



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros
Informaticos

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

105000117 - Ecuaciones Diferenciales

PLAN DE ESTUDIOS

10ML - Grado En Matematicas E Informática

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - 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.....	4
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	14
9. Otra información.....	16

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	105000117 - Ecuaciones Diferenciales
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Segundo curso
Semestre	Cuarto semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	10ML - Grado en Matematicas e Informática
Centro responsable de la titulación	10 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros Informaticos
Curso académico	2023-24

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Blanca Nieves Castro Gonzalez (Coordinador/a)	D.1316	nieves.castro.gonzalez@up m.es	Sin horario. Previa cita por correo electrónico.

* 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 Ii
- Calculo I
- Algebra Lineal
- Calculo Iii

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Matematicas e Informática no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE01 - Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Conocer demostraciones de teoremas clásicos. Comprender las definiciones de objetos matemáticos y ser capaz de plantear nuevas definiciones. Poder enunciar resultados y construir demostraciones, detectar errores en ellas o encontrar contraejemplos.

CE02 - Ser capaz de extraer de un objeto matemático aquellas propiedades fundamentales que lo caracterizan, distinguiéndolas de aquellas otras ocasionales compartidas con otros objetos matemáticos.

CE03 - Ser capaz de plantear modelos matemáticos para problemas reales, utilizando para resolverlos las herramientas necesarias, interpretando la solución en los mismos términos en que estaba planteado el problema.

CE04 - Comprender y ser capaz de encontrar soluciones a problemas matemáticos en diferentes áreas, utilizando para resolverlos las herramientas analíticas, numéricas o estadísticas disponibles.

CE05 - Utilizar herramientas informáticas (de cálculo simbólico, de análisis estadístico, de cálculo numérico, de visualización, etc.) para resolver problemas planteados en términos matemáticos, bien de forma experimental, bien de forma rigurosa.

CE09 - Capacidad de elegir y usar los métodos analíticos y de modelización relevantes, y de describir una solución de forma abstracta.

CE17 - Conocer la relación entre problemas reales y sus modelos matemáticos en términos de ecuaciones diferenciales y saber utilizar los conceptos y resultados clásicos de este campo. Comprender la necesidad de utilizar métodos numéricos y enfoques cualitativos para la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias.

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.

CG03 - Saber trabajar en situaciones carentes de información y bajo presión, teniendo nuevas ideas, siendo creativo.

CG04 - Capacidad de gestión de la información.

CG05 - Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.

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

4.2. Resultados del aprendizaje

RA177 - Conocer y comprender la teoría y las técnicas de resolución de ecuaciones diferenciales lineales de orden superior y de sistemas de ecuaciones diferenciales lineales.

RA178 - Adquirir familiaridad con los diagramas de fase de sistemas bidimensionales, el análisis de la estabilidad de soluciones y algunas técnicas de resolución numérica de ecuaciones diferenciales.

RA179 - Utilizar la transformada de Laplace y el método de desarrollos en serie de potencias en la resolución de ecuaciones diferenciales. Conocer algunos modelos de las ciencias y la ingeniería que se expresan en términos de ecuaciones diferenciales.

RA176 - Distinguir y conocer los tipos de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden y saber aplicar los métodos elementales de integración. Manejar resultados de existencia y unicidad de solución de un problema de valor inicial.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

En esta asignatura se abordan los conceptos, métodos de resolución y análisis cualitativo de las ecuaciones diferenciales de primer orden y las ecuaciones lineales de orden superior. Se tratan los métodos de resolución mediante series de potencias de ecuaciones diferenciales lineales de segundo orden. Posteriormente se expone la teoría de los sistemas de ecuaciones diferenciales lineales. En la resolución de los sistemas se aplican algunos conceptos de la teoría espectral de matrices y la función exponencial por medio de una matriz. Se estudian propiedades de las órbitas, los diagramas de fase, y la estabilidad de las soluciones. Se plantean modelos matemáticos y la resolución numérica de problemas de valor inicial. En la última parte del curso se estudia la transformada de Laplace.

