UNIVERSIDAD DE SONORA
Unidad Regional Centro
División de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Industrial
LICENCIATURA INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

Nombre de la Asignatura: ANÁLISIS NUMÉRICO Y PROGRAMACIÓN					
Clave: 4647	**Créditos:** 6	**Horas totales:** 80	**Horas Teoría:** 1	**Horas Práctica:** 2	**Horas Semana:** 5
Modalidad: Presencial			**Eje de formación:** Profesionalizante		
Elaborado por: CARLOS ANAYA EREDIAS, CARLOS FIGUEROA NAVARRO					
Antecedente: Ecuaciones Diferenciales			**Consecuente:** Ninguno		
Carácter: Obligatoria			**Departamento de Servicio:** Ingeniería Industrial		

Propósito:
La idea fundamental de curso es aprender a utilizar algoritmos numéricos para obtener soluciones aproximadas de modelos matemáticos de interés en ingeniería, que no se pueden resolver por métodos analíticos, asimismo se busca que el alumno pueda explicar, modelar y diseñar desde un enfoque numérico el comportamiento de los sistemas de la mecatrónica.

I. Contextualización

Introducción:

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero en Mecatrónica la capacidad de aplicar herramientas matemáticas, computacionales en la solución de problemas, esto mediante el aprendizaje para formular modelos, analizar procesos y elaborar prototipos mecánicos y mecatrónicos. Así mismo le permite utilizar el pensamiento creativo y crítico en el análisis de situaciones relacionadas con la ingeniería mecatrónica, para la toma de decisiones.

Esta asignatura requiere haber cursado previamente la asignatura de Programación para Ingenieros I, así como del dominio de los conceptos fundamentales de Álgebra Lineal, Cálculo Diferencial y Cálculo Integral. El propósito de la asignatura es que el estudiante tenga las herramientas para resolver problemas de ingeniería, física y matemáticas que no pueden resolverse por técnicas analíticas, por resultar excesivamente complejas. Estos problemas se presentan en una gran variedad de situaciones que surgen en asignaturas del plan de estudios de Ingeniería en Mecatrónica como Ecuaciones Diferenciales, Fundamentos de Robótica, Dinámica de Sistemas y Diseño de Elementos Mecánicos. De igual forma, son importantes los métodos numéricos de solución en el área de Control y Electrónica.

El objetivo principal del Análisis Numérico y Programación es estudiar cómo aproximar la solución computacional de los problemas que aparecen en fenómenos físicos. Es una rama de las matemáticas que mediante el uso de algoritmos iterativos, obtiene soluciones numéricas a problemas en los cuales la matemática simbólica o analítica resulta difícil y poco eficiente.

En la unidad didáctica I se aborda los aspectos trascendentales del Cálculo Diferencial e Integral, pero desde un enfoque numérico, en efecto se estudian temas como el teorema fundamental de cálculo, el teorema de

Lagrange, límites, continuidad, Serie de Taylor, Series Infinitas; por último, se estudia la teoría del error y el redondeo.

En la unidad didáctica II se trata de la búsqueda de raíces de ecuaciones no lineales, donde se estudian los métodos de intervalos, los métodos abiertos y métodos para raíces múltiples. La idea es poder resolver problemas de determinar la raíz de una ecuación, pero aplicada a la ingeniería para emplear los programas realizados. Se tiene presente el método de la bisección, secante, punto fijo, Newton y falsa posición.

En la unidad didáctica III se estudian los métodos numéricos usados para resolver los sistemas de ecuaciones lineales algebraicas, como son el Método de eliminación Gaussiana, Método de Gauss-Jordan, Método de descomposición LU, Método de Gauss-Seidel. Por último, se cierra la unidad con la obtención de eigenvalores y eigenvectores.

En la unidad didáctica IV se comienza abordando interpolación lineal y cuadrática, polinomios de interpolación con diferencias divididas de Newton, polinomios de Lagrange y finalmente se estudia regresión por mínimos cuadrados lineales y cuadráticos.

En la unidad didáctica V se hace un estudio de los principales métodos para derivación e integración numérica. La idea es determinar la solución de problemas aplicados al cálculo de áreas, volúmenes, así como a problemas de eléctrica y mecánica.

En la unidad didáctica VI se presentan fundamentos de ecuaciones diferenciales ordinarias y los métodos numéricos básicos de solución: Métodos de un solo paso (Euler, Runge Kutta) y los métodos de pasos múltiples. Además, la unidad cubre solución de sistemas simultáneos de ecuaciones diferenciales ordinarias y el espacio fase.

