

FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre	Ecuaciones Diferenciales
Código	DMA-GITI-212
Titulación	Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales y Administración y Dirección de Empresas
Curso	2º
Cuatrimestre	1º
Créditos ECTS	6 ECTS
Carácter	Obligatorio
Departamento	Matemática Aplicada
Área	Matemática Aplicada
Coordinadora	Ángela Jiménez Casas

Datos del profesorado	
Profesor	
Nombre	Ángela Jiménez Casas
Departamento	Matemática Aplicada
Área	Matemática Aplicada
Despacho	D-202
e-mail	ajimenez@comillas.edu
Teléfono	915422800 (Ext. 2386)
Horario de Tutorías	Consúltese en la Web de la asignatura en el Portal de Recursos de Comillas.
Profesor	
Nombre	Alicia Castellano García
Departamento	Matemática Aplicada
Área	Matemática Aplicada
Despacho	D-201
e-mail	acastellano@comillas.edu
Teléfono	915422800 (Ext. 2377)
Horario de Tutorías	Consúltese en la Web de la asignatura en el Portal de Recursos de Comillas.
Profesor	
Nombre	Daniilo Magistrali
Departamento	Matemática Aplicada
Área	Matemática Aplicada
Despacho	D-201
e-mail	dmagistrali@comillas.edu
Teléfono	915422800 (Ext. 2377)
Horario de Tutorías	Consúltese en la Web de la asignatura en el Portal de Recursos de Comillas.

Profesor	
Nombre	Javier Rodrigo Hitos
Departamento	Matemática Aplicada
Área	Matemática Aplicada
Despacho	D-206
e-mail	jrodrigo@comillas.edu
Teléfono	915422800 (Ext. 4221)
Horario de Tutorías	Consúltese en la Web de la asignatura en el Portal de Recursos de Comillas.
Profesor	
Nombre	Carlos García-Gutiérrez Báez
Departamento	Matemática Aplicada
Área	Matemática Aplicada
Despacho	D-201
e-mail	cgarciagutierrez@comillas.edu
Teléfono	915422800 (Ext. 2377)
Horario de Tutorías	Consúltese en la Web de la asignatura en el Portal de Recursos de Comillas.

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

Contextualización de la asignatura

Aportación al perfil profesional de la titulación

El principal objetivo de la asignatura, como consecuencia de los aprendizajes a desarrollar en ésta, es entre otros, aportar al perfil profesional de los graduados en Ingeniería en Tecnologías Industriales e Ingeniería en Tecnologías Industriales y Administración y Dirección de Empresas los siguientes conocimientos, destrezas, habilidades y capacidades:

1. Capacidad de modelar y resolver en términos de ecuaciones diferenciales o en derivadas parciales una gran variedad de problemas y fenómenos del campo de la física y la ingeniería.
2. Adquirir habilidad y soltura en la aplicación de técnicas de resolución exacta de ecuaciones diferenciales o en derivadas parciales, para resolver los problemas del área planteados.
3. Conocer y saber aplicar con suficiente fluidez, las principales técnicas de resolución aproximada de ecuaciones diferenciales.
4. Conocer y manejar con fluidez y soltura las principales técnicas de descomposición de funciones como suma de armónicos, sabiendo aplicar éstas a la resolución de problemas de contorno en ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales.
5. Saber obtener información cualitativa de muchas ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales no lineales, previo estudio de la estabilidad de algunas de sus soluciones.

Prerrequisitos

Conocimientos básicos de Álgebra Lineal, Geometría y Cálculo:

1. Estructura de espacio vectorial, afín y euclídeo.
2. Concepto de base y coordenadas en un espacio vectorial.
3. Producto escalar. Concepto de ortogonalidad. Bases ortonormales.
4. Concepto de autovalor y autovector.
5. Cálculo de una forma canónica de Jordan de una matriz y de una matriz de paso asociada.
6. Expresión de una curva plana en forma explícita, implícita y paramétrica.
7. Derivabilidad: Interpretación geométrica, regla de la cadena y derivación implícita. Recta tangente y normal a una curva en un punto.
8. Derivadas parciales: Interpretación geométrica y cálculo de la matriz jacobiana de un campo vectorial.
9. Cálculo elemental de primitivas: integrales inmediatas, integración por cambio de variable, integración por partes, integración de funciones racionales y trigonométricas.

