



CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Industriales

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**55000011 - Ecuaciones diferenciales**

### PLAN DE ESTUDIOS

05TI - Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2018/19 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	11
9. Otra información.....	12

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	55000011 - Ecuaciones diferenciales
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Basica
<b>Curso</b>	Segundo curso
<b>Semestre</b>	Tercer semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	05TI - Grado en ingeniería en tecnologías industriales
<b>Centro en el que se imparte</b>	05 - Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2018-19

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Manuel Mendoza De Haro	Matemáticas	manuel.mendoza@upm.es	V - 17:30 - 20:30
Gabriela Sansigre Vidal	Matemáticas	gabriela.sansigre@upm.es	M - 11:00 - 12:00 M - 15:00 - 17:30 J - 15:00 - 17:30
Pedro Galan Del Sastre	Matemáticas	pedro.galan@upm.es	X - 10:30 - 11:30 X - 12:30 - 13:30 X - 15:30 - 17:30 J - 10:30 - 11:30 J - 12:30 - 13:30

Eva Maria Sanchez Mañes (Coordinador/a)	Matemáticas	evamaria.sanchez@upm.es	J - 11:30 - 13:30 J - 14:30 - 15:30 V - 12:30 - 13:30 V - 14:30 - 16:30
Luis Jesus Fernandez De Las Heras	Matemáticas	luisjesus.fernandez@upm.es	J - 12:30 - 16:30 V - 12:30 - 14:30
Daniel Alberto Rivero Castillo	Matemáticas	daniel.rivero@upm.es	M - 12:00 - 14:00 X - 12:00 - 14:00 J - 12:00 - 14:00

\* 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

- Calculo I
- Algebra
- Calculo II

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

- Manejo elemental del cálculo con números complejos: exponenciales, representación gráfica.
- Conocimientos básicos de Física General: velocidad, aceleración, campos de fuerzas, etc.
- Técnicas elementales de Cálculo Infinitesimal: derivadas, regla de la cadena, cálculo de primitivas.
- Técnicas elementales de Álgebra Lineal: cálculo matricial, diagonalización, autovalores y autovectores.
- Técnicas del cálculo infinitesimal e integral con funciones de varias variables reales: diferenciación, integrales múltiples y curvilíneas.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE1 - 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; optimización.

CG1 - Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Ingeniería Industrial.

CG10 - Capacidad para generar nuevas ideas (Creatividad).

CG2 - Poseer capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos industriales, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas.

CG3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinarios.

CG5 - Saber comunicar los conocimientos y conclusiones, de forma oral, escrita y gráfica, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CG6 - Poseer habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de la vida para su adecuado desarrollo profesional.

CG7 - Incorporar nuevas tecnologías y herramientas de la Ingeniería Industrial en sus actividades profesionales.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA242 - Capacidad de abstracción y reconocimiento de conceptos generales en situaciones prácticas.

RA243 - Capacidad para formular y analizar modelos de procesos naturales. Capacidad de interpretar los resultados obtenidos y evaluar los modelos utilizados.

RA244 - Habilidad para aplicación de métodos analíticos a la resolución de problemas técnicos conocidos que han aparecido en otras materias.

RA232 - Proporciona un abanico muy diverso de herramientas para abordar el tratamiento de modelos de procesos naturales.

RA245 - Proporciona una panorámica muy amplia de modelos clásicos aplicados en muy diversos campos: mecánica, ecología teórica, economía, epidemiología, etc.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Los contenidos de esta asignatura se orientan especialmente al estudio de las ecuaciones diferenciales ordinarias junto con una introducción al método de separación de variables para la resolución de problemas de contorno y de valor inicial formulados en términos de ecuaciones en derivadas parciales.

