



DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA APLICADA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
Paseo del Cauce S/N – 47011 Valladolid – España

LOS SISTEMAS DINÁMICOS EN LA INGENIERÍA – Curso 2004-2005

Asignatura: Optativa **Cuatrimestre:** 1º **Curso:** 5º **Créditos:** 3
Profesoras: Ana Isabel Alonso de Mena, Carmen Núñez Jiménez

EVALUACIÓN: Participación activa en las clases. Análisis (dirigido) de un modelo con ayuda con el software adecuado. Examen opcional.

CONTENIDOS:

PROGRAMA DE PIZARRA:

0. El proceso de asignación de un modelo. Estudio cualitativo. Sistemas dinámicos continuos y discretos. Sistemas estacionarios.
- Sistemas dinámicos autónomos unidimensionales discretos.
 - 1.1. Sistemas discretos y órbitas.
 - 1.2. Obtención gráfica de órbitas. Puntos fijos.
 - 1.3. Aplicaciones lineales unidimensionales.
 - 1.4. Puntos periódicos y ciclos atractores.
 - 1.5. La familia logística. Bifurcación y caos.
 - 1.6. Aplicaciones topológicamente conjugadas. La familia cuadrática.
2. Sistemas dinámicos unidimensionales autónomos continuos.
 - 2.1. Problemas de Cauchy.
 - 2.2. Soluciones máximas.
 - 2.3. Sistemas autónomos lineales.
 - 2.4. Descripción general de la recta de fases.
 - 2.5. Atractores y repulsores.
 - 2.6. Equivalencia de ecuaciones autónomas.
 - 2.7. Ecuaciones con parámetros. Estabilidad estructural y bifurcación.
3. Sistemas dinámicos unidimensionales no autónomos.
 - 3.1. Propiedades generales de las soluciones.
 - 3.2. Geometría de las ecuaciones periódicas.
 - 3.2.1. Soluciones periódicas.
 - 3.2.2. Aplicación de Poincaré.
 - 3.3. Ecuaciones periódicas y cilindros.
4. Sistemas dinámicos bidimensionales autónomos.
 - 4.1. Sistemas bidimensionales de primer orden y ecuaciones escalares de segundo orden: resorte elástico, péndulo libre, oscilador de Van der Pol, y sistemas depredador-presa.
 - 4.2. Soluciones máximas y órbitas.
 - 4.3. Descripción general del mapa de fases: puntos críticos y órbitas cerradas.
 - 4.4. Descripción de puntos críticos elementales de sistemas planos.
 - 4.4.1. Caso lineal: nodos, centros y focos.
 - 4.4.2. Caso general: la ecuación variacional en un punto crítico elemental.
 - 4.4.3. Estudio del resorte elástico.
 - 4.4.4. Estudio del péndulo libre.
 - 4.4.5. Sistemas conservativos e integrales primeras. Sistemas disipativos.
 - 4.5. Conjuntos positiva y negativamente invariantes. Conjuntos α -límite y ω -límite.
 - 4.6. Existencia de soluciones periódicas para sistemas planos.
 - 4.6.1. Criterio negativo de Bendixson.
 - 4.6.2. Teorema de Poincaré- Bendixson.
 - 4.6.3. El oscilador de Van der Pol.
 - 4.7. Funciones de Lyapunov.
 - 4.8. Bifurcación elemental.
5. Sistemas dinámicos continuos de dimensión arbitraria: algunas propiedades generales.

PROGRAMA DE LABORATORIO:

Análisis de diversos modelos con la ayuda de software adecuado.

BIBLIOGRAFÍA:

- BELTRAMI, E., *Mathematics for Dynamic Modelling*, Academic Press, 1987.
- BORRELLI, R., COLEMAN, C., *Differential Equations: A Modeling Approach*, Prentice-Hall, 1987.
- BRAUN, M., *Ecuaciones Diferenciales y sus Aplicaciones*, Grupo Ed. Iberoamericana, 1990.
- BURGHES D.N., BORRIE, M.S., *Modelling with Differential Equations*, Ellis Horwood, 1981.
- CAMPBELL, S.L., HABERMAN, R., *Introducción a las Ecuaciones Diferenciales con Problemas de Valor de Frontera*, McGraw-Hill, 1998.
- EDWARDS, C.H. Jr., PENNEY, D.E., *Ecuaciones Diferenciales Elementales y Problemas con Condiciones en la Frontera*, Prentice-Hall, 1994.
- FERNÁNDEZ, C., *Ecuaciones Diferenciales I: Ecuaciones Lineales*, Pirámide, Madrid, 1992.
- FERNÁNDEZ, C., VEGAS, J.M., *Ecuaciones Diferenciales II: Ecuaciones no Lineales*, Pirámide, Madrid, 1996.
- GILBERT, R.P., HOWARD, H.C., *Ordinary and Partial Differential Equations with Applications*, Ellis Horwood, 1990.
- GUZMÁN, M. de, *Ecuaciones Diferenciales Ordinarias. Teoría de Estabilidad y Control*, Alhambra, 1987.
- HALE, J., KOÇAK, H., *Dynamics and Bifurcations*, Springer-Verlag, 1991.
- MARCELLÁN, F., CASASÚS, L., ZARZO, A., *Ecuaciones Diferenciales. Problemas Lineales y Aplicaciones*, McGraw-Hill, 1990.
- MARTÍNEZ, C., SANZ M., *Introducción a las E. D. O.*, Reverté, 1991.
- THOMPSON, J., STEWART, H., *Nonlinear Dynamics and Chaos*, John Wiley and Sons, 1986.
- WAN, F.Y.M., *Mathematical Models and their Analysis*, Harper & Row, 1989.
- ZILL, D.G., *Ecuaciones Diferenciales con Aplicaciones de Modelado*, International Thomson Editors, 1997.