
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
ÁREA DE PREGRADO EN MATEMÁTICAS

Código: CNM 306

Nombre: Teoría de Estabilidad para Ecuaciones Diferenciales.

Prerrequisitos: CNM 305

Duración del curso: 15 semanas

Intensidad semanal: 4 horas teóricas

Número de créditos: 4

Programa a los cuales se ofrece: Matemáticas, Física, Química.

Este curso es habilitable y validable

1. OBJETIVOS

Generales

- Que el estudiante sea capaz de analizar y representar situaciones reales, apoyándose en los conceptos básicos de Sistemas. Se busca modelar y simular, las situaciones bajo estudio, apoyándose en paquetes computacionales como el PHASER.
- Que el estudiante analice el comportamiento cualitativo a largo plazo de un sistema dinámico y responda preguntas tales como estas: "¿A largo plazo, se estabilizará el sistema? ¿Y si lo hace, cuáles serán los estados posibles?" o "¿Variará el estado a largo plazo del sistema, si cambian las condiciones iniciales?"
 - Estudiar la Teoría de EDO
 - Estudiar la Teoría de sistemas dinámicos
 - Estudiar Teoría de estabilidad
 - Estudiar la Teoría de oscilaciones no lineales

Específicos

- Que el estudiante a través de los sistemas dinámicos entienda como evolucionan algunos procesos de la naturaleza
 - Que el estudiante se identifique los fundamentos de la teoría de EDO.
- Que el estudiante haga un estudio cualitativo de ecuaciones diferenciales y Teoremas de existencia y unicidad de soluciones.
- Analizar la Estabilidad Liapunov. Teoremas directos y recíprocos y estudiar aplicaciones a matemática, física y Biología.
 - Que el estudiante se prepare para construir modelos con sistemas de EDO y tratarlos. Como por ejemplo los provenientes de la Dinámica de Poblaciones
 - Que el estudiante sea capaz de determinar la estabilidad de sistema lineales y de soluciones constantes y periódicas de sistemas no lineales.
 - Que el estudiante comprenda los modernos conceptos geométricos, matemáticos y estadísticos para tratar los sistemas no lineales
 - Estudiar los sistemas dinámicos en el plano, lineales y no lineales y ver con ejemplos de cómo aparece el caos en la Naturaleza. Complementar con software relacionado.

- Que el estudiante adquiriera una visión más amplia de los problemas, que trascienda al predecible comportamiento lineal, y que no quede desorientado al observar comportamientos complicados.

2.. CONTENIDO

Unidad 1: Fundamentos de la teoría

- El teorema de existencia y unicidad de soluciones de sistemas de EDO.
- La continuación de las soluciones.
- Dependencia de las soluciones de los valores iniciales y de los parámetros.
- Sistemas autónomos. Integral primera. Integral de energía de sistemas conservadores.

Unidad 2: Sistemas dinámicos

- Definición Abstracta.
- Atractores.
- Semitrayectorias.
- Conjuntos omega – y alfa-límites.
- Sistemas dinámicos discretos.

Unidad 3: Teoría de Estabilidad

- Estabilidad en el sentido de Liapunov, estabilidad asintótica, otros conceptos.
- Estabilidad de sistemas lineales.
- Ubicación de los valores propios.
- Estabilidad de una matriz y de un polinomio.
- El criterio de Routh-Hurwitz.
- Criterios geométricos.
- Estabilidad por linealización.
- El método directo de Liapunov, funciones de Liapunov.
- Los tres teoremas básicos de Liapunov, el teorema de Barbashin – Krasovskij.
- Métodos de construcción de funciones de Liapunov.
- La ecuación matricial de Liapunov.
- Aplicaciones en mecánica, física. Biología y macroeconomía.

Unidad 4: Oscilaciones no lineales

- Sistemas lineales con coeficientes periódicos.
- Matrices fundamental y principal.
- Multiplicadores característicos.
- La teoría de Floquet.
- La teoría de Poincaré – Bendixson.
- Existencia de una solución periódica en el plano.
- El criterio negativo de Dulac.
- Las ecuaciones de van der Pol, de Duffing.
- Sistemas de Lotka-Volterra.
- Estabilidad orbital, estabilidad orbital asintótica.

- Sistemas gradientes.
- El teorema de Andronov-Witt.

Unidad 5: Elementos de bifurcaciones y de dinámica caótica

- Variación del comportamiento de las soluciones por la variación de los parámetros.
- Bifurcaciones básicas.
- Doblamiento del período.

3. METODOLOGÍA

- Clase magistral
- Taller

4. FORMA DE EVALUACIÓN

1er parcial 30%

2do parcial 30%

3er parcial 40%

5. BIBLIOGRAFÍA:

- Rouche, N.; ;awhin, J: Ordinary differential equations, stability and periodic solutions I. II., Pitman, Boston- London, 1988.
- Farkas M.: Periodic motions, Springer – Verlag, 1994.
- Farkas M. Dynamical Models in Biology, Academic Press 2001.
- Hale, J, Kocak, H. Dynamics and Bifurcations. Springer – Verlag, 1991.
- Perko, L. Differential Equations and Dynamical Systems. Springer – Verlag, 2001.
- Edelstein-Keshet, Leah. Mathematical Models in Biology. McGraw-Hill, Inc 1988.
- Fernández Perez, C. Ecuaciones Diferenciales y en Diferencias. Sistemas Dinámicos. Thomson 2003.
- Hirsch, M, Smale, S. Differential Equations, Dynamical Systems and Linear Algebra. Academic Press 1974.
- de Guzmán, M.: Ecuaciones diferenciales ordinarias. Teoría de estabilidad y control. Madrid: Editorial Alhambra, S. A. 300 p. (1975).