



ESCUELA DE MATEMÁTICA  
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

### *Carta al Estudiante*

#### **Información General**

<b>Nombre del curso:</b>	Ecuaciones Diferenciales para Ingeniería
<b>Sigla:</b>	MA-1005
<b>Naturaleza del curso:</b>	Teórico práctico
<b>No. de horas presenciales:</b>	5
<b>No. horas estudio independiente:</b>	7
<b>Horas totales:</b>	12
<b>Modalidad:</b>	Semestral
<b>Créditos:</b>	4
<b>Requisitos:</b>	MA-1002 o MA-1004
<b>Correquisitos:</b>	Ninguno

#### **Estimados(as) estudiantes:**

Por parte de la cátedra del curso MA-1005 Ecuaciones Diferenciales Aplicadas, reciba una cordial bienvenida y esperamos que éste contribuya significativamente en su formación profesional. En este documento encontrará la información referente a la descripción, objetivos, contenido, evaluación, cronograma, libro de texto y bibliografía del curso.

#### **ASPECTOS GENERALES DEL CURSO**

### **1. Introducción:**

El curso de Ecuaciones Diferenciales para Ingeniería (MA-1005), trata sobre algunos aspectos elementales de las ecuaciones diferenciales, como rama de la matemática. El curso abarcará los principales temas que incluyen la mayoría de textos tradicionales sobre ecuaciones diferenciales: métodos elementales de solución, sistemas de ecuaciones lineales, transformada de Laplace, soluciones de ecuaciones por medio de series de potencias y elementos de ecuaciones

diferenciales parciales, y algunas aplicaciones de estos métodos a problemas de física, química, electrónica, entre otros.

Este es un curso donde, con toda certeza, hay convergencia de casi la mayoría de los conceptos aprendidos a los largo de los cursos anteriores: derivación, integración, series y el álgebra lineal.

Se usará como libro de texto:

Spiegel, Murray R., *Ecuaciones Diferenciales Aplicadas*, Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., México, 1983.

## 2. Objetivos generales

- 2.1 Lograr que la/el estudiante adquiriera parte de las destrezas matemáticas necesarias para poder desempeñarse con solvencia como profesional en la disciplina de su interés.
- 2.2 Dar a conocer a la/el estudiante los conceptos relativos a las Ecuaciones Diferenciales para que pueda comprender los modelos matemáticos de su especialidad que involucren tales ecuaciones.
- 2.3 Fomentar un espíritu crítico mediante la discusión de los conceptos fundamentales.
- 2.4 Dar a conocer a la/el estudiante la teoría básica de las Ecuaciones Diferenciales Ordinarias y los principales métodos de solución.
- 2.5 Dar a conocer a la/el estudiante la teoría básica de las Series de Fourier y sus aplicaciones a la solución de algunas ecuaciones en derivadas parciales.
- 2.6 Presentar problemas, relacionados con diversas áreas de la ingeniería, que puedan ser modelados mediante una ecuación diferencial o mediante un sistema de ecuaciones diferenciales y resolverlos, interpretando los resultados dentro del área de su aplicación.

## 3. Objetivos Específicos

- 3.1 Resolver ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden (lineales o no) por los métodos clásicos.
- 3.2 Resolver ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, de cualquier orden, con coeficientes constantes y la ecuación de Euler.
- 3.3 Utilizar la Transformada de Laplace para resolver ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias.
- 3.4 Resolver sistemas de ecuaciones diferenciales por medio de operadores diferenciales y por medio de valores y vectores propios.

- 3.5 Utilizar series de potencias para resolver ciertos tipos de ecuaciones diferenciales.
- 3.6 Aplicar el método de separación de variables para resolver ciertos tipos de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.

## 4. Contenidos

### 4.1. Ecuaciones diferenciales ordinarias de orden uno (3 semanas)

- Definición y ejemplos de ecuaciones diferenciales ordinarias.
- Solución, orden de una ecuación diferencial.
- Existencia y unicidad de solución para el problema de valor inicial  $y' = f(x, y); y(x_0) = y_0$ .
- Ecuaciones diferenciales en variables separables. Cambios de variable.
- Ecuaciones homogéneas y reducibles a homogéneas.
- Ecuaciones exactas y reducibles a exactas por medio de un factor integrante.
- Ecuaciones lineales y reducibles a ellas. (Ecuación de Bernoulli, Ecuación de Riccati.)
- Variable ausente en ecuaciones de segundo orden.
- Aplicaciones.

