

SYLLABUS DE LA ASIGNATURA CÁLCULO NUMÉRICO 521230

Primer semestre de 2016

Unidad académica responsable: Departamento de Ingeniería Matemática
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Concepción.
Carreras a la que se imparte: Ingeniería Civil (varias especialidades)
Módulos: No tiene
Semestre actual: 1 Año: 2016

Profesores:

Sección 1: Sr. Manuel Campos (Coordinador)

Sección 2: Sr. Mauricio Vega (Coordinador de Laboratorios)

Sección 3: Sr. Franco Milanese

I.- Identificación.

Nombre: Cálculo Numérico			
Código: 521230	Créditos: 4	Créditos SCT:	
Prerrequisitos: 503201, 521218, 521227			
Modalidad: Presencial	Calidad: Obligatoria	Duración: Semestral	
Semestre en el plan de estudios:		Carrera: Código varios	
Trabajo académico semanal			
Horas teóricas: 3	Horas práctica: 0	Horas laboratorio: 2	Horas otras actividades: .

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.

- **Revisión de conceptos básicos.**

- **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.

- **Sistemas de ecuaciones lineales.**

- **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.
- **Adaptación a matrices con estructuras particulares:** Matrices simétricas y definidas positivas; método de Cholesky. Matrices banda. Matrices tridiagonales.
- **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.
- **Métodos de tipo gradiente:** Método del gradiente. Método del gradiente conjugado. Convergencia. Precondicionamiento.

- **Aproximación por cuadrados mínimos.**

- **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.

- **Interpolación numérica.**

- **Interpolación polinomial:** Existencia y unicidad del polinomio de interpolación. Fórmula de Lagrange. Error en la interpolación. Fenómeno de Runge.
- **Interpolación por “splines”:** Interpolación lineal a trozos. “Splines” cúbicos.

- **Integración numérica.**

- **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.**

- **Ecuaciones no lineales.**

- **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.

- **Ecuaciones diferenciales ordinarias.**

- **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 “Stiff”:** Estabilidad de las ecuaciones y de los métodos numéricos. Ecuaciones “Stiff”. Métodos implícitos: métodos de Euler y de los trapecios.
- **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 y un laboratorio computacional semanal, de dos horas. A los laboratorios, la asistencia es obligatoria (100%). Una inasistencia se podrá justificar en la misma forma que se justifica la inasistencia a una evaluación. No obstante, una asistencia inferior al 75% en el semestre significará obtener Nota Final *NCR*. El cursar otra asignatura con topón de horario con los laboratorios de este curso, no se considerará justificación válida para inasistencias.
- Los alumnos se deberán inscribir en los laboratorios **desde las 15 horas del Miércoles 16 de Marzo y hasta las 18 horas del Jueves 17 de Marzo**, mediante internet en la dirección electrónica:

`www.ing-mat.udec.cl/numerico`

La elección de laboratorios será estrictamente por orden de inscripción.

- Los alumnos podrán resolver con el profesor, asuntos relacionados con la asignatura, en el **horario de consultas** que se fije con los alumnos en las primeras clases (ver última página).
- Información variada, como también las Notas de las Evaluaciones, será canalizada a través de la plataforma **INFODA** o vía **e-mail**.

VI.- Evaluación.

- (a) La evaluación en la asignatura se hará por medio de dos evaluaciones parciales y dos tests de laboratorio.
- (b) Las dos evaluaciones 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 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 que abarcará toda la materia del semestre y que reemplazará la menor de las notas obtenidas en las evaluaciones parciales.
- (d) En las evaluaciones, así como en los tests, se prohíbe estrictamente el uso de calculadoras, celulares y cualquier otro medio (MP3, MP4, iPoD, iPad, etc).
- (e) La inasistencia a una evaluación significará obtener Nota Final *NCR*. No obstante, quien justifique su inasistencia a una evaluación deberá regularizar su situación, en los plazos y la forma indicada en el Artículo 18 del Reglamento de Docencia de Pregrado de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Este reglamento lo encuentra en:

www.cfm.udec.cl/docencia/reglamentos

- (f) La inasistencia a un test significará obtener la calificación *NCR*. Quien justifique su inasistencia a un test, en la forma indicada en la letra (e), se podrá presentar a un *test de recuperación*. El test de recuperación, que se toma el mismo día de la Evaluación de Recuperación, es de contenido global y no sirve para mejorar nota.

VII.- Bibliografía y material de apoyo.

Bibliografía básica.

1. ATKINSON, KENDALL: *An introduction to Numerical Analysis*. Wiley New York, 1978.
2. GROSSMAN, S. : *Análisis numérico y visualización gráfica con matlab.*. Prentice-Hall Hispanoamericana, México, 1997.

Bibliografía complementaria.

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.

Material de apoyo.

1. Todo el abundante material de apoyo de la asignatura lo encuentra en:

www.ing-mat.udec.cl/numerico>documentacion .

VIII.- Planificación de las clases.

Semana 1: del 07 al 11 de Marzo de 2016.

