



Doctorado en Ingeniería 2018

FORMULARIO DE PRESENTACIÓN DE CURSO

Cuatrimestre que se dicta:

1er Cuatrimestre

2do Cuatrimestre

Denominación del curso:

Métodos iterativos para la solución de sistemas lineales y no lineales

Objetivos del curso:

El objetivo de este curso es brindar al estudiante de posgrado una base matemática e informática para poder afrontar la resolución iterativa de sistemas de ecuaciones lineales y no lineales que provienen, por ejemplo, de la discretización de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales mediante los métodos de diferencias finitas, elementos finitos o volúmenes finitos. Se presentarán las bases matemáticas necesarias para el estudio de convergencia, estabilidad y precisión de aquellos métodos iterativos que son de uso extensivo por la comunidad científica para la resolución de grandes sistemas de ecuaciones; de los métodos utilizados específicamente para la resolución de sistemas de ecuaciones no-lineales y optimización, así como también se darán detalles de la implementación de sus algoritmos. La idea del curso es también la de usar y evaluar el rendimiento de los métodos iterativos dentro del contexto de la mecánica computacional.

Programa analítico:

[1] Conceptos básicos y métodos iterativos estacionarios. [1.1] Revisión y notación. [1.2] El lema de Banach e inversas aproximadas. [1.3] El radio espectral. [1.4] Particionamiento de matrices y métodos iterativos estacionarios clásicos. [1.5] Ejercicios sobre métodos iterativos estacionarios. [2] Iteración de Gradientes Conjugados (CG). [2.1] Métodos iterativos de Krylov y la propiedad de minimización. [2.2] Consecuencias de la propiedad de minimización. [2.3] Criterios de detención en las iteraciones. [2.4] Implementación. [2.5] Precondicionamiento. [2.6] Métodos de CG sobre ecuaciones normales (CGNR y CGNE). [2.7] Ejemplos del método de CG con precondicionamiento. [2.8] Ejercicios sobre CG. [3] Iteración del Residuo Mínimo Generalizado (GMRES). [3.1] La propiedad de minimización y sus consecuencias. [3.2] Criterios de detención en la iteración. [3.3] Precondicionamiento. [3.4] Implementación de GMRES: ideas básicas. [3.5] Implementación de GMRES en una base ortogonal. [3.6] Colapso de GMRES (Breakdown). [3.7] Algoritmo de Gram-Schmidt modificado. [3.8] Una implementación eficiente de GMRES. [3.9] Estrategias de reortogonalización y reinicio. [3.10] Ejemplos y ejercicios para GMRES. [4] Conceptos básicos en iteración de punto fijo. [4.1] Tipos de convergencia. [4.2] Iteración de punto fijo. [4.3] Hipótesis estándar. [5] Método iterativo de Newton. [5.1] Convergencia local del método de Newton. [5.2] Criterios de detención de la iteración. [5.3] Implementación del método iterativo de Newton. [5.4] Errores en la función y su derivada. [5.4.1] Método de la cuerda. [5.4.2] Inversa aproximada de la matriz Jacobiana. [5.4.3] Método de Shamanskii. [5.4.4] Aproximación en diferencias para la matriz Jacobiana. [5.4.5] Método de la secante. [5.5] Ejemplos y ejercicios. [6] Métodos iterativos de Newton inexactos [6.1] Estimaciones básicas. [6.2] Métodos de Newton-iterativos. [6.2.1] Newton – GMRES. [6.2.2] Otros métodos Newton – iterativos. [6.3] Implementación de Newton – GMRES. [6.4] Ejemplos



para Newton – GMRES: ecuación de advección – difusión. [6.5] Ejercicios sobre métodos de Newton inexactos.

Bibliografía:

C.T. Kelley. Iterative Methods for Linear and Nonlinear Equations. Frontiers in Applied Mathematics, vol. 16. SIAM: Philadelphia, PA, 1995. G. Golub, Ch.F. Van Loan., Matrix Computations, 4 th Edition, The John Hopkins Univ. Press, 2013. Shewchuk, J.R., An Introduction to the Conjugate Gradient Method Without the Agonizing Pain, Carnegie Mellon University, School of Computer Science, 1994. M.A. Storti, R.R. Paz. Métodos Iterativos para la Solución de Problemas Lineales y No-Lineales. Notas del curso. Universidad Nacional del Litoral – CONICET, 2011. Barrett R., Berry M., Chan T. F., Demmel J., Donato J., Dongarra J., Eijkhout V., Pozo R., Romine C., Van der Vorst H., Templates for the Solution of Linear Systems: Building Blocks for Iterative Methods, 2nd Edition, SIAM, Philadelphia, PA, 1994.

Docente responsable:

Gustavo Rios Rodriguez

Docentes corresponsables:

Docentes colaboradores:

Conocimientos previos requeridos:

El siguiente listado hace referencia a conocimientos previos, necesarios en la formación de los alumnos, para poder tomar el curso. En todos los casos, se hace referencia a conocimientos adquiridos en cursos de grado de carreras de ingeniería, licenciaturas en matemática, etc.* Conocimientos de Matemática y Álgebra Lineal.* Conocimientos sobre Ecuaciones Diferenciales.* Conocimientos sobre Cálculo Numérico.* Conocimientos de programación en Octave/Matlab, C/C++ ó Fortran.

Carga horaria:

La carga horaria del curso comprende 1 clase semanal teórica de 3hs de duración y 1 clase semanal de práctica en laboratorio de computación de 2hs de duración, totalizando una carga horaria de 75 horas.

Instancias de evaluación:

* 2 exámenes parciales teóricos – prácticos.* 1 examen final, que consistirá en la presentación escrita mediante un informe y en la defensa oral de un trabajo en el cual se plantee la resolución de un problema práctico relacionado con los temas de la materia y que será propuesto por el alumno, o en su defecto asignado por el docente, durante la etapa inicial del cursado.* Se prevé la posibilidad de recuperar sólo aquel parcial teórico – práctico con la menor nota.

Requisitos de aprobación del curso:

Para aprobar el curso el alumno deberá: * Observar al menos un 60% de asistencia en las clases teóricas y al menos un 80% de asistencia en las prácticas en el laboratorio de computación. * Aprobar los dos parciales teórico – prácticos con al menos un 40% de la



calificación máxima de cada uno. Se prevé la posibilidad de recuperar únicamente el parcial con menor nota. * Aprobar el exámen final. Para ello, el alumno deberá presentar un informe escrito el cual, una vez aprobado por el docente, deberá ser expuesto y defendido en forma oral. La calificación del exámen final se calculará como el 60% de la nota asignada al informe escrito y el 40% de la nota asignada a la exposición oral.

Cupo mínimo:

4

Cupo máximo:

15

Fecha inicio:

28-08-2018

Duración:

15 semanas

Horarios de dictado:

	Lugar	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Teoría			14h a 17h				
Práctica					9h a 12h		

Infraestructura y equipamiento necesarios:

Para el dictado del curso son necesarios: * Teoría: aula con pizarrón y cañón proyector. * Práctica: gabinete de computación con cañón proyector y con el software necesario instalado en las computadoras. Dicho software comprende principalmente a GNU Octave y / o GCC para compilar código C / C++ y / o Fortran. El alumno puede asistir y trabajar durante el curso con su propia computadora (notebook) haciendo uso de software similar, tal como Matlab.

Otros:

Lugar y fecha: Santa Fe, 30 de julio de 2018