CONTENIDOS

Contenidos
Tema 1: Ecuaciones diferenciales de primer orden
Conceptos generales de ecuaciones diferenciales: orden, linealidad, solución general y solución particular. Curvas solución. Ecuación diferencial asociada a una familia de curvas del plano. Trayectorias ortogonales y oblicuas. Ecuaciones en variables separadas. Ecuaciones homogéneas. Ecuaciones reducibles a homogéneas o variables separadas. Ecuaciones exactas. Ecuaciones lineales de primer orden. Ecuaciones de Bernoulli. Resolución de ecuaciones diferenciales de segundo orden por reducción de orden. Aplicaciones en el campo de la ingeniería: problemas de cinemática, dinámica, transferencia de calor, radiactividad, óptica, geometría, poblaciones, problemas de trayectorias, etc.
Tema 2: Ecuaciones diferenciales lineales de orden genérico
Estructura, ecuaciones diferenciales lineales homogéneas, completas, de coeficientes constantes y de coeficientes variables. Definiciones básicas. Solución general de ecuaciones diferenciales lineales homogéneas. Solución particular y solución general de ecuaciones diferenciales lineales completas. Método de variación de constantes para el cálculo de una solución particular de una ecuación diferencial lineal completa. Ejemplos. Resolución de ecuaciones diferenciales lineales con coeficientes constantes. Polinomio característico. Método de los coeficientes indeterminados para la obtención de una solución particular de la ecuación lineal completa con coeficientes constantes. Ejemplos de aplicación del método de los coeficientes indeterminados. Resonancia. Aplicaciones en el campo de la ingeniería: sistemas mecánicos masa-resorte y circuitos eléctricos RLC. Resolución de ecuaciones diferenciales de Euler.
Tema 3: Transformada de Laplace. Aplicación a la resolución de ecuaciones diferenciales
Definición y propiedades operativas básicas. Transformada de Laplace de funciones periódicas. Función de Heaviside. Transformada de Laplace de funciones salto unitario y de funciones a trozos. Transformada inversa de Laplace y principales propiedades operativas. Aplicación de la Transformada de Laplace a la resolución de ecuaciones diferenciales y sistemas de ecuaciones diferenciales lineales. Aplicaciones en el campo de la ingeniería: resolución de circuitos eléctricos RL y RLC simples y de circuitos eléctricos multimalla, cálculo de la flexión de una viga, estudio de sistemas masa-resorte, etc.
Tema 4: Sistemas de ecuaciones diferenciales. Estabilidad de puntos críticos de sistemas autónomos
Sistemas de ecuaciones diferenciales lineales y no lineales. Solución general de SEDOs lineales homogéneos. Cálculo de una solución particular y de la solución general de SEDOs lineales completos. Resolución de SEDOs lineales (homogéneos y completos) de coeficientes constantes. Ejemplos. Aplicaciones: resolución de problemas de movimiento en el plano y en el espacio y resolución de problemas de redes. Sistemas de ecuaciones diferenciales autónomos lineales y no lineales. Puntos críticos y soluciones periódicas de sistemas autónomos. Propiedades de trayectorias de sistemas autónomos. Diagrama de fase. Concepto de estabilidad de un punto crítico. Estabilidad de puntos críticos de sistemas autónomos lineales. Estudio de la estabilidad de puntos críticos de sistemas cuasilineales. Método de linealización. Aplicación al estudio de la ecuación de Van der Pol para circuitos eléctricos con tubos de vacío. Sistemas conservativos, función potencial y estabilidad de los

puntos críticos de un sistema conservativo. Diagrama de fases de un sistema conservativo. Ejemplos y aplicaciones: diagrama de fases del péndulo, etc.

Tema 5: Autovalores y autofunciones de problemas de contorno. Series de Fourier. Desarrollos en series de autofunciones

Introducción a problemas de contorno unidimensionales. Autovalores y autofunciones de problemas de contorno de Sturm-Liouville. Definición, cálculo y principales propiedades. Desarrollo de un función en serie de autofunciones de un problema de autovalores. Condiciones de contorno periódicas y sistema trigonométrico de Fourier. Series de Fourier. Ejemplos y aplicaciones.

Tema 6: Introducción a Ecuaciones en Derivadas Parciales. Ecuaciones en Derivadas Parciales de Evolución: La ecuación del calor y la ecuación de ondas. Ecuaciones en Derivadas Parciales Estacionarias: La ecuación de Laplace/Poisson

Introducción a las ecuaciones en derivadas parciales. Conceptos generales y definiciones básicas. Problemas de contorno y valor inicial para ecuaciones de evolución. Ecuaciones de tipo parabólico: la ecuación del calor. Interpretación y aplicaciones. Ecuaciones de tipo hiperbólico: la ecuación de ondas. Interpretación y aplicaciones. Método de separación de variables para la resolución de ambas en el caso unidimensional acotado. Problemas de contorno para ecuaciones estacionarias. Ecuación de Laplace y ecuación de Poisson. Método de separación de variables para la resolución de ambas en dominios acotados del plano: rectángulos del plano y dominios circulares (disco, sector, corona y segmento circular). Aplicaciones: Potencial electrostático, potencial gravitatorio, soluciones estacionarias de ecuaciones de evolución, etc.

Tema 7: Métodos numéricos para la resolución de problemas de valor inicial y de contorno en ecuaciones diferenciales (Prácticas 1 y 2)

Práctica 1: *Métodos de Euler y Runge-Kutta para la resolución numérica de problemas de valor inicial en ecuaciones diferenciales. Otros métodos numéricos de resolución de problemas de valor inicial.*

Práctica 2: *Método de Diferencias Finitas para la resolución numérica de problemas de contorno.*

Competencias

Competencias Generales

- CG3. Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- CG4. Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.

Competencias de Formación Básica

- CFB1. 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.

Competencias Específicas de la rama electrónica

- CEN7. Conocimiento y capacidad para el modelado y simulación de sistemas.

Resultados de Aprendizaje

Al final de curso los alumnos deben ser capaces de:

RA1. Resolver los principales modelos de ecuaciones diferenciales de primer orden (variables separadas, homogéneas, exactas, lineales y de Bernoulli), así como modelar y resolver ciertos problemas técnicos (problemas de cinemática, dinámica, transferencia de calor, óptica, geometría, etc.) en términos de éstas.