### 4.2. Ecuaciones diferenciales lineales de orden arbitrario (3 semanas)

- Problemas de valor inicial. Existencia y unicidad de solución.
- Dependencia lineal e independencia lineal de soluciones. El Wronskiano.
- Ecuación diferencial lineal de orden  $n$ . Espacio solución y su dimensión. Solución general.
- Reducción de orden a partir de una solución conocida.
- Ecuaciones diferenciales lineales homogéneas con coeficientes constantes y su ecuación característica
- Ecuaciones diferenciales lineales no homogéneas. Método de coeficientes indeterminados y variación de parámetros.
- Ecuación de Cauchy-Euler.

### **4.3. Solución de ecuaciones diferenciales por medio de series (2 semanas)**

- Puntos ordinarios. Solución en una vecindad de un punto ordinario.
- Puntos singulares. Solución en una vecindad de un punto singular regular.
- Método de Frobenius.
- Casos especiales: raíces repetidas y diferencia entera de raíces.

### **4.4. La transformada de Laplace (3 semanas)**

- Definición y propiedades.
- Propiedades operacionales: teoremas de traslación, derivada de una transformada, transformada de una integral, transformada de una función periódica. Transformada de un cociente.
- Funciones impulso de Heaviside, función delta de Dirac y la función Gamma.
- Inversa de la transformada de Laplace.
- Transformada de Laplace de la convolución de funciones.
- Aplicaciones de la transformada de Laplace a la solución de ecuaciones diferenciales e integro-diferenciales.

### **4.5. Sistemas de ecuaciones diferenciales (3 semanas)**

- Uso de operadores para eliminar incógnitas. Reducción Gaussiana
- Forma matricial de un sistema de ecuaciones diferenciales lineales. Matriz fundamental.
- Uso de valores y vectores propios para resolver sistema lineales homogéneos de primer orden.
- Coeficientes indeterminados y variación de parámetros.

### **4.6. Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales (2 semanas)**

- Definición y ejemplos de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.
- Solución de algunas ecuaciones diferenciales en derivadas parciales, sencillas.
- Funciones ortogonales. Series de Fourier.
- Método de separación de variables.

## 5. Pautas de evaluación

La evaluación del curso consistirá de tres exámenes parciales. La materia a evaluar en cada uno de los exámenes parciales se indica a continuación:

- Examen I temas a evaluar: 4.1 y 4.2
- Examen II temas a evaluar: 4.3 y 4.4
- Examen III temas a evaluar: 4.5 y 4.6

Se realizarán tres exámenes parciales. De ellos, el de menor nota tendrá un valor de 30 % y cada uno de los otros dos exámenes tendrá un valor de 35 %. Este promedio ponderado, aproximado a la unidad o media unidad más próxima, será la nota de aprovechamiento (NA).

Según el artículo 28 del Reglamento de Régimen Académico Estudiantil la/el estudiante que obtenga una calificación final de 6,0 o 6,5 (el promedio de los exámenes parciales) tiene derecho a realizar una prueba de ampliación. En esta cátedra se ha acordado que dicha prueba de ampliación será un examen cuyas preguntas, no más de siete, cubrirán parte de toda la materia que se evaluó en cada uno de los exámenes parciales ordinarios, y no toda la materia del curso.

### 5.1. CRONOGRAMA DE EXÁMENES

**Parciales, Ampliación y Suficiencia:**

Examen	Fecha	Hora inicio
Parcial I	Sábado 5 de mayo	1pm
Parcial II	Sábado 16 de junio	1pm
Parcial III	Lunes 9 de julio	1pm
Ampliación	Miércoles 18 de julio	1pm
Suficiencia	Miércoles 18 de julio	1pm

**Reposiciones:**

Examen	Fecha	Hora inicio
Reposición I	Miércoles 16 de mayo	8am
Reposición II	Miércoles 27 de junio	8am
Reposición III	Miércoles 11 de julio	8am

La/el estudiante que se vea imposibilitado, por razones justificadas, para efectuar una evaluación en la fecha fijada, puede presentar una solicitud de reposición a más tardar cinco días hábiles a partir del momento en que se reintegre a sus estudios. Esta solicitud debe presentarse ante el **coordinador** del curso de forma personal o enviarse por correo electrónico a [fabio.sanchez@ucr.ac.cr](mailto:fabio.sanchez@ucr.ac.cr), adjuntando la documentación y las razones por las cuales no pudo

efectuar la prueba, con el fin de que el profesor determine, en los tres días posteriores a la presentación de la solicitud, si procede una reposición. Para más información al respecto consultar el artículo 24, capítulo VI del Reglamento de Régimen Académico Estudiantil. **No dejar en el casillero.**

La reposición de alguno de los exámenes de reposición será realizada por el profesor del grupo respectivo, previamente comunicado y analizado por el coordinador del curso. De igual forma, la reposición del examen de ampliación la realizará el profesor de cada grupo.

