



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN**

**LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS APLICADAS Y COMPUTACIÓN**

**PROGRAMA DE ASIGNATURA**

**ACATLÁN**

|   |                                    |                             |   |          |                 |
|---|------------------------------------|-----------------------------|---|----------|-----------------|
| <b>CLAVE: 1058</b>                                      |                                    | <b>SEMESTRE: 8 (OCTAVO)</b> |   |          |                 |
| <b>SISTEMAS DINÁMICOS I</b>                             |                                    |                             |   |          |                 |
| <b>LÍNEA DE FORMACIÓN</b>                               | <b>MODELADO ANALÍTICO</b>          |                             |   |          |                 |
| <b>MODALIDAD<br/>(CURSO, TALLER, LABORATORIO, ETC.)</b> | <b>CARACTER</b>                    | <b>HORAS<br/>SEMESTRE</b>   | <b>HORA / SEMANA<br/>TEÓRICA PRÁCTICA</b> |          | <b>CRÉDITOS</b> |
| <b>CURSO</b>  | <b>OPTATIVO</b>                    | <b>64</b>                   | <b>4</b>                                  | <b>0</b> | <b>8 (OCHO)</b> |
| <b>ASIGNATURA PRECEDENTE</b>                            | <b>ECUACIONES DIFERENCIALES II</b> |                             |   |          |                 |
| <b>ASIGNATURA CONSECUENTE</b>                           | <b>SISTEMAS DINÁMICOS II</b>       |                             |   |          |                 |

**OBJETIVO:**

*EL ALUMNO ANALIZARÁ Y APLICARÁ MÉTODOS CUALITATIVOS Y ANALÍTICOS PARA EL ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO PERIÓDICO DE SISTEMAS DINÁMICOS CONTINUOS O DISCRETOS Y LOS UTILIZARÁ PARA MODELAR Y RESOLVER PROBLEMAS EN DIFERENTES DISCIPLINAS.*

| <b>Número de horas</b> | <b>Unidad 1. INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DINÁMICOS</b>   |
|------------------------|--|
| <b>8</b>               | <p><i>Objetivo: El alumno identificará el concepto de sistema dinámico y el tipo de problemas que pueden modelarse como sistemas dinámicos, los clasificará, describirá sus características generales y distinguirá sus métodos de solución.</i></p> <p>Temas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 El concepto de sistema dinámico.</li> <li>1.2 Algunos sistemas dinámicos clásicos: ecuación de Malthus, curva de Verhulst, parábola logística de May.</li> <li>1.3 Caracterización y clasificación de los sistemas.</li> <li>1.4 Espacio de estados y trayectorias.</li> <li>1.5 Atractores, cuencas y separatrices.</li> <li>1.6 Tipos de movimiento: estacionario, oscilaciones periódicas, cuasiperiódicas y caóticas.</li> <li>1.7 Clasificación de los métodos para resolver los sistemas dinámicos: cualitativos, analíticos y numéricos.</li> </ol> |

| Número de horas | <b>Unidad 2. SISTEMAS DINÁMICOS CONTINUOS I: SISTEMAS LINEALES</b>   |
|-----------------|--|
| 16              | <p><i>Objetivo: El alumno analizará sistemas dinámicos continuos lineales, homogéneos y no homogéneos, los resolverá mediante métodos de valores y vectores propios, los describirá cualitativamente con un análisis de su diagrama de fases e identificará el efecto de los cambios en las condiciones iniciales así mismo analizará su estabilidad y aplicará sistemas lineales continuos para resolver problemas en diferentes disciplinas.</i></p> <p>Temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1 Conceptos básicos</li> <li>2.2 Revisión de conceptos de álgebra lineal: espacios métricos, valores y vectores propios, diagonalización de matrices.</li> <li>2.3 Formas canónicas.</li> <li>2.4 La forma de Jordan.</li> <li>2.5 Sistemas diagonalizables de ecuaciones diferenciales con coeficientes constantes: casos de valores propios reales distintos, reales repetidos y complejos.</li> <li>2.6 La forma canónica de Jordan para sistemas de ecuaciones diferenciales: valores propios reales y distintos, reales repetidos y complejos.</li> <li>2.7 Métodos alternativos para resolver la ecuación <math>\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A}\mathbf{x}</math>: método de Sylvester y Putzer.</li> <li>2.8 Reducción de sistemas de primer orden, matrices fundamentales.</li> <li>2.9 Condiciones de estabilidad: estabilidad asintótica, estabilidad global, el segundo método de Lyapunov.</li> <li>2.10 Sistemas gradientes.</li> <li>2.11 Soluciones cualitativas: diagrama de fases y los sistemas autómatas.</li> <li>2.12 Sistemas no homogéneos.</li> <li>2.13 Aplicaciones.</li> </ul> |

| Número de horas | <b>Unidad 3. SISTEMAS DINÁMICOS CONTINUOS II: SISTEMAS NO LINEALES</b>  |
|-----------------|---|
| 18              | <p><i>Objetivo: El alumno analizará sistemas dinámicos continuos no lineales, homogéneos y no homogéneos, de comportamiento periódico, los resolverá mediante métodos de linealización, los describirá cualitativamente con un análisis de su diagrama de fases, analizará su estabilidad y aplicará sistemas dinámicos no lineales continuos para resolver problemas en diferentes disciplinas.</i></p> <p>Temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 Conceptos básicos.</li> <li>3.2 Teoría de la linealización: linealización de sistemas dinámicos en dos, tres y otras dimensiones.</li> <li>3.3 Soluciones cualitativas: diagramas de fases y sistemas autómatas.</li> </ul> |