RA2. Entender y saber aplicar a la resolución de problemas, las principales propiedades estructurales del conjunto de soluciones de una ecuación diferencial lineal (homogénea o completa) de orden genérico y de un sistema lineal (homogéneo o completo) de ecuaciones diferenciales.

RA3. Aplicar el método de Variación de Constantes y el Principio de Superposición de Soluciones para la obtención de una solución particular de una ecuación diferencial lineal completa o de un sistema lineal completo de ecuaciones diferenciales.

RA4. Resolver ecuaciones diferenciales lineales (homogéneas y completas) de coeficientes constantes y orden genérico, a partir de su polinomio característico asociado y de la aplicación (en el caso de ecuaciones lineales completas) de la Fórmula de Variación de Constantes y/o del Método de Coeficientes Indeterminados.

RA5. Obtener la solución general de un sistema lineal de ecuaciones diferenciales homogéneo (completo) de coeficientes constantes, vía la obtención de una matriz fundamental (del sistema lineal homogéneo asociado) a partir de una forma canónica de Jordan de su matriz de coeficientes.

RA6. Identificar y resolver una ecuación diferencial lineal de coeficientes variables de Euler.

RA7. Modelar y resolver problemas del campo de la ingeniería (circuitos eléctricos RLC simples y multimalla, sistemas mecánicos masa-resorte, problemas de redes, problemas de movimiento, etc.) en términos de ecuaciones diferenciales lineales de segundo orden o de sistemas de ecuaciones diferenciales.

RA8. Aplicar las propiedades operativas básicas de la Transformada y Transformada Inversa de Laplace, a la resolución de ecuaciones diferenciales y sistemas de ecuaciones diferenciales lineales, así como resolver aquellos problemas de ingeniería (circuitos eléctricos RLC, circuitos eléctricos multimalla, flexiones de vigas, sistemas masa-resorte, etc.) que vengan modelados por ecuaciones diferenciales o sistemas de ecuaciones diferenciales que deban ser resueltos por aplicación de la Transformada de Laplace.

RA9. Obtener una solución aproximada (con un error prefijado), de un problema de valor inicial que no sea posible resolver de forma exacta.

RA10. Obtener información cualitativa de las soluciones de sistemas autónomos planos y conocer la configuración de sus diagramas de fases, vía el estudio de la estabilidad de sus puntos críticos.

RA11. Comprender el significado físico de un sistema conservativo, y saber utilizar su función potencial para el estudio de la estabilidad de sus puntos críticos y para obtener un esbozo de su diagrama de fases.

RA12. Aplicar el concepto de estabilidad de puntos críticos de sistemas autónomos, a la resolución de problemas del campo de la física y la ingeniería (circuitos eléctricos, problemas de redes, sistemas masa-resorte, etc.)

RA13. Calcular autovalores y autofunciones normalizadas de problemas de contorno unidimensionales, así como desarrollar una función dada en serie de autofunciones (serie de Fourier) de un problema de contorno dado.

RA14. Identificar los modelos básicos de ecuaciones en derivadas parciales lineales de segundo orden que más aparecen en las aplicaciones prácticas (ecuación del calor, ecuación de ondas y ecuación de Laplace-Poisson), así como de entender su modelado y la interpretación física de cada uno de sus elementos.

RA15. Aplicar el Método de Separación de Variables para la obtención (en serie de autofunciones de un problema de contorno adecuado) de la solución de la ecuación del calor y de la ecuación de ondas (en el caso unidimensional) y de la ecuación de Laplace-Poisson en rectángulos y dominios circulares del plano (discos, sectores, coronas y segmentos circulares).

METODOLOGÍA DOCENTE

Aspectos metodológicos generales de la asignatura

Con el fin de conseguir el desarrollo de competencias propuesto, la materia se desarrollará teniendo en cuenta la actividad del alumno como factor prioritario. Ello implicará que tanto las sesiones presenciales como las no presenciales promoverán la implicación activa de los alumnos en las actividades de aprendizaje.

Metodología Presencial: Actividades

1. **Lección expositiva:** El profesor explicará los conceptos fundamentales de cada tema, incidiendo en lo más importante y resolviendo a continuación una serie de problemas tipo, con los que el alumno aprenderá a identificar los elementos esenciales del planteamiento y se iniciará, adquiriendo habilidad y soltura, en la resolución de problemas del tema.
2. **Resolución en clase de problemas propuestos:** En estas sesiones se explicarán, corregirán y analizarán problemas de cada tema análogos a los resueltos en las lecciones expositivas y también otros de mayor complejidad, previamente propuestos por el profesor y trabajados por el alumno.
3. **Prácticas con ordenador:** Se realizarán en grupos reducidos en aulas de informática. En ellas los alumnos ejercitarán los conceptos y técnicas estudiadas, resolviendo problemas prácticos de ecuaciones diferenciales o en derivadas parciales, con ayuda del software Matlab. Una vez finalizada cada práctica, el profesor entregará un trabajo de prácticas basado en la práctica ya realizada, que los alumnos tendrán que realizar y entregar por grupos, en el plazo establecido por el profesor. Con la entrega de estos trabajos de prácticas a lo largo del cuatrimestre, los alumnos obtendrán una nota de prácticas que tendrá un peso del 10% en la calificación final de la asignatura, siempre que la nota obtenida en el examen final/extraordinario de la asignatura no sea inferior a 4 puntos.
4. **Tutorías:** Se realizarán en grupo e individualmente, para resolver las diferentes dudas que se les planteen a los alumnos, después de haber estudiado los distintos temas y trabajado los diferentes problemas. Las tutorías de grupo se realizarán al final de cada tema en un horario y aula prefijados y servirán para resolver dudas generales del tema desarrollado o de los problemas de las Hojas A y B correspondientes. También podrán realizarse tutorías de grupo, antes de la finalización de algún tema, cuando un grupo mayoritario de alumnos lo solicite. Las tutorías individuales se realizarán en el horario de tutorías fijado por cada profesor.