5.2. Temario de la asignatura

1. Ecuaciones diferenciales de primer orden.
 - 1.1. Introducción a las ecuaciones diferenciales de primer orden.
 - 1.2. Ecuaciones lineales de primer orden.
 - 1.2.1. Ecuación de Bernoulli. Ecuación de Riccati.
 - 1.3. Ecuaciones de variables separables.
 - 1.3.1. Ecuaciones reducibles a separables.
 - 1.4. Ecuaciones diferenciales exactas y no exactas. Factor integrante.
 - 1.5. Modelos basados en ecuaciones diferenciales en ciencias e ingeniería.
 - 1.6. Problema de valor inicial. Existencia y unicidad de soluciones.
 - 1.7. Métodos cualitativos y métodos aproximados. Estabilidad.
2. Ecuaciones diferenciales lineales de orden superior.
 - 2.1. Definiciones y propiedades básicas. Problema de valores iniciales.
 - 2.2. Wronskiano. Identidad de Abel-Liouville.
 - 2.3. Método de reducción de orden.
 - 2.4. Método de variación de las constantes.
 - 2.5. Ecuaciones diferenciales lineales con coeficientes constantes.

- 2.5.1. Sistema fundamental de soluciones.
- 2.5.2. Método de los coeficientes indeterminados.
- 2.6. Ecuación de Cauchy-Euler.
- 2.7. Problemas de contorno.
- 2.8. Modelos basados en ecuaciones diferenciales lineales en ciencias e ingeniería.
- 3. Resolución mediante serie de potencias de ecuaciones diferenciales lineales de segundo orden.
 - 3.1. Soluciones en serie de potencias en torno de un punto ordinario.
 - 3.2. Soluciones en serie de potencias en torno de un punto singular regular. Teoría de Frobenius.
- 4. Sistemas de ecuaciones diferenciales.
 - 4.1. Definiciones y propiedades básicas.
 - 4.2. Sistemas diferenciales lineales.
 - 4.2.1. Matriz fundamental. Fórmula de Jacobi-Liouville.
 - 4.2.2. Método de variación de las constantes.
 - 4.3. Sistemas diferenciales lineales de coeficientes constantes.
 - 4.3.1. Función exponencial matricial. Propiedades.
 - 4.3.2. Método de coeficientes indeterminados.
 - 4.4. Modelos basados en sistemas diferenciales en ciencias e ingeniería.
- 5. Estabilidad de los sistemas de ecuaciones diferenciales.
 - 5.1. Conceptos básicos. Propiedades de las órbitas.
 - 5.2. Diagrama de fases de los sistemas diferenciales lineales.
 - 5.3. Criterios de estabilidad para los sistemas diferenciales lineales.
 - 5.4. Sistemas autónomos de ecuaciones diferenciales no lineales.
 - 5.4.1. Puntos críticos. Linealización y estabilidad local.
- 6. Transformada de Laplace.
 - 6.1. Definición. Transformadas elementales.
 - 6.2. Propiedades de la transformada.
 - 6.2.1. Teoremas de traslación.
 - 6.2.2. Transformadas de derivadas. Derivadas de transformadas. Transformada de integrales.
 - 6.2.3. Transformada de una función periódica.

6.3. La transformada inversa. Propiedades.

6.4. Convolución.

6.5. Aplicación a la resolución de ecuaciones y sistemas diferenciales y ecuaciones integrodiferenciales.

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p>Introducción y explicación de contenidos teóricos. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Resolución de ejercicios y problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
2	<p>Explicación y discusión de contenidos teóricos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Resolución de ejercicios y problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
3	<p>Explicación y discusión de contenidos teóricos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Resolución de ejercicios y problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
4	<p>Explicación y discusión de contenidos teóricos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Resolución de ejercicios y problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
5	<p>Explicación y discusión de contenidos teóricos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Resolución de ejercicios y problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Práctica I Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
6	<p>Explicación y discusión de contenidos teóricos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Resolución de ejercicios y problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Prueba de evaluación progresiva Memoria del trabajo "Práctica I" OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:00</p>

7	<p>Explicación y discusión de contenidos teóricos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Resolución de ejercicios y problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
8	<p>Explicación y discusión de contenidos teóricos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Resolución de ejercicios y problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Prueba de evaluación progresiva Examen escrito abierto Parcial I EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>
9	<p>Explicación y discusión de contenidos teóricos Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Resolución de ejercicios y problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
10	<p>Explicación y discusión de contenidos teóricos Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Resolución de ejercicios y problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
11	<p>Explicación y discusión de contenidos teóricos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Resolución de ejercicios y problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
12	<p>Explicación y discusión de contenidos teóricos Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Resolución de ejercicios y problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
13	<p>Explicación y discusión de contenidos teóricos Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Resolución de ejercicios y problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			

14	Explicación y discusión de contenidos teóricos Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Resolución de ejercicios y problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
15	Explicación y discusión de contenidos teóricos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Resolución de ejercicios y problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
16				Prueba de evaluación progresiva Examen escrito abierto Parcial 2 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00 Prueba de evaluación global Examen escrito abierto Examen global EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 04:00
17				

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 derivadas de la situación creada por la COVID-19.