Semana	Actividad: Clases teóricas	Responsable	Trabajo académico
1	Inicio: Presentación del Syllabus. Que es el Cálculo Numérico ?. Revisión de conceptos básicos: Normas matriciales. Productos interiores.	Docente	3 horas
2	Revisión de conceptos básicos. <ul style="list-style-type: none"> • Errores: Fuentes del error en la resolución numérica de modelos matemáticos de fenómenos reales. Errores computacionales. Propagación de errores. Sistemas de ecs. lineales. <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. 	Docente	3 horas
3	Sistemas de ecs. lineales. <ul style="list-style-type: none"> • 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. • Adaptación a matrices con estructuras particulares: Matrices simétricas y definidas positivas; método de Cholesky. Matrices banda. Matrices tridiagonales. 	Docente	3 horas
4	Sistemas de ecs. lineales. <ul style="list-style-type: none"> • 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. 	Docente	3 horas
5	Sistemas de ecs. lineales. <ul style="list-style-type: none"> • Métodos iterativos clásicos: Métodos de Jacobi y Gauss-Seidel. Criterios de convergencia. • Métodos de tipo gradiente: Método del gradiente. Método del gradiente conjugado. Convergencia. Precondicionamiento. 	Docente	3 horas
6 y 7	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	4 horas
7 y 8	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 splines: Interpolación lineal a trozos. Splines cúbicos. 	Docente	4 horas
8	Muestra de Modelo de Evaluación.	Docente	1 horas

Semana	Actividad: Clases teóricas	Responsable	Trabajo académico
9 y 10	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
11 y 12	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	5 horas
12	Ecuaciones diferenciales ordinarias. <ul style="list-style-type: none"> • Problemas de valores iniciales: Existencia y unicidad de solución. Solución numérica. Método de Euler. Error local de truncamiento. Error global. 	Docente	1 horas
13, 14 y 15	Ecuaciones diferenciales ordinarias. <ul style="list-style-type: none"> • 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. Sistemas de ecuaciones diferenciales. Ecuaciones de orden superior. • Métodos de paso múltiple: Métodos explícitos: Adams-Bashforth. Métodos implícitos: Adams-Moulton. Métodos predictor-corrector. • Ecuaciones “Stiff”: Estabilidad de las ecuaciones y de los métodos numéricos. Ecuaciones “Stiff”. Métodos implícitos: métodos de Euler y de los trapecios. • Problemas de valores de contorno: Existencia y unicidad de solución. Método de “shooting”. Método de diferencias finitas. Método de elementos finitos. Fin de las clases.	Docente	9 horas

IX.- Planificación de los laboratorios.

Semana	Fecha Lab.	Actividad de Laboratorio
1	9 - 10 / Marzo	Semana sin actividades
2	16 - 17 / Marzo	Inscripción de laboratorios vía internet
3	23 - 24 / Marzo	Lab. 01: Introducción a Matlab I
4	30 - 31 / Marzo	Lab. 02: Introducción a Matlab II
5	6 - 7 / Abril	Lab. 03: S. E. L. (Métodos Directos)
6	13 - 14 / Abril	Lab. 04: S. E. L. (Métodos Iterativos)
7	20 - 21 / Abril	Lab. 05: Mínimos Cuadrados
8	27 - 28 / Abril	Lab. 06: Interpolación
9	4 - 5 / Mayo	Laboratorio Complementario
10	11 - 12 / Mayo	Test 1
11	18 - 19 / Mayo	Muestra Test 1
12	25 - 26 / Mayo	Lab. 07: Integración
13	1 - 2 / Junio	Lab. 08: Ecuaciones no lineales
14	8 - 9 / Junio	Lab. 09: Ecuaciones diferenciales ordinarias
15	15 - 16 / Junio	Laboratorio Complementario
16	22 - 23 / Junio	Test 2
17	29 - 30 / Junio	Muestra Test 2

Cualquier cambio se comunicará oportunamente en clases y/o por INFODA.

X.- Fecha de las Evaluaciones.

Evaluacion - 1	Vi 13 de Mayo.
Evaluacion - 2	Ma 28 de Junio.
Eval. de Recuperación	Lu 11 de Julio.
Test de Recuperación	Lu 11 de Julio.

Cualquier cambio se comunicará oportunamente en clases y/o por INFODA.

XI.- Otros (Atención de alumnos).

Profesor sección 1: Sr. Manuel Campos
Oficina: 427, 4^o piso FCFM*
Fono: 220-3150
e-mail del profesor: mcampos@udec.cl

Secretaria: 220-4119 (Sra. Ana Opazo)
Oficina: 404, 4^o piso FCFM*

Horario de clases: Lunes de 8:15 a 9:45 en A-311
Miércoles de 8:15 a 9:00 en A-311

Horario de consultas: Lunes de 12:10 a 13 horas

Profesor sección 2: Sr. Mauricio Vega
Oficina: 211, 2^o piso FCFM*
Fono: 220-3114
e-mail del profesor: mvega@ing-mat.udec.cl

Secretaria: 220-4119 (Sra. Ana Opazo)
Oficina: 404, 4^o piso FCFM*

Horario de clases: Lunes de 8:15 a 9:45 en A-114
Miércoles de 8:15 a 9:00 en A-114

Horario de consultas: A fijar

Profesor sección 3: Sr. Franco Milanese
Oficina:
Fono:
e-mail del profesor:

Secretaria: 220-4119 (Sra. Ana Opazo)
Oficina: 404, 4^o piso FCFM*

Horario de clases: Lunes de 8:15 a 9:45 en A-312
Miércoles de 8:15 a 9:00 en A-112

Horario de consultas: A fijar

(*) FCFM: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

Lunes 07 de Marzo de 2016.