Competencias

CG3, CFB1 y CEN7

CG4, CFB1 y CEN7

CG3,CG4 y CFB1

CG3 y CFB1

Metodología No presencial: Actividades	Competencias
<p>El objetivo principal del trabajo no presencial es que el alumno comprenda los conceptos teóricos y domine la aplicación de procedimientos, rutinas y metodologías de los diferentes temas de la asignatura, llegando a ser capaz de poner en práctica estos conocimientos, destrezas y habilidades en la resolución de los diferentes problemas planteados.</p> <p>Las principales actividades no presenciales a realizar serán:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Estudio individual y personal por parte del alumno de los conceptos expuestos en las lecciones expositivas. 2. Revisión y estudio de la resolución de problemas prácticos, resueltos en clase por el profesor, de la Hoja A correspondiente a cada tema. 3. Resolución por grupos de los problemas de la Hoja B correspondiente a cada tema. 4. Resolución grupal de problemas propuestos adicionalmente por el profesor, que serán corregidos en clase. 5. Elaboración de esquemas de los conceptos teóricos, procedimientos, metodologías, aplicaciones prácticas, etc. de cada tema desarrollado. 6. Realización por grupos de los diferentes trabajos de prácticas con el software Matlab planteados a lo largo del cuatrimestre, después de cada práctica realizada. 	<p>CG3, CG4, CFB1 y CEN7</p> <p>CG3</p> <p>CG3</p> <p>CG4,CFB1 y CEN7</p> <p>CG4,CFB1 y CEN7</p> <p>CG3</p> <p>CG3, CG4, CFB1 y CEN7</p>

Ecuaciones Diferenciales 2º GITI, GITI+ADE, GITT, GITT+ADE

Actividad							Dedicación (h)			Comentarios para el Profesor
Sesión	Contenido	Tem.	Priorid	R. Aprendizaje	Activ. Format. Presen.	Activ. Format. no Presen.	Entrega	Presendo pre		
1	Presentación de la asignatura. Fundamento, objetivos, funcionamiento y desarrollo de la asignatura.				Sesión expositiva de introducción y desarrollo de la asignatura	Revisión de normas de funcionamiento y desarrollo de la asignatura, así como de los criterios de evaluación de ésta		0,5	0,5	
TEMA 1: ECUACIONES DIFERENCIALES DE PRIMER ORDEN										
1	Ecuaciones diferenciales de primer orden. Introducción a las EDOs: definiciones básicas, orden y linealidad. Ejemplos.	1		RA1	Lección expositiva. Clase participativa	Busqueda de bibliografía e información en la plataforma virtual. Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos.		0,5	1	
2	Ecuaciones diferenciales de primer orden. Introducción a las EDOs: solución general y solución particular. Ecuación diferencial asociada a una familia de curvas del plano.	1		RA1	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas.	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos y resolución de problemas propuestos.		1	2	

3	Ecuaciones diferenciales de primer orden. Ecuaciones en variables separadas, Ecuaciones homogéneas. Ecuaciones reducibles a homogéneas o variables separadas. Ejemplos y aplicaciones	1		RA1	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos y resolución de problemas propuestos.		1	2	Resolución individual o grupal de dudas en despacho, en horario de tu
4	Ecuaciones diferenciales de primer orden. Ecuaciones exactas. Ejemplos y aplicaciones	1		RA1	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas.	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos y resolución de problemas propuestos.		1	2	
5	Ecuaciones diferenciales de primer orden. Ecuaciones lineales de primer orden. Resolución, ejemplos y aplicaciones.	1		RA1	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas.	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos.		1	2	

6	Ecuaciones diferenciales de primer orden. Ecuaciones de Bernoulli. Ejemplos y aplicaciones. Reducción de orden de una EDO de orden 2.	1		RA1	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos. Terminar de resolver grupalmente los problemas de la Hoja 1B y aquellos otros propuestos por el profesor a lo largo		1	3	
7	Ecuaciones diferenciales de primer orden. Trayectorias ortogonales y oblicuas. Problemas de trayectorias. Ejemplos y aplicaciones.	1		RA1	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas.	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos y resolución de problemas propuestos. Elaboración de esquema de Tema 1.		1	3,5	Tutoría grupal en aula para resolución conjunta de dudas generales del Tema 1 y de problemas de Hoja 1B
TEMA 2: ECUACIONES DIFERENCIALES LINEALES DE ORDEN GENÉRICO										
8 y 9	Ecuaciones diferenciales lineales de orden genérico. Estructura, ecuaciones diferenciales lineales homogéneas, completas, de coeficientes constantes y de coeficientes variables. Ejemplos	2		RA2	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos.		1,5	3	