Por último, en la unidad didáctica VII se estudian los elementos para efectuar optimización numérica a través de máximos, mínimos y otros métodos conocidos por su efectividad tal como el de los multiplicadores de Lagrange y el método Nelder-Mead. El proceso de optimizar una función sujeta a restricciones aparece en un gran número de contextos. Los siguientes son algunos casos de aplicación: control de procesos; finanzas computacionales; estimación de parámetros de modelos complejos; estadística; reconstrucción de imágenes; logística; diseño óptimo.

Perfil del(los) instructor(es):	Poseer Licenciatura en Ingeniería industrial, Ingeniería en Mecatrónica, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Química, licenciatura en Electrónica, Física o Matemáticas. Preferentemente con grado académico de maestría o especialidad. Experiencia docente y desarrollo profesional comprobada.

II. Competencias a lograr

Competencias genéricas a desarrollar:

- **Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.** Articula saberes de diversos campos y establece relaciones entre ellos y su vida cotidiana.
- **Trabajo colaborativo.** Asume una actitud constructiva, congruente con los conocimientos y habilidades con los que cuenta dentro de distintos equipos de trabajo.
- **Capacidad para la toma de decisiones.** Evalúa y sopesa información importante para identificar los aspectos relevantes. Define la prioridad para la solución del problema en términos de impacto y urgencia.
- **Capacidad para realizar investigación básica y aplicada.** Identifica los sistemas y reglas o principios medulares que subyacen a una serie de fenómenos.

- **Competencia Digital.** Aplica herramientas digitales para el pensamiento reflexivo, la creatividad y la innovación.

Competencias específicas:

- HABILIDAD PARA DESARROLLAR HARDWARE Y SOFTWARE PARA APLICACIONES ESPECIFICAS DE CONTROL Y AUTOMATIZACION.
  - Desarrollar y aplicar herramientas matemáticas, computacionales y métodos numéricos en la solución de problemas de ingeniería. Formular modelos, analizar procesos y elaborar prototipos mecatrónicos. Así mismo utilizar el pensamiento creativo y crítico en el análisis de situaciones relacionadas con la ingeniería.

Objetivo General:

Aprender algoritmos numéricos para obtener soluciones a modelos matemáticos que ayuden a estudiar y predecir el comportamiento de sistemas mecatrónicos. De igual manera el curso tiene como fin aplicar modelos numéricos a problemas de Robótica, Control e Ingeniería Eléctrica.

Objetivos Específicos:

1. Conocer las formas numéricas del estudio de polinomios y de los aspectos relevantes del cálculo diferencial e integral como limites, series, máximos y mínimos.
2. Conocer la búsqueda de raíces de ecuaciones no lineales con diferentes métodos numéricos.
3. Identificar las diferentes formas de resolver sistemas de ecuaciones lineales y determinar eigenvalores y eigenvectores.
4. Conocer los métodos de interpolación de datos y ajuste de curvas. Desarrollar soluciones de datos experimentales en el campo de la eléctrica y la robótica.
5. Conocer las diferentes formas de efectuar derivación e integración numérica. Efectuar ejercicios de aplicación ingenieril.
6. Conocer los métodos numéricos de solución de ecuaciones diferenciales ordinarias y resolver a problemas de la ingeniería mecatrónica. Aplicar auto valores para resolver problemas de dinámica de sistemas.
7. Conocer los métodos de optimización numérica. Estudiar un caso de programación de computadoras.

Unidades Didácticas:

Unidad Didáctica I – REVISIÓN DE CONCEPTOS DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL.
Unidad Didáctica II – RAICES DE ECUACIONES NO LINEALES.
Unidad Didáctica III – ÁLGEBRA LINEAL.
Unidad Didáctica IV – INTERPOLACIÓN Y AJUSTE DE CURVAS**.**
Unidad Didáctica V – DERIVACIÓN E INTEGRACIÓN NUMÉRICA.
Unidad Didáctica VI - ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS.
Unidad Didáctica VII - OPTIMIZACIÓN NUMÉRICA.

