



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA
EN INGENIERÍA QUÍMICA



| | | | | |
|--|--|---------------------------------|---|---|
| PROGRAMA DE LA ASIGNATURA DE: | | | | |
| MÉTODOS NUMÉRICOS | | | | |
| IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA | | | | |
| MODALIDAD: | Curso | | | |
| TIPO DE ASIGNATURA: | Teórico – Práctica | | | |
| SEMESTRE EN QUE SE IMPARTE: | Tercero | | | |
| CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: | Obligatoria | | | |
| NÚMERO DE CRÉDITOS: | 6 | | | |
| HORAS A LA SEMANA: | 4 | Teóricas: 2 | Prácticas: 2 | Semanas de clase: 16 |
| | | | | TOTAL DE HORAS: 64 |
| SERIACIÓN: | Si (<input checked="" type="checkbox"/>) | No (<input type="checkbox"/>) | Obligatoria (<input checked="" type="checkbox"/>) | Indicativa (<input type="checkbox"/>) |
| SERIACIÓN ANTECEDENTE: | Programación y Computación | | | |
| SERIACIÓN SUBSECUENTE: | Ninguna | | | |

OBJETIVO GENERAL

Al finalizar el curso el alumno deberá ser capaz de: Explicar los fundamentos matemáticos y la forma en que operan los métodos numéricos, además de llevar a cabo la construcción de los algoritmos computacionales que le permitan resolver diferentes tipos de ecuaciones que se presentan en aplicaciones prácticas de la ingeniería y para las cuales es difícil encontrar una solución analítica, comprendiendo ellas: ecuaciones algebraicas y trascendentales, ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales, sistemas de ecuaciones lineales y no lineales, ecuaciones integrales y sistemas de ecuaciones diferenciales acopladas.

ÍNDICE TEMÁTICO

| UNIDAD | TEMAS | Horas Teóricas | Horas prácticas |
|--------|--|----------------|-----------------|
| 1 | Introducción al Curso de Métodos Numéricos | 2 | 0 |
| 2 | Tipos de Error que se Presentan Durante la Aplicación de Métodos Numéricos | 2 | 2 |
| 3 | Solución Numérica de Ecuaciones Simultáneas Lineales | 4 | 4 |
| 4 | Resolución de Ecuaciones Algebraicas no Lineales y Trascendentes | 4 | 4 |
| 5 | Aproximación Polinomial | 2 | 2 |
| 6 | Ajuste Funcional | 2 | 3 |
| 7 | Solución Numérica de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias | 6 | 6 |

| | | | |
|---|---------------------------------|-----------|-----------|
| 8 | Métodos de Diferencias Finitas | 6 | 6 |
| 9 | Método de Elementos Finitos | 4 | 5 |
| | TOTAL DE HORAS TEÓRICAS | 32 | 0 |
| | TOTAL DE HORAS PRÁCTICAS | 0 | 32 |
| | TOTAL DE HORAS | 64 | |

CONTENIDO TEMÁTICO

1. INTRODUCCIÓN AL CURSO DE MÉTODOS NUMÉRICOS

- 1.1. Importancia de los métodos numéricos para resolver problemas en Ingeniería Química
- 1.2. Tipos de ecuaciones que aparecen con mayor frecuencia en la Ingeniería Química
 - 1.2.1. Ecuaciones algebraicas y trascendentes. Ejemplos.
 - 1.2.2. Ecuaciones diferenciales ordinarias. Ejemplos
 - 1.2.3. Ecuaciones diferenciales parciales. Ejemplos
 - 1.2.4. Ecuaciones integrales. Ejemplos
 - 1.2.5. Sistemas de ecuaciones diferenciales acopladas. Ejemplos
- 1.3. Identificación de los términos no lineales en los diferentes tipos de ecuaciones
- 1.4. Diferencias entre las soluciones analíticas y numéricas. Ejemplos

2. TIPOS DE ERROR QUE SE PRESENTAN DURANTE LA APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS NUMÉRICOS

- 2.1. Errores inherentes
- 2.2. Errores absolutos y errores relativos
- 2.3. Errores por truncamiento
- 2.4. Errores por redondeo
- 2.5. Errores en las operaciones de suma, resta, multiplicación y división
- 2.6. Propagación del error
- 2.7. Evaluación cuantitativa del error presente en los métodos numéricos
- 2.8. Estrategias para minimizar el error
 - 2.8.1. Ejercicios de evaluación del error en ejemplos sencillos
 - 2.8.2. Ejercicios de estrategias de minimización del error