9 y 10	Ecuaciones diferenciales lineales de orden genérico. Solución general de ecuaciones lineales homogéneas, solución particular y solución general de ecuaciones lineales completas. Método de variación de las constantes para obtención de una solución particular de una ecuación lineal completa.	2		RA2, RA3	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos y resolución de problemas propuestos.		1,5	3	Resolución individual o grupal de dudas en despacho, en horario de tutorías.
11	Ecuaciones diferenciales lineales de orden genérico. Método de variación de las constantes para obtención de una solución particular de una ecuación lineal completa. Ejemplos. Principio de superposición de soluciones	2		RA2, RA3	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos y resolución de problemas propuestos.		1	2	

12	Ecuaciones diferenciales lineales de orden genérico. Resolución de ecuaciones diferenciales lineales homogéneas con coeficientes constantes. Polinomio característico.	2		RA4	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos y resolución de problemas propuestos.		1	2	
13	Ecuaciones diferenciales lineales de orden genérico. Método de los coeficientes indeterminados para la obtención de una solución particular de una ecuación lineal completa con coeficientes constantes. Ejemplos	2		RA4	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos y resolución de problemas propuestos.		1	2	
14	Ecuaciones diferenciales lineales de orden genérico. Ejemplos de aplicación del método de los coeficientes indeterminados . Resonancia.	2		RA4, RA7	Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos y resolución de problemas propuestos.		1	2	

de dudas en despacho, en horario de tutorías.

15	Ecuaciones diferenciales lineales de orden genérico. Aplicaciones en el campo de la ingeniería: sistemas mecánicos masa-resorte	2		RA7	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos y resolución de problemas propuestos.		1	2	Resolución individual o grupal
16	Ecuaciones diferenciales lineales de orden genérico. Aplicaciones en el campo de la ingeniería. Circuitos eléctricos RLC	2		RA7	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos. Terminar de resolver grupalmente los problemas de la Hoja 2B y aquellos otros propuestos por el profesor a lo largo del desarrollo del tema.		1	3,5	
17	Ecuaciones diferenciales lineales de orden genérico. Ecuación de Euler. Resolución y ejemplos.	2		RA6	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos y resolución de problemas propuestos. Elaboración de esquema de Tema 2.		1	3	Tutoría grupal en aula para resolución conjunta de dudas generales de los Temas 1 y 2 y de problemas de Hoja 2B
18	Control Temas 1 y 2				Prueba individual 50'	Revisión de la solución de la Prueba proporcionada por el profesor		1	1	
TEMA 3: TRANSFORMADA DE LAPLACE										

19 y 20	Transformada de Laplace. Definición. Cálculo de transformadas básicas de Laplace. Propiedades operativas básicas de la Transformada de Laplace.	3		RA8	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos y resolución de problemas propuestos.		1,5	3	
20 y 21	Transformada de Laplace. Transformada inversa de Laplace. Definición, principales propiedades y ejemplos de cálculo de transformadas inversas.	3		RA8	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos y resolución de problemas propuestos.		1,5	3	
22	Transformada de Laplace. Aplicación de la Transformada de Laplace a la resolución de ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales lineales. Ejemplos.	3		RA8	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos. Terminar de resolver grupalmente los problemas de la Hoja 3B y aquellos otros propuestos por el profesor a lo largo del desarrollo del tema.		1	3	

23	Transformada de Laplace. Aplicaciones en el campo de la ingeniería: resolución de circuitos eléctricos RL y RLC simples y multimalla, cálculo de la flexión de una viga, estudio de sistemas masa-resorte, etc.	3	RA7, RA8	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos y resolución de problemas propuestos. Elaboración de esquema del Tema 3	1	3	Tutoría grupal en aula para resolución conjunta de dudas generales del Tema 3 y de problemas de Hoja 3B
----	---	---	----------	--	---	---	---	---

24-25	EXAMEN INTERSEMESTRAL OCTUBRE						1,5	5	
-------	--------------------------------------	--	--	--	--	--	-----	---	--

TEMA 7 (A): MÉTODOS NUMÉRICOS PARA LA RESOLUCIÓN PROBLEMAS DE VALOR INICIAL EN EDOs								
--	--	--	--	--	--	--	--	--

26 y 27	Práctica 1:- Resolución numérica de problemas de valor inicial en EDOs. Introducción a la resolución numérica de problemas de valor inicial. Métodos unipaso: método de Euler y métodos de Runge-Kutta. Otros métodos numéricos de resolución de PVI.	7	RA7, RA9	Implementación y resolución con ordenador en aula de informática de la Práctica 1A	Resolución de la Práctica 1B por grupos	2	3	
---------	---	---	----------	--	---	---	---	--

TEMA 4: SISTEMAS DE ECUACIONES DIFERENCIALES. ESTABILIDAD

28-29	<p>Sistemas de ecuaciones diferenciales. Estabilidad. Estructura de sistemas de ecuaciones diferenciales lineales. Solución general de sistemas lineales homogéneos y completos. Resolución de sistemas lineales con coeficientes constantes.</p>	4		RA5	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos y resolución de problemas propuestos.		2	4	
30-31	<p>Sistemas de ecuaciones diferenciales. Estabilidad. Aplicaciones a la resolución de problemas de movimientos, problemas de redes, etc.</p>	4		RA5, RA7	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos y resolución de problemas propuestos.		2	4	