## **6. Información General**

### **6.1. Metodología**

Durante las clases se combinarán técnicas expositivas de parte de la/el docente con otra que involucren de una forma más activa a los estudiantes, tanto en trabajos individuales como cooperativos.

Las actividades de clase deberán ser complementadas por los estudiantes con trabajo individual y estudio en grupo extra clase, así como con el uso eficiente y eficaz de las horas de consulta de los docentes de la cátedra y los recursos tecnológicos que tenga a disposición.

Se considera indispensable una constante práctica de las diferentes técnicas aprendidas en las clases, además de un estudio detallado de los conceptos matemáticos y sus aplicaciones.

La solución de problemas en los que se apliquen los conceptos que se estudian en el curso es fundamental, así como el uso adecuado del lenguaje matemático y el razonamiento lógico.

### **6.2. Generalidades sobre normativa**

Este es un curso de cuatro créditos. Según lo establecido en el **CONVENIO PARA UNIFICAR LA DEFINICIÓN DE CRÉDITO EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR DE COSTA RICA** un crédito es una unidad valorativa que exige un trabajo de tres horas reloj por parte de la/el estudiante.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede concluir que como este curso es de 4 créditos hay un total de 12 horas reloj semanales de trabajo por parte de la/el estudiante. Por lo tanto, la/el estudiante debe dedicar 7 horas reloj de trabajo semanal a este curso.

Debe tenerse presente el Reglamento de Régimen Académico Estudiantil el cual norma los procedimientos de evaluación y orientación académica de las diversas categorías de estudiantes de la UCR. Nos interesa indicarle que el capítulo V en sus artículos 14 y 15 trata sobre la administración de los cursos. En el capítulo VI se abordan las normas de evaluación. Los detalles los puede encontrar en la siguiente dirección electrónica <http://www.cu.ucr.ac.cr/normativ/>

### **6.3. Coordinación**

El coordinador del curso es el profesor Fabio Sánchez Peña, oficina #7 CIMPA. Las horas de atención serán los viernes de 845am a 1045am. Cualquier situación que deseen consul-

tar con respecto al curso por favor contactarlo en su oficina o bien escribiéndole al correo [fabio.sanchez@ucr.ac.cr](mailto:fabio.sanchez@ucr.ac.cr).

## 6.4. Material disponible

Se pondrá a disposición de los estudiantes una o varias listas de ejercicios. Estos ejercicios pretenden reforzar lo visto en clase y profundizar en aquellos temas que no pueden ser tratados de manera exhaustiva en el aula, como por ejemplo, algunos de los temas de estudio independiente. Todos los contenidos de la lista de ejercicios hacen parte del material a ser evaluado en los exámenes parciales correspondientes.

No debe olvidarse que se cuenta con el programa llamado **Estudiaderos**. Este programa se reúne los días miércoles en el aula 102 FM y allí puede encontrar estudiantes avanzados evacuando dudas de las diferentes materias de matemáticas para ingeniería. Los horarios van de 8 a.m hasta las 5 p.m.

En el CASE se pueden encontrar copias de exámenes de semestres anteriores del curso.

Se indica también que en caso de que no pueda asistir a las horas de consulta de su profesor puede asistir a consulta con cualquier otro profesor que integre la cátedra de ecuaciones diferenciales para ingeniería. El horario de consulta de cada profesor de la cátedra se colocará en la pizarra del curso apenas cada profesor lo haya establecido.

Por último se indica que existe un proyecto de la escuela de Ingeniería Industrial donde se da apoyo para el fortalecimiento de cursos, uno de tales es ecuaciones diferenciales. Estos cursos se imparten en la sede Rodrigo Facio, en la sede Interuniversitaria de Alajuela, y en la sede Regional de Occidente.