III. Didáctica del programa

Unidades Didácticas:

Unidad didáctica I. Revisión de conceptos de cálculo infinitesimal

En la unidad I, el alumno recuerda brevemente temas claves de sus cursos de cálculo y ecuaciones diferenciales,

analiza los errores típicos que se consideran en la estructura de programación interna en una computadora y comprende la redacción de un algoritmo y su aplicación

- Teorema fundamental del cálculo.
- Teorema de Lagrange.
- Límites y continuidad.
- Expansión de Taylor.
- Evaluación de polinomios.
- Algoritmos y convergencia.
- Análisis del error.
- Error de truncamiento
- Error de redondeo.
- Orden de aproximación.
- Incertidumbre de los datos.

Unidad didáctica II. Resolución de ecuaciones no lineales

En la unidad II, el alumno conoce y propone algoritmos basados en métodos de búsqueda de raíces de funciones no lineales de una sola variable, así como el estudio con respecto a raíces de polinomios, también debe poder aplicar estos métodos numéricos en la solución de problemas de ingeniería mecánica y mecatrónica

- Raíces de ecuaciones.
- Aproximación inicial y criterios de convergencia.
- Método de la bisección.
- Método punto fijo.
- Método falso posición.
- Métodos de la secante.
- Método de Newton.
- Convergencia acelerada, ceros de polinomios y el método de Müller.

Unidad de didáctica III. Resolución de sistemas lineales

En la unidad III, el alumno diseña algoritmos para analizar con enfoque numérico lo examinado en el curso de álgebra lineal, referente a determinantes y operación de vectores y matrices. También debe saber cómo aplicar los distintos métodos numéricos para la búsqueda de solución de sistemas de ecuaciones lineales algebraicas en la resolución de problemas de la ingeniería mecatrónica.

- Normas de vectores y de matrices.
- Vectores y valores característicos.
- Métodos iterativos para resolver sistemas lineales.
- Estimación de error y refinamiento iterativo.
- El método del gradiente conjugado.
- Sistemas de ecuaciones lineales.
- Matriz inversa.
- Determinante de una matriz y factorización de matrices.
- Tipos especiales de matrices.
- Series de Taylor.

Unidad de didáctica IV. Interpolación y ajuste de curvas.

En la unidad IV el alumno analiza diversos métodos de interpolación asimismo debe investigar y exponer los principales métodos de interpolación. En el otro tema, el alumno debe estudiar la teoría referente al ajuste de curvas en el sentido de saber seleccionar, a partir de un conjunto de datos experimentales, la curva que mejor se ajuste.

- Introducción a la interpolación.
- Polinomio interpolado de Newton.
- Interpolación de Lagrange.
- Polinomios de Chebyshev.
- Ajuste de curvas.
- Rectas de regresión en mínimos cuadrados.
- Interpolación de trazadores cúbicos y curvas paramétricas.
- Series de Fourier y polinomios trigonométricos.

Unidad de didáctica V. Derivación e Integración Numérica

En la unidad V, el alumno diseña programas numéricos para temas diversos examinados en los cursos de cálculo diferencial e integral; asimismo se busca emplear los métodos numéricos en la diferenciación e integración para resolver problemas de la ingeniería mecatrónica.

- Programar los distintos algoritmos para calcular derivadas e integrales numéricas.
- Diferenciación numérica.
- Extrapolación de Richardson.
- Elementos de la integración numérica.
- Integración numérica compuesta.
- Integración de Romberg.
- Métodos adaptivos de cuadratura.
- Cuadratura gaussiana.
- Integrales múltiples e impropias.

Unidad didáctica VI. Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (EDO)

En La unidad VI, el alumno estudia y utiliza métodos numéricos aplicados a la solución de EDO. Asimismo aplica el desarrollo de solución en forma numérica de ecuaciones diferenciales aplicables a la ingeniería mecatrónica, en temas relacionados a control de sistemas dinámicos. Se cierra la unidad con el concepto de espacio de estados

- Ecuaciones diferenciales ordinarias.
- Introducción a las ecuaciones diferenciales.
- Teoría elemental de los problemas de valor inicial.
- Método de Euler.
- Métodos de Taylor de orden superior.
- Métodos de Runge-Kutta.
- Control de error y el método de Runge-Kutta-Felhberg.
- Métodos multipasos.
- Métodos de extrapolación, ecuaciones de orden superior.
- Estabilidad.
- Ecuaciones diferenciales rígidas.
- Ecuaciones hiperbólicas.