32	Sistemas de ecuaciones diferenciales. Estabilidad. Resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales lineales por Transformada de Laplace. Aplicación a la resolución de circuitos eléctricos multimalla.	4		RA7, RA8	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos y resolución de problemas propuestos. Preparación entrega de trabajo de prácticas		1	3	Tutoría individual o grupal de resolución de dudas en despacho, en horario de tutoría
33	Sistemas de ecuaciones diferenciales. Estabilidad. Sistemas autónomos de ecuaciones diferenciales. Puntos críticos de sistemas autónomos y soluciones periódicas. Propiedades de trayectorias de sistemas autónomos. Concepto de estabilidad de puntos críticos.	4		RA10	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos y resolución de problemas propuestos.	Entrega por grupos de trabajo de prácticas: Resolución de Práctica B	1	2	

34	Sistemas de ecuaciones diferenciales. Estabilidad. Estabilidad de puntos críticos de sistemas autónomos planos lineales. Ejemplos y aplicaciones.	4		RA10, RA11	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos y resolución de problemas propuestos.		1	2	
35	Ecuaciones diferenciales no lineales. Estabilidad. Estabilidad de los puntos críticos de sistemas cuasilineales. Método de Linealización. Ejemplos y aplicaciones.	4		RA10, RA11	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos. Terminar de resolver grupalmente los problemas de la Hoja 4B y aquellos otros propuestos por el profesor a lo largo del desarrollo del tema.		1	3	

36-37	Ecuaciones diferenciales no lineales. Estabilidad. Sistemas conservativos y función potencial. Estabilidad de puntos críticos de sistemas conservativos. Diagrama de fases de un sistema conservativo. Ejemplos y aplicaciones. (Tema optativo)	4		RA11, RA12	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos y resolución de problemas propuestos. Elaboración de esquema del Tema 4.		1,5	3,5	Tutoría grupal en aula para resolución conjunta de dudas generales del Tema 4 y de problemas de Hoja 4B
37	Control Temas 3 y 4				Prueba individual 20'-25'	Revisión de la solución de la Prueba proporcionada por el profesor		0,5	1	
TEMA 7 (B): MÉTODOS NUMÉRICOS PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE CONTORNO										
38-39	Práctica 2: Método de Diferencias Finitas para la resolución numérica de problemas de contorno.	7		RA9, RA12, RA14	Implementación y resolución con ordenador en aula de informática de la Práctica 2A	Resolución de la Práctica 2B por grupos		2	3	
TEMA 5: AUTOVALORES Y AUTOFUNCIONES DE PROBLEMAS DE CONTORNO Y SERIES DE FOURIER.										

40	Autovalores y autofunciones de problemas de contorno. Serie de Fourier. Introducción a problemas de contorno unidimensionales. Problemas de Sturm-Liouville.	5		RA12	Lección expositiva. Clase participativa.	Lectura y estudio de los contenidos teóricos impartidos.	1	2	Resolución individual o grupal de dudas en despacho, en horario de tutorías.
41	Autovalores y autofunciones de problemas de contorno. Serie de Fourier. Problemas de autovalores. Cálculo de autovalores de problemas de contorno unidimensionales. Ejemplos.	5		RA12	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos. Terminar de resolver grupalmente los problemas de la Hoja 5B y aquellos otros propuestos por el profesor a lo largo del desarrollo del tema.	1	2,5	

42	Autovalores y autofunciones de problemas de contorno. Serie de Fourier. Propiedades de autovalores y autofunciones de problemas de Sturm-Liouville. Desarrollo en serie de autofunciones. Condiciones de contorno periódicas y serie trigonométrica de Fourier.	5		RA12	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos y resolución de problemas propuestos. Elaboración de esquema del Tema 5.		1	2,5	Tutoría grupal en aula para resolución conjunta de dudas generales del Tema 5 y de problemas de Hoja 5B
TEMA 6: 1º Parte INTRODUCCIÓN A LAS ECUACIONES EN DERIVADAS PARCIALES. EDPs DE EVOLUCIÓN: LA ECUACIÓN DEL CALOR Y LA ECUACIÓN DE ONDAS										
43	Ecuaciones en Derivadas Parciales de Evolución. Introducción a EDPs. EDPs elípticas (Ec. Laplace-Poisson), parabólicas (ec. Del calor) e hiperbólicas.(ec. de ondas).	6		RA13	Lección expositiva. Clase participativa. Prueba corta de 15' del Tema 5	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos.		1	2	en horario de tutorías.

44	Ecuaciones en Derivadas Parciales de Evolución. EDPs de tipo parabólico. Modelado de la ecuación del calor. Interpretación y aplicaciones	6		RA13	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos y resolución de problemas propuestos. Preparación entrega de trabajo de prácticas		1	3	Resolución individual o grupal de dudas en despacho.
45-46	Ecuaciones en Derivadas Parciales de Evolución. Método de separación de variables para la resolución de la ecuación del calor. Ejemplos y aplicaciones.	6		RA13	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos. Terminar de resolver grupalmente los problemas de la Hoja 6-I B y aquellos otros propuestos por el profesor a lo largo del desarrollo del tema.	Entrega por grupos de trabajo de prácticas: Resolución de Práctica B	2	5	