Para obtener horarios e información escribir a [cursosfortalecimiento.eii@ucr.ac.cr](mailto:cursosfortalecimiento.eii@ucr.ac.cr)

## 6.5. Pizarra del curso

El curso cuenta con una pizarra de información ubicada en el segundo piso del edificio de Física y Matemática. La información que indique el lugar (las aulas) donde se efectuarán las pruebas será puesta en esta pizarra con al menos cinco días hábiles de antelación, en cumplimiento de lo establecido en el artículo 18, inciso c) del reglamento de régimen académico estudiantil.

Además se cuenta con la página de la Escuela de Matemática [www.emate.ucr.ac.cr](http://www.emate.ucr.ac.cr) donde se estará exhibiendo la información relativa a los exámenes parciales y sus respectivas reposiciones.

## 6.6. Fechas a tomar en cuenta

Algunas fechas a tener en cuenta en el semestre son las siguientes:

- El semestre va del lunes 12 de marzo al viernes 6 de julio.
- La Semana U va del lunes 23 de abril al sábado 27 de abril.

- El martes 1 de mayo será feriado (Día del Trabajo).
- El martes 8 de mayo será el cambio de gobierno.
- El día mundial del medio ambiente será el martes 5 de junio.

## 7. Profesores del curso

GRUPO	HORARIO (AULA)	PROFESOR(A)
01	L 07:00-09:50 (404 CS), J 07:00-08:50 (404 CS)	Lourdes Hernández Rodríguez
02	L 07:00-08:50 (204 AU), J 11:00-12:50 (406 CS)	Alexander Walsh Zuñiga
03	L 10:00-12:50 (212 FM), J 11:00-12:50 (313 AU)	Edgardo Arita Dubón
04	L 13:00-14:50 (303 DE), J 13:00-15:50 (303 DE)	Juan Gabriel Calvo Alpizar
05	L 16:00-18:50 (602 DE), J 17:00-18:50 (602 DE)	Juan Gabriel Calvo Alpizar
06	L 19:00-21:50 (303 AU), J 19:00-20:50 (303 AU)	Juan José Viquez Rodríguez
07	K 07:00-09:50 (504 CS), V 07:00-08:50 (504 CS)	Lourdes Hernández Rodríguez
08	K 07:00-08:50 (509 CS), V 07:00-09:50 (509 CS)	William Alvarado Jiménez
09	K 10:00-12:50 (216 AU), V 11:00-12:50 (214 AU)	Fabio Sánchez Peña
10	K 13:00-14:50 (212 AU), V 13:00-16:50 (212 AU)	Rafael Zamora Calero
11	K 16:00-18:50 (602 DE), V 17:00-18:50 (210 AU)	Rafael Zamora Calero

## 8. Bibliografía

1. Cengel, Y. and Palm III, W., *Ecuaciones diferenciales para Ingeniería y ciencias*. McGrawHill, México, 2014.
2. Rai, B and Choudhury, D.P., *A Course in Ordinary Differential Equations*, Second Edition, NAROSA, New Delhi, 2013.
3. Edwards, C. Henry y David E. Penney, *Ecuaciones Diferenciales*, Pearson Educación, México, 2001.
4. Kiseliov, A., M. Krasnov y G. Makarenko, *Problemas de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias*, Editorial MIR, Mosc, 1988.
5. Kumar, Rabindra, *Introduction to Differential Equations*, PHI Learning, New Delhi, 2010.
6. Nagle, R. Kent, Edward B. Saff y A. D. Snider, *Ecuaciones Diferenciales y Problemas con Valores en la Frontera*, Pearson Educación, México, 2001.



7. Rainville, Earl D, Phillip E. Bedient y R. E. Bedient, *Ecuaciones Diferenciales*, Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., México, 1998.
8. Simmons, George F., *Ecuaciones Diferenciales con Aplicaciones y Notas Históricas*, McGraw-Hill, Madrid, 1997.
9. Simmons, George F., Steve G. Krantz, *Ecuaciones Diferenciales: Teoría, técnica y práctica*, McGraw-Hill, México, 2007.
10. Sinha, Amritasu, *Applied Differential Equations*, Alpha Science, India, 2010.
11. Zill, Dennis G. y Michael R. Cullen, *Ecuaciones Diferenciales con Problemas de Valores en la Frontera*. 5. edición. Thomson Learning, México, 2002.