en la calificación
TR2, TR4 y CB1	RA1-RA7	CE1-CE3	PEF	100%

- Convocatoria extraordinaria:

El esquema y criterios coinciden con los expuestos en la tabla 2.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- *Ecuaciones diferenciales con problemas de valores en la frontera*, D.G. Zill y M.R. Cullen, Thomson Paraninfo, 7ª ed. 2009.
- *Ecuaciones diferenciales y sus aplicaciones*, M. Braun, Grupo Editorial Iberoamericano, 1990.
- *Ecuaciones diferenciales y problemas de valores en la frontera*, W.E. Boyce y R.C. DiPrima, Limusa Wiley, 5ª ed. 2010.
- *Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera*, R.K. Nagle, B.E. Saff y A.D. Snider, Pearson Education, 4ª ed. 2005.
- *Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera: cómputo y modelado*, C.H. Edwards y D.E. Penney, Pearson Education, 4ª ed. 2009.

- *Matemáticas Avanzadas para Ingeniería*, Vol. 1 y 2, E. Kreyszig, Editorial Limusa, 2003.