

SYLLABUS CÁLCULO NUMÉRICO

Unidad académica responsable:
Carrera a la que se imparte:
Módulo:

Departamento de Ingeniería Matemática
Ingeniería Civil (varias especialidades)
No aplica.

I. IDENTIFICACIÓN

Nombre: Cálculo Numérico		
Código: 521230	Créditos: 4	
Prerequisitos: 503201; 521218; 521227		
Modalidad: Presencial	Calidad: Obligatoria	Duración: Semestral
Trabajo Académico:		
Horas teóricas: 3	Horas prácticas: 0	Horas de laboratorio: 2
Docentes responsables:	Franco Milanese P. Mauricio Vega H. (coordinador laboratorios) Manuel Solano P. (coordinador)	
Duración:	15 semanas	
Horario atención alumnos:	Franco Milanese P.: Lunes de 14:10 a 16:00 hrs. (FM-208) Mauricio Vega H.: Lunes y Martes de 12:15 a 13:00 hrs. (Of. 424) Manuel Solano P.: Miércoles de 9:15 a 10:00 hrs y Jueves de 16:00 a 17:00 hrs. (Of. 410)	

II. DESCRIPCIÓN

Asignatura teórico-práctica que contiene los fundamentos de los algoritmos numéricos para resolver problemas de la Matemática Aplicada por medio del computador.

Esta asignatura contribuye a la formación de las siguientes competencias del perfil de egreso:

- Conocimientos sobre el área de estudios y la profesión.

III. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

Al completar en forma exitosa esta asignatura, los estudiantes serán capaces de:

1. Deducir algoritmos que se detallan en los contenidos.
2. Estimar cotas de errores de los resultados obtenidos.
3. Usar técnicas para demostrar propiedades sencillas relacionadas con los algoritmos.
4. Resolver modelos matemáticos sencillos por medio de algunos métodos computacionales.

IV. CONTENIDOS

1. Errores:
 - 1.1 Errores absolutos.
 - 1.2 Errores relativos.
 - 1.3 Pérdida de cifras significativas.
2. Sistemas de Ecuaciones Lineales:
 - 2.1 Algoritmos: eliminación de Gauss, factorización LU, Choleski, pivoteo.
 - 2.2 Condicionamiento de matrices.
 - 2.3 Normas de vectores y matrices. Cotas de errores.
 - 2.4 Métodos Iterativos: El método iterativo general.
 - 2.5 Resolución de sistemas de ecuaciones lineales por los algoritmos de Jacobi y de Gauss-Seidel.
 - 2.6 Convergencia de métodos iterativos.
3. Aproximación:

- 3.1 Las ecuaciones normales.
- 3.2 El método de los cuadrados mínimos.
- 4. Interpolación:
 - 4.1 Interpolación polinomial, fórmula de Lagrange.
 - 4.2 Interpolación por polinomios *splines*. Estimación del error.
- 5. Integración Numérica:
 - 5.1 Reglas del trapecio y de Simpson.
 - 5.2 El método de Romberg.
 - 5.3 Fórmulas de tipo Gauss.
 - 5.4 Estimación de errores. Integración multidimensional.
- 6. Ecuaciones no lineales:
 - 6.1 Métodos de convergencia garantizada: Bisección. Convergencia lineal.
 - 6.2 Métodos de convergencia veloz: Newton–Raphson. Condiciones de convergencia. Criterio de detención.
 - 6.3 Método de la secante.
 - 6.4 Sistemas de ecuaciones no lineales: Método de Newton.
- 7. Ecuaciones diferenciales ordinarias:
 - 7.1 Problemas de valores iniciales: Existencia y unicidad de solución. Sistemas de ecuaciones diferenciales.
 - 7.2 Ecuaciones de orden superior.
 - 7.3 Método de Euler. Error local de truncamiento. Error global.
 - 7.4 Métodos de paso simple: Métodos de tipo Runge–Kutta: Euler–Cauchy, Euler mejorado, Estimación a posteriori del error. Control del paso de integración. Métodos Runge–Kutta–Fehlberg.
 - 7.5 Métodos de paso múltiple: Métodos explícitos: Adams–Bashforth. Métodos implícitos: Adams–Moulton. Métodos predictor–corrector.
 - 7.6 Ecuaciones *stiff*: Estabilidad de las ecuaciones y de los métodos numéricos.
 - 7.7 Problemas de valores de contorno: Existencia y unicidad de solución. Método de *shooting*. Método de diferencias finitas. Método de elementos finitos.

V. METODOLOGÍA

El curso se desarrolla con tres horas de clases teóricas. Además de las clases teóricas el curso contempla un laboratorio computacional semanal, de dos horas, y al cual **la asistencia es obligatoria**. Los alumnos se deberán inscribir en los laboratorios a partir del medio día del 12 de septiembre y hasta el medio día del 16 de septiembre mediante internet, en la dirección electrónica:

<http://www.ing-mat.udec.cl/numerico>

La elección de laboratorios será estrictamente por orden de inscripción. Esta inscripción de laboratorio es independiente de la inscripción formal de la asignatura.