47	Ecuaciones en Derivadas Parciales de Evolución. EDPs de tipo hiperbólico. Modelado de la ecuación de ondas. Interpretación y aplicaciones. Método de separación de variables para la resolución de la ecuación de ondas. Ejemplos y aplicaciones.	6		RA13	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos y resolución de problemas propuestos. Elaboración de esquema del Tema 6-I.		1	3,5	Tutoría grupal en aula para resolución conjunta de dudas generales del Tema 6 1º Parte y de problemas de Hoja 6-I B
----	--	---	--	------	--	--	--	---	-----	---

TEMA 6: 2º parte ECUACIONES EN DERIVADAS PARCIALES ESTACIONARIAS (ELÍPTICAS)

48-49	Ecuaciones en Derivadas Parciales Estacionarias. Conceptos Generales. Ecuación de tipo elíptico. La ecuación de Laplace-Poisson. Aplicaciones. Método de separación de variables para la resolución de la ecuación de Laplace-Poisson en un rectángulo del plano.	6		RA14	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos y resolución de problemas propuestos.		1,5	3	de dudas en despacho, en horario de tutorías.
-------	--	---	--	------	--	---	--	-----	---	---

49-50	Ecuaciones en Derivadas Parciales Estacionarias. Método de separación de variables para la resolución de la ecuación Laplace-Poisson en dominios circulares (resolución en un disco)	6	RA14	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos. Terminar de resolver grupalmente los problemas de la Hoja 6-II B y aquellos otros propuestos por el profesor a lo largo del desarrollo del tema.	1,5	4	Resolución individual o grupal
50-51	Ecuaciones en Derivadas Parciales Estacionarias. Método de separación de variables para la resolución de la ecuación Laplace-Poisson en dominios circulares (resolución en un sector circular, corona circular y segmento circular)	6	RA7-RA14	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas	Lectura y estudio de los contenidos teóricos y prácticos impartidos y resolución de problemas propuestos. Elaboración de esquema del Tema 6-II.	2	5	Tutoría grupal en aula para resolución conjunta de dudas generales del Tema 6 2º Parte y de problemas de Hoja 6-II B
FIN DEL PRIMER CUATRIMESTRE								
****	EXAMEN FINAL (diciembre 2017)					3	8	

Total	54,5	126
Horas	180	
ECTS	6,00	

EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	PESO
Realización de exámenes: <ul style="list-style-type: none"> Examen Intercuatrimestral (25%) Examen Final (50%) 	<ul style="list-style-type: none"> Comprensión de conceptos. Aplicación de conceptos, técnicas y procedimientos a la resolución de problemas prácticos. Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas. Presentación y comunicación escrita. 	75%
Para aprobar la asignatura será condición necesaria haber obtenido al menos 4 puntos sobre 10 en el examen final de la asignatura.		
Seguimiento y control a lo largo del cuatrimestre: <ul style="list-style-type: none"> Pruebas cortas planificadas (30'-50'). Se realizarán dos a lo largo del cuatrimestre intercaladas entre el inicio del curso, la semana de intercuatrimestrales y el final del cuatrimestre. Pruebas cortas sin previo aviso al final de clase (5'-10') 	<ul style="list-style-type: none"> Comprensión de conceptos. Aplicación de conceptos, técnicas y procedimientos a la resolución de problemas prácticos. Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas. Presentación y comunicación escrita. 	15%
Entrega de trabajos: <ul style="list-style-type: none"> Entrega por grupos de los trabajos de prácticas de la asignatura. 	<ul style="list-style-type: none"> Comprensión de conceptos. Aplicación de conceptos, técnicas y procedimientos a la resolución de problemas prácticos. Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas. Presentación y comunicación escrita. Capacidad de trabajo en grupo. Dominio en la resolución de problemas con ayuda del ordenador y del software específico. 	10%

Calificaciones

Criterios de Calificación

Convocatoria Ordinaria

La calificación del alumno en la **convocatoria ordinaria** de la asignatura, siempre que supere una **nota mínima de 4 puntos** en el examen final de la misma, será **el máximo** entre las notas **C** y **F**, cuya composición es la siguiente:

➤ **La composición de la Nota C será:**

- El **50%** de la nota **C**, será la nota obtenida en el examen final de la asignatura.
- El **25%** de la nota **C**, será la nota obtenida en el examen intercuatrimestral de la asignatura.
- El **15%** de la nota **C**, será la nota media de las pruebas de seguimiento (pruebas cortas) realizadas a lo largo del cuatrimestre
- El **10%** de la nota **C**, será la nota media obtenida a lo largo del cuatrimestre por la entrega por grupos de los trabajos de prácticas con Matlab.
 - **La Nota F**, será el **80%** de la nota obtenida en el examen final de la asignatura.

Observación: Si la nota obtenida en el examen final de la asignatura es inferior a 4 puntos, la calificación del alumno será la nota obtenida en dicho examen.

Convocatoria Extraordinaria

La calificación del alumno en la **convocatoria extraordinaria** de la asignatura, siempre que supere una **nota mínima de 4 puntos** en el examen extraordinario de la misma, será **el máximo** entre las notas **C** y **F**, cuya composición ahora es la siguiente:

➤ **La composición de la Nota C será:**

- El **50%** de la nota **C**, será la nota obtenida en el examen extraordinario de la asignatura.
- El **25%** de la nota **C**, será la nota obtenida en el examen intercuatrimestral de la asignatura.
- El **15%** de la nota **C**, será la nota media de las pruebas de seguimiento (pruebas cortas) realizadas a lo largo del cuatrimestre
- El **10%** de la nota **C**, será la nota media obtenida a lo largo del cuatrimestre por la entrega por grupos de los trabajos de prácticas con Matlab.
 - **La Nota F**, será la nota obtenida en el examen extraordinario de la asignatura.