- Parabólicas y elípticas.
- Problemas con Valor en la Frontera para EDO.
- El método de disparo inicial.
- El método de disparo inicial para problemas no lineales.
- Métodos de diferencias finitas para los problemas lineales.
- Métodos de diferencias finitas para los problemas no lineales.
- El método de Rayleigh-Ritz.

Unidad didáctica VII. Optimización Numérica

En la unidad VII el alumno analiza la teoría de la optimización numérica. El proceso de minimizar/maximizar una función sujeta a restricciones aparece en muchas aplicaciones. En la unidad se estudia el método de uso generalizado denominado multiplicadores de Lagrange; cierra la unidad el método de Nelder-Mead.

- Minimización de una función (extremo local, función creciente y decreciente, criterio de la primera y segunda derivada)
- Método de Nelder-Mead.

Criterios de desempeño:

1. Elaboración de proyectos mecatrónicos.
2. Participación activa en clase.
3. Puntualidad.
4. Asistencia. Es muy importante. Considerar el Reglamento Escolar.
5. Cumplir cabal y puntualmente con todas las actividades y trabajos.
6. Hacer los exámenes en las fechas programadas.
7. Defender mediante exposiciones tareas en equipo.
8. Realizar prácticas de laboratorio de computo programadas.

Experiencias de Enseñanza / procesos y objetos de aprendizaje requeridos:

1. Exposición del maestro de demostraciones matemáticas, además desarrollo y solución de problemas, todos con el uso de software MATLAB (usar programas y comandos).
2. Exposición de alumnos de métodos numéricos típicos. (ejemplo raíces, interpolación y cálculo).

Experiencias de aprendizaje:

1. Programar y ejecutar algoritmos mediante MATLAB en todas las sesiones de clase.
2. Efectuar el modelado de un prototipo mecánico eléctrico que conlleve aplicar técnicas numéricas de cálculo.

Recursos didácticos y tecnológicos (material de apoyo):

1. Laptop del instructor con el programa MATLAB.
2. Cañón.
3. Pintarrón.
4. Conexión a internet.
5. Uso de videos didácticos.

Bibliografía	*Básica/ Complementaria*
Mathews H. Fink K.D. (2001). Métodos Numéricos con MATLAB. 3ra edicion. Edit. Prentice Hall.	***Básica***
Vázquez L. (2009). Métodos numéricos para física e ingeniería. 1ra edición. México: Edit. McGraw Hill	***Básica***
Pérez Cesar. (2002). MATLAB y sus aplicaciones en Física e Ingeniería, Edit. Pearson	***Básica***
Chapra S. y Canale R. (2007). Métodos Numéricos para Ingenieros. México: Edit. McGraw-Hill.	***Básica***
Wilson H., Turcotte L y Halpern D. (2003). Advanced Mathematics and Mechanics Application using MATLAB. Edit. Chapman Hall	***Complementaria***
Etter, Dolores M.(1997). Solución de problemas de ingeniería con Matlab. 2da edición. Edit. Prentice Hall.	***Complementaria***
Nieves A. (1999). Métodos Numéricos, 3ra edición, Edit. Patria.	***Complementaria***
De Conte Samuel and Boor Carl D. (1998). Numerical Analysis. Edit. Mc. Graw Hill.	***Complementaria***

IV. Evaluación Formativa de las Competencias

#	Tipo (C,H,A)	Evidencias a evaluar	Criterios de evaluación	Técnicas e Instrumentos de Evaluación	Ponderación %
1	C	Examen parcial	Se evaluará el nivel de conocimientos adquiridos en relación a las unidades I y II	Examen escrito	20 %
2	H, A	Exposiciones de ejercicios	Se evaluará la capacidad en relación a trabajo en equipo y análisis de ejercicios	Diseño y presentación de ejercicios	10 %
3	C	Examen parcial	Se evaluará el nivel de conocimientos adquiridos en relación a las unidades III y IV	Examen escrito	20 %
4	C	Examen parcial	Se evaluará el nivel de conocimientos adquiridos en relación a las unidades V, VI y VII	Examen escrito	20 %

5	(C, H,A)	Elaborar modelo de Prototipo	Se evaluará la calidad científica y tecnológica del modelo, así como su explicación frente al grupo	Modelo de Prototipo	20 %
6	H, A	Participación activa en clase	Se evaluarán las habilidades de comunicación, organización y actitudes de trabajo y compromiso del alumno	Participación en clases y asistencia	10 %
Total					**100 %**

C: Conocimientos H: Habilidades A: Actitudes