- 3.4 Ciclos límite.
- 3.5 Órbitas periódicas, el teorema de Poincaré - Bendixon.
- 3.6 Las ecuaciones de Liénard - Van der Pool y la unicidad de los ciclos límite.
- 3.7 Mapas lineales y no lineales.
- 3.8 Estabilidad de sistemas dinámicos: estabilidad asintótica y estructural.
- 3.9 Sistemas no homogéneos.
- 3.10 Aplicaciones.

| Número de horas | Unidad 4. SISTEMAS DINÁMICOS DISCRETOS   |
|-----------------|--|
| 22              | <p><i>Objetivo: El alumno identificará el concepto de ecuaciones en diferencias y utilizará sistemas de ecuaciones en diferencias para modelar sistemas dinámicos discretos, homogéneos y no homogéneos, los resolverá mediante métodos de valores y vectores propios, los describirá cualitativamente con un análisis de su diagrama de fases, analizará su estabilidad local y global y aplicará sistemas dinámicos discretos para resolver problemas en diferentes disciplinas.</i></p> <p>Temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 Introducción.</li> <li>4.2 Ecuaciones en diferencias: ecuaciones de primer y segundo orden en diferencias.</li> <li>4.3 Estabilidad y equilibrio de las ecuaciones en diferencias.</li> <li>4.4 Sistemas de ecuaciones en diferencias de primer orden.</li> <li>4.5 La forma de Jordan: casos de valores propios reales y distintos, reales repetidos y complejos.</li> <li>4.6 Reducción a sistemas de primer orden.</li> <li>4.7 Condiciones de estabilidad: estabilidad local y global.</li> <li>4.8 Análisis local: teorema de Sarkovskii.</li> <li>4.9 Análisis global: conjuntos omega-límite.</li> <li>4.10 Soluciones cualitativas: diagramas de fase y sistemas autómatas.</li> <li>4.11 Sistemas no homogéneos.</li> <li>4.12 Aplicaciones.</li> </ul> |

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Arrowsmith, D., *An introduction to dynamical systems*, Cambridge University Press, E.U.A., 1990

Hirsch, et al., *Differential equations, dynamical systems and linear algebra*, Academic Press, E.U.A., 2003

Holmgren, R., *A first course in discrete dynamical systems*, Springer, E.U.A., 1996

Sandefur, J., *Discrete dynamical modeling*, Oxford University Press, E.U.A., 1993

Shaw et al., *Dynamics: The geometry of behavior*, Pearson - Addison Wesley, E.U.A., 1992

Tu, P., *Dynamical systems: an introduction with applications in economics and biology*, Springer, E.U.A., 1995

## **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Aracil, J., *Introduction à la dynamique des systèmes*, Presses Universitaires de Lyon, Francia, 1985

Beltrami, E., *Mathematics for dynamical modeling*, Academic Press, E.U.A., 1998

Bhatia y Szegö, *Stability theory of dynamical systems*, Springer, E.U.A., 2002

Borrelli y Coleman, *Differential equations: a modeling perspective*, Wiley, E.U.A., 1997

Brin y Stuck, *Introduction to dynamical systems*, Cambridge University Press, E.U.A., 2002

Edwards G., *Introducción al análisis de los sistemas dinámicos*, Ediciones Universidad Católica, Chile, 2000

Hirsch, y Smale, *Ecuaciones diferenciales, sistemas dinámicos y álgebra lineal*, Alianza, España, 1983

Hubbard y West, *Differential equations: a dynamical systems approach*, Springer, E.U.A., 1991

Marle, C., *Systèmes dynamiques: une introduction*, Ellipses, Francia, 2003

Martelli, M., *Introduction to discrete dynamical systems and chaos*, Wiley, E.U.A., 1999

Nayfeh y Balachandran, *Applied nonlinear dynamics: analytical, computational and experimental methods*, Wiley, E.U.A., 1995

Nemytskii, y Stepanov, *Qualitative theory of differential equations*, Dover, E.U.A., 1989

Perko, L., *Differential equations and dynamical systems*, Springer, E.U.A., 2000

Richard, J., *Mathématiques pour les systèmes dynamiques*, Hermes–Lavoisier, Francia, 2002

Robinson, R., *An introduction to dynamical systems*, Prentice Hall, E.U.A., 2004

Sandefur, J., *Discrete dynamical systems: theory and applications*, Clarendon Press, E.U.A., 1990

Stuart y Humphries, *Dynamical systems and numerical analysis*, Cambridge University Press, E.U.A., 1996

## **SUGERENCIAS DIDÁCTICAS**

- Introducir y exponer los temas y contenidos de las diferentes unidades, con ejemplos claros sencillos.
- Propiciar la participación de los alumnos con prácticas individuales y/o en equipo de acuerdo a los temas analizados.
- Supervisar y guiar a los alumnos cuando los temas sean expuestos y desarrollados por ellos.
- Desarrollar programas mediante el uso de paquetes computacionales aplicando los métodos estudiados en el curso.
- Realizar investigaciones sobre aplicaciones de la materia en diferentes campos de la actividad humana.

## **SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN**

- Participación en clase.
- Exámenes parciales.
- Trabajos de investigación sobre conceptos teóricos.
- Trabajos de investigación sobre aplicaciones.
- Proyecto final de aplicación.
- Examen final.

## **PERFIL PROFESIOGRÁFICO QUE SE SUGIERE**

El profesor que impartirá el curso deberá tener el título de Licenciado (o maestro) en Matemáticas, Matemáticas Aplicadas y Computación, Físico o Ingeniero de carreras afines.