VI. EVALUACIÓN

- a. La evaluación en la asignatura se hará por medio de dos (2) certámenes y dos (2) tests de laboratorio.
- b. Los dos (2) certámenes consistirán en pruebas escritas. Cada una de estas evaluaciones tendrá una ponderación en la nota final de un 40 %. Los laboratorios serán evaluados por dos (2) tests de 45 minutos frente al computador; cada uno con una ponderación en la nota final de un 10 %.
- c. Al final del semestre habrá una (1) evaluación de recuperación global y que remplazará una evaluación parcial de manera que la nota final resultante sea la que favorezca más al alumno (modalidad b del artículo 17.º del Reglamento Interno de Docencia de Pregrado de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas).
- d. En las evaluaciones, así como en los tests, **se prohíbe estrictamente el uso de calculadoras y teléfonos celulares**.
- e. La no asistencia a un certamen significará obtener nota final NCR. No obstante, quien justifique su inasistencia a un certamen (ver letra g siguiente) se deberá presentar a una evaluación oral para regularizar su situación.
- f. La no asistencia a un test significará obtener la calificación NCR. Quien justifique su inasistencia por los canales oficiales (ver letra g siguiente), se podrá presentar a un test de recuperación. No existe un test de recuperación para mejorar nota.
- g. Quien deba justificar una inasistencia a una evaluación **deberá hacerlo dentro de los plazos** y de acuerdo a los procedimientos dispuestos en el Artículo 18.º del Reglamento Interno de Docencia de Pregrado de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

- h. La asistencia de un alumno a cualquiera de las evaluaciones consideradas en la asignatura no permite justificaciones posteriores, sean éstas de salud o de otra índole.

VII. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO

Textos básicos u obligatorios.

1. KENDALL E. ATKINSON, *An introduction to numerical analysis*, Wiley, New York, 1978.
2. S. GROSSMAN, *Análisis numérico y visualización gráfica con MATLAB*, Prentice-Hall Hispanoamericana, México, 1997.

Textos complementarios.

1. H. ALDER & E. FIGUEROA, *Introducción al Análisis Numérico*, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Concepción, 1995.
2. K. ATKINSON, *Elementary Numerical Analysis*, John Wiley and Sons, 1993.
3. R. L. BURDEN & J. D. FAIRES, *Análisis Numérico*, Thomson, 1998.
4. S. C. CHAPRA & R. P. CANALE, *Métodos Numéricos para Ingenieros*, McGraw-Hill, 1999.
5. G. HÄMMERLIN & K.-H. HOFFMANN, *Numerical Mathematics*, Springer-Verlag, 1991.
6. D. R. KINCAID & W. CHENEY, *Análisis Numérico: las Matemáticas del Cálculo Científico*, Addison-Wesley Iberoamericana, 1994.
7. A. QUARTERONI & F. SALERI, *Scientific Computing with MATLAB*, Springer-Verlag, 2003.
8. H. R. SHWARTZ, *Numerical Analysis. A Comprehensive Introduction*, John Wiley and Sons, 1989.
9. J. STOER & R. BULIRSCH, *Introduction to Numerical Analysis*, Springer-Verlag, 1993.
10. L.N. TREFETHEN & D. BAU, *Numerical linear algebra*, SIAM, 1997.

VIII. PLANIFICACIÓN

Planificación de clases.

Semana	Actividad	Responsable	Trabajo académico
1 (05.sep–09.sep)	<p>Introducción</p> <p>Revisión de conceptos básicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Normas: Normas vectoriales y matriciales. Productos interiores. ■ Errores: Fuentes del error en la resolución numérica de modelos matemáticos de fenómenos reales. Errores computacionales. Propagación de errores. 	Docente	3 horas
2 (12.sep–16.sep)	<p>Sistemas de ecuaciones lineales.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Preliminares: Expresión matricial. Relación con la matriz inversa. Métodos directos e iterativos. Costo computacional operacional y en memoria. Propagación de errores de redondeo. ■ Factorización LU: Eliminación Gaussiana. Relación con la factorización LU. Solución de sistemas triangulares. Costo operacional. Conveniencia de la factorización. ■ Pivoteo: Estrategia de pivoteo parcial; necesidad. Matrices de permutación. Matrices “psicológicamente” triangulares. 	Docente	3 horas