El objetivo fundamental que se persigue en el desarrollo de esta asignatura es el de iniciar a los alumnos en procedimientos de modelado de procesos naturales (físicos, químicos, biológicos, etc.) proporcionando un panorama de técnicas lo más amplio posible, dirigido hacia las aplicaciones.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Métodos elementales de resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias.
  - 1.1. Definiciones sobre ecuaciones diferenciales ordinarias (E.D.O.)-- Problemas de valor inicial o de Cauchy.
  - 1.2. E.D.O. exactas.-- Función potencial.
  - 1.3. E.D.O. de variables separables.-- E.D.O. homogéneas.
  - 1.4. E.D.O. lineales de primer orden.-- E.D.O. de Bernoulli.
  - 1.5. Cambios de variable.-- Reducción del orden.
2. Sistemas diferenciales lineales de primer orden y coeficientes constantes.
  - 2.1. Sistemas de E.D.O. lineales de primer orden y coeficientes constantes.-- Escritura matricial  $X'=AX$ -- Problema de valor inicial.
  - 2.2. Matriz A diagonalizable en R y en C.-- Expresión de la solución general del sistema diferencial en términos de los autovalores y autovectores de la matriz A.
  - 2.3. Caso general: exponencial de una matriz.-- Métodos de cálculo.-- Expresión de la solución de un problema de valor inicial.
  - 2.4. Sistemas diferenciales no homogéneos.-- Fórmula de variación de las constantes.
  - 2.5. Espacios de fases de los sistemas diferenciales lineales en el plano.-- Clasificación: nodos, puertos, focos y centros.
  - 2.6. Algunos ejemplos de sistemas diferenciales lineales con coeficientes variables.
3. Ecuaciones diferenciales lineales de orden n con coeficientes constantes.
  - 3.1. E.D.O. lineales de orden n con coeficientes constantes.-- El sistema diferencial equivalente.-- Sistema fundamental de soluciones.-- Problema de valor inicial.
  - 3.2. Caso no homogéneo: métodos de variación de las constantes y de los coeficientes indeterminados.
  - 3.3. E.D.O. lineales de orden n y coeficientes variables.-- Reducción del orden.-- Ecuaciones de Euler
4. Sistemas diferenciales no lineales.
  - 4.1. Sistemas diferenciales no lineales autónomos.-- Existencia y unicidad de solución del problema de valor inicial.-- Prolongación de soluciones.
  - 4.2. Órbitas o trayectorias.-- Puntos de equilibrio.-- Espacio de fases y espacio de fases ampliado.
  - 4.3. Integrales primeras.
  - 4.4. Puntos de equilibrio estables, asintóticamente estables e inestables.-- Estabilidad de los puntos de

equilibrio por el método de linealización.-- Puntos de equilibrio hiperbólicos: sumideros y fuentes.-- Teorema de Hartman-Grobman.

4.5. Estabilidad por el método directo de Lyapunov.-- Funciones de Lyapunov.

4.6. Órbitas cerradas y ciclos límite.

4.7. Sistemas diferenciales planos.-- Teoremas de Poincaré y Poincaré-Bendixson.

4.8. Aplicaciones: sistemas mecánicos conservativos.--Teorema de conservación de la energía.

4.9. Modelos en Ecología: Modelo predador-presa de Lotka-Volterra.-- Especies en competición.-- Otros ejemplos: modelos en Electricidad, Economía, etc.

4.10. Nociones sobre los sistemas dinámicos dependientes de un parámetro.

5. Introducción a las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.-- Método de separación de variables.

5.1. Desarrollo en serie de Fourier trigonométrica de una función periódica.

5.2. Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales (E.D.P.) lineales de segundo orden y dos variables independientes.-- Ecuaciones de la Física Matemática: Ecuación de ondas, de Laplace y del calor.

5.3. Resolución de E.D.P. por el método de separación de variables.-- Problema de autovalores y autofunciones.-- Obtención de solución formal.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	Desarrollo teórico y práctico del Tema 1 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Desarrollo teórico y práctico del Tema 1 Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			Realización personal por los alumnos de ejercicios prácticos TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 01:00
3	Desarrollo teórico y práctico del Tema 2 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Realización personal por los alumnos de ejercicios prácticos TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 01:00
4	Desarrollo teórico y práctico del Tema 2 Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			Realización personal por los alumnos de ejercicios prácticos TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 01:00
5	Desarrollo teórico y práctico del Tema 2 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Realización personal por los alumnos de ejercicios prácticos TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 01:00
6	Desarrollo teórico y práctico del Tema 2 Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			Realización personal por los alumnos de ejercicios prácticos TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 01:00
7	Desarrollo teórico y práctico del Tema 3 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Realización de una prueba escrita individual EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:30  Realización personal por los alumnos de ejercicios prácticos TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 01:00
8	Desarrollo teórico y práctico del Tema 3 Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			Realización personal por los alumnos de ejercicios prácticos TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 01:00