3. SOLUCIÓN NUMÉRICA DE SISTEMAS DE ECUACIONES SIMULTÁNEAS LINEALES

- 3.1. Teorema de existencia de las soluciones de un sistema de ecuaciones algebraicas lineales
 - 3.1.1. Sistema con solución única
 - 3.1.2. Sistema con solución múltiple
 - 3.1.3. Sistema sin solución (sistemas de ecuaciones inconsistentes)
- 3.2. Clasificación de los métodos de solución
 - 3.2.1. Métodos directos
 - 3.2.2. Métodos indirectos

- 3.3. Eliminación gaussiana
- 3.4. Método de Gauss-Jordan
 - 3.4.1. Cálculo del determinante de la matriz del sistema
 - 3.4.2. Cálculo de la inversa de la matriz del sistema
 - 3.4.3. Solución del sistema de ecuaciones
- 3.5. Método de Jacobi
- 3.6. Método de Gauss-Seidel
- 3.7. Método de Gauss-Seidel con relajación. Comparación de exactitud y rapidez de convergencia de los métodos de Gauss-Seidel con y sin relajación
- 3.8. Ejercicios de aplicación de los métodos Gauss, Jacobi, Gauss-Jordan y Gauss-Seidel.

4. RESOLUCIÓN DE ECUACIONES ALGEBRAICAS NO LINEALES Y TRASCENDENTES

- 4.1. Solución de una sola ecuación algebraica
 - 4.1.1. Método de aproximaciones sucesivas
 - 4.1.2. Método de bisección
 - 4.1.3. Comparación de exactitud y rapidez de convergencia de los métodos de aproximaciones sucesivas y bisección
 - 4.1.4. Método de la regla falsa
 - 4.1.5. Método de la secante
 - 4.1.6. Método de Newton-Raphson
 - 4.1.7. Comparación de exactitud y rapidez de convergencia de los métodos de regla falsa, la secante y de Newton-Raphson
- 4.2. Solución de sistemas de ecuaciones no lineales
 - 4.2.1. Método de aproximaciones sucesivas
 - 4.2.2. Método de Wegstein
 - 4.2.3. Método de Newton-Raphson generalizado a sistemas de ecuaciones simultáneas no lineales
 - 4.2.4. Método de la secante generalizado
 - 4.2.5. Método de Broyden
- 4.3. Ejercicios de aplicación de los métodos revisados para una sola ecuación y para sistemas de ecuaciones

5. APROXIMACIÓN POLINOMIAL

- 5.1. Interpolación
- 5.2. Polinomios de Newton
- 5.3. Polinomios de Lagrange
- 5.4. Ejercicios de cálculo de coeficientes de los polinomios de interpolación de Newton y de Lagrange
- 5.5. Integración numérica
- 5.6. Derivación numérica
- 5.7. Integración bidimensional
- 5.8. Ejercicios de:
 - 5.8.1. Integración numérica unidimensional por el método trapezoidal
 - 5.8.2. Integración numérica unidimensional por el método de Simpson

- 5.8.3. Diferenciación numérica
- 5.8.4. Integración numérica bidimensional por el método trapezoidal

6. AJUSTE FUNCIONAL

- 6.1. Método de mínimos cuadrados
- 6.2. Ajuste polinomial
 - 6.2.1. Regresión lineal
 - 6.2.2. Regresión cuadrática
 - 6.2.3. Regresión cúbica
 - 6.2.4. Regresión polinomial
- 6.3. Ejercicios para:
 - 6.3.1. Ajuste polinomial
 - 6.3.2. Regresiones polinomiales
 - 6.3.3. Ajustes a funciones no polinomiales con coeficientes lineales

7. SOLUCIÓN NUMÉRICA DE ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS

- 7.1. Solución numérica de una ecuación diferencial ordinaria de primer orden de la forma $y'=F(x,y)$
 - 7.1.1. Métodos de Runge-Kutta
 - 7.1.1.1. Método de Euler
 - 7.1.1.2. Métodos de orden superior. Método de Gill.
 - 7.1.2. Métodos predictor-corrector
- 7.2. Ejercicios de resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales de primer orden
- 7.3. Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias de orden superior
- 7.4. Descomposición de una ecuación de orden n en un sistema de n ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden
- 7.5. Solución de sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias aplicando los métodos tipo Runge-Kutta
- 7.6. Problemas con condiciones iniciales
- 7.7. Problemas con condiciones iniciales y valores a la frontera

8. MÉTODO DE DIFERENCIAS FINITAS

- 8.1. Clasificación de las ecuaciones diferenciales parciales más frecuentes en aplicaciones de Ingeniería Química
 - 8.1.1. Ecuaciones parabólicas
 - 8.1.2. Ecuaciones hiperbólicas
 - 8.1.3. Ecuaciones elípticas
- 8.2. Método de diferencias finitas explícito
- 8.3. Métodos de diferencias finitas implícitos
 - 8.3.1. Cranck-Nicholson
 - 8.3.2. Hopscotch
 - 8.3.3. Espacios preconditionados de Krylov
- 8.4. Evaluación del error en los métodos de diferencias finitas
- 8.5. Ejemplos de aplicación

9. MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS

- 9.1. Ajuste funcional a la solución de una ecuación diferencial por mínimos cuadrados
- 9.2. Métodos de elementos finitos por residuos ponderados
 - 9.2.1. Minimización del cuadrado del error
 - 9.2.2. Colocación por puntos
 - 9.2.3. Colocación por subdominios
 - 9.2.4. Galerkin
- 9.3. Elementos Finitos variacionales
 - 9.3.1. Principio variacional
 - 9.3.2. Ecuación de Euler-Lagrange
 - 9.3.3. Ecuaciones diferenciales que tienen asociado un principio variacional
- 9.4. Evaluación del error en métodos de elementos finitos.
- 9.5. Ejemplos de aplicación

ACTIVIDADES PRÁCTICAS:

Durante las sesiones prácticas se realizará la resolución de problemas que se relacionen con las unidades temáticas descritas; estas actividades deberán reflejar el número de horas prácticas señaladas en este programa. Estas actividades deberán ser consideradas en la evaluación final de la asignatura.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Burden, R. L., Faires, J. D. Análisis Numérico. 7^a ed. Thomson. México. 2002.
- Burden, R. L., Faires, J. D. Numerical Analysis. 9th ed. Brooks Cole. Canada. 2010.
- Chapra, S. C., Canale, R. P. Métodos Numéricos para Ingenieros. 6^a ed. McGraw Hill. México. 2011.
- Curtis, F. G., Patrick, O. W. Análisis Numérico con Aplicaciones. 6^a ed. Prentice Hall. México. 2000.
- Kenneth, J. B. Numerical Methods for Chemical Engineering: Applications in Matlab. Cambridge University Press. United Kingdom. 2006.
- Mathews, J. H., Fink, K. D. Métodos Numéricos Utilizando Matlab. 3^a ed. Prentice Hall. México. 1999.
- Shoichiro, N. Numerical Analysis and Graphic Visualization with Matlab. 2nd ed. Prentice Hall. USA. 2001.
- Steven C. Applied Numerical Methods w/Matlab: for Engineering & Scientists. 3rd ed. McGraw Hill. New York. 2011.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Iserles, A. A First Course in the Numerical Analysis of Differential Equations (Cambridge Text in Applied Mathematics). 2nd ed. Cambridge University Press. United Kingdom. 2008.
- Cheney, E. W., Kincaid, D. R. Numerical Mathematics and Computing. 6th Ed. Thomson Learning. USA. 2007.
- Kapuno Jr., R. R. Programming for Chemical Engineers Using C, C++, and Matlab. Jones & Bartlett Publishers. New Delhi. 2008.
- Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., Stein, C. Introduction to Algorithms. 3rd ed. The MIT Press. USA. 2009.

CIBERGRAFÍA

- www.maplesoft.com/MathResearch
- www.scholarpedia.org/article/Numerical_analysis
- <http://www.mathworks.com/>

SUGERENCIAS DIDACTICAS RECOMENDADAS PARA IMPARTIR LA ASIGNATURA

| SUGERENCIAS DIDACTICAS | UTILIZACIÓN EN EL CURSO |
|---|--------------------------------|
| Exposición oral | X |
| Sesiones de taller de programación de métodos numéricos | X |
| Sesiones de taller de uso de software especializado | X |
| Exposición audiovisual | X |
| Actividades prácticas dentro de clase | X |
| Ejercicios fuera del aula | X |
| Seminarios | X |
| Lecturas obligatorias | |
| Trabajo de investigación | |
| Prácticas de Taller | |
| Taller de resolución de problemas asistidos por el profesor | X |
| Otras | |

MECANISMOS DE EVALUACIÓN.

| ELEMENTOS UTILIZADOS PARA EVALUAR EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE | UTILIZACIÓN EN EL CURSO |
|--|-------------------------|
| Exámenes parciales | X |
| Examen final | X |
| Trabajos y tareas fuera del aula | X |
| Exposición de seminarios por los alumnos. | X |
| Participación en clase | |
| Programas elaborados | X |
| Taller de resolución de problemas asistidos por el profesor | X |
| Asistencia | |

| PERFIL PROFESIOGRÁFICO REQUERIDO PARA IMPARTIR LA ASIGNATURA | | | |
|--|----------|--------------------|---------------|
| LICENCIATURA | POSGRADO | ÁREA INDISPENSABLE | ÁREA DESEABLE |
| Ingeniería Química o Ingeniería | | Métodos Numéricos | |
| Con experiencia docente | | | |