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
6	Prueba de evaluación progresiva Memoria del trabajo "Práctica I"	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	10%	4 / 10	CG01 CG10 CE03 CE04 CE05 CE17 CE43
8	Prueba de evaluación progresiva Examen escrito abierto Parcial I	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	45%	3 / 10	CG01 CG02 CG03 CG04 CG05 CE01 CE02 CE03 CE04 CE09 CE17
16	Prueba de evaluación progresiva Examen escrito abierto Parcial 2	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	45%	3 / 10	CG01 CG02 CG03 CG04 CG05 CE01 CE02 CE03 CE04 CE09 CE17

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
-----	-------------	-----------	------	----------	-----------------	-------------	------------------------

6	Prueba de evaluación progresiva Memoria del trabajo "Práctica I"	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	10%	4 / 10	CG01 CG10 CE03 CE04 CE05 CE17 CE43
16	Prueba de evaluación global Examen escrito abierto Examen global	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	04:00	90%	/ 10	CG01 CG02 CG03 CG04 CG05 CE01 CE02 CE03 CE04 CE09 CE17

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

7.2. Criterios de evaluación

Convocatoria ordinaria

Para la convocatoria ordinaria de junio se ofrecen los siguientes sistemas de evaluación:

1) Pruebas de evaluación progresiva

Este sistema de evaluación consiste en la realización de las siguientes pruebas:

- Prueba de evaluación **Examen escrito abierto Parcial 1** (recuperable), durante el semestre.
- Prueba de evaluación **Examen escrito abierto Parcial 2**, el día de la convocatoria de junio.

- Práctica de laboratorio y presentar una **Memoria del trabajo "Práctica I"**. La participación en estas dos actividades es **obligatoria**, durante el semestre, para todos los alumnos/as y todos los sistemas de evaluación.

Para aprobar la asignatura se deben cumplir las condiciones siguientes:

- Obtener una calificación mínima de 3 sobre 10 en las pruebas de evaluación Examen escrito abierto Parcial 1, Examen escrito abierto Parcial 2 y una calificación mínima de 4 sobre 10 en la Memoria del trabajo "Práctica I".
- Obtener una calificación igual o superior a 5 sobre 10 al realizar la media aritmética ponderada de las pruebas de evaluación Examen escrito abierto Parcial 1 (45%), Examen escrito abierto Parcial 2 (45%) y Memoria del trabajo "Práctica I" (10%).

En el caso de que alguna de las condiciones anteriores no se cumpla, la calificación final será suspenso, y la nota máxima será de 4.5 sobre 10.

No obstante, las alumnas/os que no hayan obtenido la nota mínima en alguna de las pruebas de evaluación Examen escrito abierto Parcial 1 y Memoria del trabajo "Práctica I", podrán realizar la prueba de evaluación global, que se detalla a continuación.

2) Prueba de evaluación global

Este sistema de evaluación consiste en la realización de una prueba de evaluación Examen escrito abierto Examen global que abarcará todo el temario de la asignatura y constará de dos partes: **Examen escrito abierto**

Parcial 2 y **Examen escrito abierto Parcial 1** (recuperación) . Se realizarán el día de la convocatoria de junio.

Además, las alumnas/os que no hayan obtenido la nota mínima en la **Memoria del trabajo "Práctica I"** presentarán dicha Memoria el día de la convocatoria de junio.

Para aprobar la asignatura se deben cumplir las condiciones siguientes:

- Obtener una calificación mínima de 3 sobre 10 en las pruebas de evaluación Examen escrito abierto Parcial 2, Examen escrito abierto Parcial 1 (recuperación) y obtener una calificación mínima de 4 sobre 10 en la Memoria del trabajo "Práctica I".
- Obtener una calificación igual o superior a 5 sobre 10 al realizar la media aritmética ponderada de las

pruebas de evaluación Examen escrito abierto Parcial 2 (45%), Examen escrito abierto Parcial 1 (recuperación) (45%) y Memoria del trabajo "Práctica I" (10%).

En el caso de que alguna de las condiciones anteriores no se cumpla, la calificación final será suspenso y la nota máxima será de 4.5 sobre 10.

Convocatoria extraordinaria de Julio

La convocatoria extraordinaria consiste en la realización de una prueba de evaluación Examen escrito abierto **Examen extraordinario** que abarcará todo el temario de la asignatura y la presentación de la **Memoria del trabajo "Práctica I"** (nota mínima de 4 sobre 10) , y se realizarán el día de la convocatoria de julio.