Semana	Actividad	Responsable	Trabajo académico
3 y 4 (20.sep–30.sep)	Sistemas de ecuaciones lineales. <ul style="list-style-type: none"> ■ Adaptación a matrices con estructuras particulares: Matrices simétricas y definidas positivas; método de Cholesky. Matrices banda. Matrices tridimensionales. ■ Propagación de errores: Propagación de errores en los datos. Número de condición. Propagación de errores de redondeo. Estimación a posteriori del error. ■ Métodos iterativos: Matrices dispersas; almacenamiento. Esquema general de métodos iterativos. Matriz de iteración. Criterios de convergencia. Criterios de detención. ■ Métodos iterativos clásicos: Métodos de Jacobi y Gauss–Seidel. Criterios de convergencia. 	Docente	4 horas
5 (03.oct–07.oct)	Sistemas de ecuaciones lineales. <ul style="list-style-type: none"> ■ Métodos de tipo gradiente: Método del gradiente. Método del gradiente conjugado. Convergencia. Precondicionamiento. 	Docente	3 horas
6 y 7 (11.oct–21.oct)	Aproximación por cuadrados mínimos. <ul style="list-style-type: none"> ■ Ajuste de curvas: Solución en el sentido de cuadrados mínimos de sistemas rectangulares. Ecuaciones normales. Problemas de rango deficiente. ■ Ortogonalización: Factorización QR. Método de Gram–Schmidt. Método de Householder. ■ Problemas de cuadrados mínimos no lineales: Reducción a problemas lineales. 	Docente	5 horas
Evaluación I: Viernes 11 de noviembre, 13:15 hrs			
8 (24.oct–28.oct)	Interpolación numérica. <ul style="list-style-type: none"> ■ Interpolación polinomial: Existencia y unicidad del polinomio de interpolación. Fórmula de Lagrange. Error en la interpolación. Fenómeno de Runge. ■ Interpolación por <i>splines</i>: Interpolación lineal a trozos. <i>Splines</i> cúbicos. 	Docente	3 horas
9 y 10 (02.nov–11.nov)	Integración numérica. <ul style="list-style-type: none"> ■ Métodos elementales: Reglas del punto medio, de los trapecios y de Simpson. Acotación del error. ■ Método de Romberg: Extrapolación de Richardson. Método de Romberg ■ Método de Gauss: Polinomios de Legendre. Reglas de Gauss. Precisión. Aplicación. ■ Integración de funciones singulares: Reducción a integrales de funciones regulares. Métodos adaptativos. ■ Integrales múltiples. 	Docente	6 horas

Semana	Actividad	Responsable	Trabajo académico
11 y 12 (14.nov–25.nov)	Ecuaciones no lineales. <ul style="list-style-type: none"> ■ Métodos de convergencia garantizada: Bisección. Convergencia lineal. ■ Métodos de convergencia veloz: Newton–Raphson. Convergencia cuadrática. Condiciones de convergencia. Criterio de detención. Método de la secante. ■ Sistemas de ecuaciones no lineales: Método de Newton. 	Docente	6 horas
13 14, 15 y 16 (28.nov–23.dic)	Ecuaciones diferenciales ordinarias. <ul style="list-style-type: none"> ■ Problemas de valores iniciales: Existencia y unicidad de solución. Sistemas de ecuaciones diferenciales. Ecuaciones de orden superior. Métodos numéricos de paso simple y múltiple. Método de Euler. Error local de truncamiento. Error global. ■ Métodos de paso simple: Métodos de tipo Runge–Kutta: Euler–Cauchy, Euler mejorado, Runge Kutta de orden 4. Estimación a posteriori del error. Control del paso de integración. Métodos Runge–Kutta–Fehlberg. ■ Métodos de paso múltiple: Métodos explícitos: Adams–Bashforth. Métodos implícitos: Adams–Moulton. Métodos predictor–corrector. ■ Ecuaciones <i>stiff</i>: Estabilidad de las ecuaciones y de los métodos numéricos. Ecuaciones <i>stiff</i>. Métodos implícitos: métodos de Euler y de los trapecios. 	Docente	12 horas
Evaluación II: Martes 3 de enero			
Evaluación Recuperativa: Viernes 13 de enero			

Planificación de laboratorios.

Semana	Fecha	Actividad de Laboratorio
1	05.sep–09.sep	Libre
2	12.sep–16.sep	Inscripción electrónica
3	19.sep–23.sep	L1: Matlab
4	26.sep–30.sep	L2: Matlab
5	03.oct–07.oct	L3: Métodos directos
6	10.oct–14.oct	L4: Metodos iterativos
7	17.oct–21.oct	L5: Mínimos cuadrados
8	24.oct–28.oct	Laboratorio complementario
9	31.oct–04.nov	Test1
10	07.nov–11.nov	L6: Interpolación
11	14.nov–18.nov	L7: Integración
12	21.nov–25.nov	L8: Ecuaciones no lineales
13	28.nov–02.dic	L9: Ecuaciones diferenciales ordinarias
14	05.dic–09.dic	Libre
15	12.dic–16.dic	Laboratorio complementario
16	19.dic–23.dic	Test 2