9	<b>Desarrollo teórico y práctico del Tema 3</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Realización personal por los alumnos de ejercicios prácticos</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 01:00
10	<b>Desarrollo teórico y práctico del Tema 4</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	<b>Desarrollo teórico y práctico del Tema 4</b> Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
12	<b>Desarrollo teórico y práctico del Tema 4</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Realización de una prueba escrita individual</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:30
13	<b>Desarrollo teórico y práctico del Tema 5</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
14	<b>Desarrollo teórico y práctico del Tema 5</b> Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
15				
16				
17				<b>Realización de una prueba escrita global sobre el contenido de toda la asignatura</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:30  <b>Realización de una prueba escrita global sobre el contenido de toda la asignatura</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 02:30

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

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.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
2	Realización personal por los alumnos de ejercicios prácticos	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	1%	0 / 10	CE1 CG1 CG2 CG5 CG10 CG3 CG6 CG7
3	Realización personal por los alumnos de ejercicios prácticos	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	1%	0 / 10	CE1 CG1 CG2 CG5 CG10 CG3 CG6 CG7
4	Realización personal por los alumnos de ejercicios prácticos	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	1%	0 / 10	CE1 CG1 CG2 CG5 CG10 CG3 CG6 CG7
5	Realización personal por los alumnos de ejercicios prácticos	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	1%	0 / 10	CE1 CG1 CG2 CG5 CG10 CG3 CG6 CG7
6	Realización personal por los alumnos de ejercicios prácticos	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	1%	0 / 10	CE1 CG1 CG2 CG5 CG10 CG3 CG6

							CG7
7	Realización de una prueba escrita individual	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	16%	0 / 10	CE1
7	Realización personal por los alumnos de ejercicios prácticos	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	1%	0 / 10	CE1 CG1 CG2 CG5 CG10 CG3 CG6 CG7
8	Realización personal por los alumnos de ejercicios prácticos	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	1%	0 / 10	CE1 CG1 CG2 CG5 CG10 CG3 CG6 CG7
9	Realización personal por los alumnos de ejercicios prácticos	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	1%	0 / 10	CE1 CG1 CG2 CG5 CG10 CG3 CG6 CG7
12	Realización de una prueba escrita individual	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	16%	0 / 10	CE1
17	Realización de una prueba escrita global sobre el contenido de toda la asignatura	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	60%	2.5 / 10	CE1

### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Realización de una prueba escrita global sobre el contenido de toda la asignatura	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	100%	0 / 10	CE1 CG1 CG2 CG5 CG10 CG3 CG6 CG7

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

La evaluación continua consta de dos pruebas parciales escritas que se realizan a lo largo del curso, cuyo contenido se refiere a la materia explicada hasta el momento de su realización, con un peso del 16 por ciento asignado a cada una de ellas, más una prueba global escrita referida al contenido total de la asignatura con un peso asignado del 60 por ciento. El 8 por ciento restante se corresponde con trabajos realizados en clase bajo la supervisión del profesor.

Para superar la asignatura es requisito imprescindible obtener en la prueba global una calificación igual o superior a 2,5 puntos sobre 10.

La evaluación por examen final consta de un examen escrito global único referido al contenido total de la asignatura que se especifica en su temario.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Sistemas Dinámicos. Una introducción a través de ejercicios. Sección de Publicaciones de la E.T.S.I. Industriales de la U.P.M. Autores: E. Sánchez, J. González y J. Gutiérrez	Bibliografía	Es un libro escrito por los profesores de la asignatura, cuyo contenido se adapta a su programa. Es de orientación práctica.
Ecuaciones Diferenciales. Exámenes resueltos de Grado	Otros	Es una publicación que contiene todas las pruebas globales de Ecuaciones Diferenciales que se han propuesto desde la implantación de los estudios de Grado. Contiene la solución de dichas pruebas y se actualiza cada curso académico.

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

Las competencias CG1, CG2, CG3, CG7, CG10 exceden la capacidad docente de esta asignatura. Se solicitó su eliminación de las fichas de la asignatura en la fecha en que se procedió a la revisión por ANECA de la titulación. Las fichas revisadas y corregidas figuran en AulaWeb, pero esta modificación no ha sido incorporada a la plataforma Gauss.