Observación: Si la nota obtenida en el examen extraordinario es inferior a 4 puntos, la calificación del alumno en la citada convocatoria será la nota obtenida en dicho examen.

Normas de la asignatura:

1. En el exámen intercuatrimestral de la asignatura no se liberará materia.
2. La asistencia a clase será controlada por el profesor de la asignatura. La falta de asistencia durante el curso a más de un 15% de las horas lectivas de la asignatura, podrá implicar para el alumno la pérdida del derecho a examinarse de ésta en la convocatoria ordinaria en dicho curso académico (cf. Artículo 93º. Escolaridad, del Reglamento General de la Universidad, Normas Académicas ETSI-ICAI).
3. El alumno que cometa alguna irregularidad en la realización de cualquier prueba evaluable, será calificado con Suspenso (0) en dicha prueba y se le iniciará un proceso sancionador de acuerdo con el Artículo 168º. Infracciones y sanciones del alumnado, del Reglamento General de la Universidad.
4. En ningún examen de la asignatura se permitirá el uso de libros, ni de apuntes de clase. En los exámenes intercuatrimestral y finales, el alumno podrá disponer de una hoja resumen, escrita por ambas caras, confeccionada por él, tamaño DIN A4 y de color no blanco, en la que podrá incluir cualquier resultado teórico de la asignatura (teoremas, fórmulas, esquemas, procedimientos, etc.) pero nunca podrá incluir problemas resueltos, ni ejemplos prácticos.

PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA¹

Actividades No presenciales	Fecha de realización
<ul style="list-style-type: none"> • Lectura y estudio de los contenidos teóricos desarrollados en clase 	Después de cada clase
<ul style="list-style-type: none"> • Revisión y estudio de los problemas de las hojas A, realizados por el profesor en clase. 	Después de cada clase
<ul style="list-style-type: none"> • Resolución por grupos de los problemas propuestos de las hojas B. 	De forma continuada a lo largo de cada semana en horario a convenir por el grupo de trabajo
<ul style="list-style-type: none"> • Resolución por grupos de otros problemas propuestos adicionalmente por el profesor. 	En horario a convenir por el grupo de trabajo

¹ En la ficha resumen se encuentra una planificación detallada de la asignatura. Esta planificación tiene un carácter orientativo y las fechas podrán irse adaptando de forma dinámica a medida que avance el curso.

<ul style="list-style-type: none"> Preparación de pruebas de seguimiento (pruebas cortas) 	Se considera un trabajo continuado del alumno a lo largo del desarrollo de cada tema y del cuatrimestre
<ul style="list-style-type: none"> Resolución por grupos de los trabajos de prácticas con Matlab. 	Después de la realización de cada práctica, en el periodo indicado por el profesor y en el horario a convenir por el grupo de trabajo
<ul style="list-style-type: none"> Entrega por grupos de trabajos de prácticas 	Cuando lo indique el profesor (semanas 9 y 12)
<ul style="list-style-type: none"> Preparación de exámenes intercuatrimestral y final 	Se considera un trabajo continuado del alumno a lo largo del cuatrimestre y más intensivamente en las semanas previas a dichos exámenes

RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO			
HORAS PRESENCIALES			
Lección magistral	Resolución de problemas	Prácticas laboratorio de matemáticas (ordenador)	Evaluación
20	24	4	6
HORAS NO PRESENCIALES			
Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos	Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos	Realización de trabajos colaborativos	Estudio
30	36	30	30
CRÉDITOS ECTS:			6 (180 horas)

BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

Bibliografía Básica

- CANO CASANOVA, S. y JIMÉNEZ CASAS, A. Ecuaciones Diferenciales y en Derivadas Parciales (Apuntes del curso en el Portal de Recursos de Comillas). Departamento de Matemática Aplicada de la ETSI-ICAI.
- Presentaciones y transparencias de clase, elaboradas por los profesores de la asignatura (En Portal de Recursos de Comillas). Departamento de Matemática Aplicada de la ETSI-ICAI.
- GARCÍA, A.- GARCÍA, F.- LOPEZ, A.- RODRÍGUEZ, G.- VILLA, A. de la. Ecuaciones diferenciales ordinarias. Teoría y problemas. Métodos exactos, métodos numéricos, estudio cualitativo. CLAGSA, 2006
- BOYCE, W.E. y DIPRIMA, R.C. Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera. Limusa, Wiley, 2013
- HABERMAN, R. Applied Partial Differential Equations with Fourier Series and Boundary Value Problems, Fifth edition. Pearson, 2013.

Bibliografía Complementaria

- ZILL, D.G. y CULLEN, M.R. Ecuaciones diferenciales con problemas de valores en la frontera (7ª edición). Cengage Learning.
- EDWARDS & PENNEY. Ecuaciones diferenciales con valores en la frontera. Pearson. Prentice Hall, 2008.
- POLKING, J., BOGGESS, A. and ARNOLD, D. Differential Equations with Boundary Value Problems, New International Edition. Pearson, 2014.