No será necesario presentar de nuevo la Memoria del trabajo "Práctica I" si se ha obtenido una nota igual o superior a 4 sobre 10 durante el semestre.

Para aprobar la asignatura, los alumnos deberán obtener una calificación mínima de 5 sobre 10 al realizar la media aritmética ponderada de la prueba de evaluación Examen extraordinario (90%) y Memoria del trabajo "Práctica I" (10%). En caso contrario, la calificación será de suspenso y la nota máxima será de 4.5 sobre 10.

Para el adelanto de la convocatoria extraordinaria de julio a la convocatoria de enero se seguirá lo establecido en la Normativa de Evaluación (26/5/2022).

Observaciones para todas las convocatorias:

Exámenes escritos abiertos: Son pruebas de evaluación en las que el o la estudiante genera un documento escrito conteniendo sus respuestas a las cuestiones, ejercicios y preguntas que previamente le formulen, también por escrito, los profesores. La valoración de estos ejercicios se realiza sobre el contenido del documento escrito. Las pruebas de evaluación podrán contener teoría, cuestiones y resolución de ejercicios.

Todas las respuestas deben estar razonadas.

El idioma en que se realizarán las pruebas de evaluación será en el que se haya realizado la impartición de la asignatura.

No se permitirá el uso de instrumentos electrónicos durante la realización de las pruebas de evaluación.

Memorias de trabajos o proyectos: Son documentos escritos en los que los o las estudiantes, de forma individual o en grupo, desarrollan trabajos sobre la asignatura encargados por el profesor con la antelación suficiente a la fecha en que deban presentar la memoria. Suelen presentarse en formato papel o en ficheros informáticos y su desarrollo suele requerir la asesoría de los profesores de la asignatura o materia. También pueden desarrollarse en bloques de materias fomentando la interdisciplinariedad.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
L. Collatz, Differential Equations: An Introduction with Applications, John Wiley & Sons, 1986.	Bibliografía	
M. Cordero, M. Gómez, C. Vázquez: Ecuaciones Diferenciales. Métodos analíticos y Numéricos, García-Maroto Editores, 2013.	Bibliografía	
C. Fernández, F.J. Vázquez, J.M. Vegas, Ecuaciones diferenciales y en diferencias, International Thomson Ed., 2003.	Bibliografía	Libro básico
A. García, F. García, A. López, G. Rodríguez, A.Villa, Ecuaciones diferenciales ordinarias. Teoría y problemas, Clag S. A., 2006.	Bibliografía	Libro básico

M. de Guzmán, Ecuaciones diferenciales ordinarias. Teoría de estabilidad y control, Alhambra, 1975.	Bibliografía	
M.W Hirsch, S. Smale, R.L. Devaney, Differential equations, dynamical systems, and an introduction to chaos, Elsevier Academic Press, 2004.	Bibliografía	
J.H. Hubbard, B.H. West, Differential Equations: A Dynamical Systems Approach, Springer-Verlag, New York, 1995.	Bibliografía	
D. Joyner, M. Hampton, Introductory Differential equations using SAGE, 2010 (libro accessible en internet).	Bibliografía	
S. L. Ross, Ecuaciones diferenciales, Reverté, 1992.	Bibliografía	
G. F. Simmons, Ecuaciones diferenciales con aplicaciones y notas históricas, 2ª edición, McGraw-Hill, 1993.	Bibliografía	
W. F. Trench, Elementary Differential Equations, Open TextBook Initiative, 2013.	Bibliografía	Libro de texto en abierto, Trinity University, Texas, USA
W. F. Trench, Student solutions manual for Elementary Differential Equations, Open TextBook Initiative, 2013.	Bibliografía	Libro de texto en abierto, Trinity University, Texas, USA
D. G. Zill, M. R. Cullen, Ecuaciones diferenciales, 3ª Edición, McGrawHill Interamericana, 2008.	Bibliografía	

http:// https://moodle.upm.es	Recursos web	Sitio Moodle de la asignatura
http://www.sosmath.com/diffeq/diffeq.html	Recursos web	S.O.S. Mathematics, Differential Equations
http://ocw.mit.edu/courses/mathematics/18-03-differential-equations-spring-2010/	Recursos web	MIT OpenCourseWare, Differential Equations
Aula de clase	Equipamiento	
Laboratorio	Equipamiento	

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

NOTA: La planificación del cronograma es orientativa y podría sufrir cambios.