Guía docente
205092 - 205092 - Sistemas Dinámicos en Ingeniería

Última modificación: 19/04/2023

Unidad responsable: Escuela Superior de Ingenierías Industrial, Aeroespacial y Audiovisual de Terrassa
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL (Plan 2013). (Asignatura optativa).
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA AERONÁUTICA (Plan 2014). (Asignatura optativa).
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA ESPACIAL Y AERONÁUTICA (Plan 2016). (Asignatura optativa).

Curso: 2023 **Créditos ECTS:** 3.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: Mañosa Fernandez, Victor

Otros:

CAPACIDADES PREVIAS

Los estudiantes deben tener consolidades las habilidades matemáticas a nivel de un grado en ingeniería.

REQUISITOS

Se requieren conocimientos de Cálculo en diversas variables, álgebra lineal y ecuaciones diferenciales.

METODOLOGÍAS DOCENTES

- Sesiones presenciales de exposición de los contenidos.

- Sesiones presenciales de trabajo práctico.

- Trabajo autónomo de estudio, realización de ejercicios y desarrollo de ciertos contenidos teóricos.

- Exposición de los ejercicios o los contenidos teóricos en clase.

En las sesiones de exposición de los contenidos el profesorado introducirá las bases teóricas de la materia, conceptos, métodos y resultados ilustrándolos con ejemplos convenientes para facilitar su comprensión. Los estudiantes, de forma autónoma, deberán estudiar para asimilar los conceptos y resolver los ejercicios propuestos, ya sea manualmente o con la ayuda del ordenador. Se potenciará el uso de herramientas informáticas de apoyo: se familiarizará al alumnado en el uso de paquetes de software matemático con el fin de que lo utilicen como herramienta de cálculo numérico, simbólico y gráfico.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

La teoría de sistemas dinámicos es un área fascinante y amplia de la ciencia que trata de la evolución en tiempo de los modelos deterministas. Su ámbito va más allá de las matemáticas y sus aplicaciones incluyen física (movimiento de los cuerpos celestes o satélites, evolución del calor, mecánica...), biología (evolución de la población y las epidemias, neurociencia, crecimiento cielo celular ...), química (reacciones químicas), nuevas tecnologías (redes complejas), economía ...

El curso está dirigido a alumnos quieran iniciarse que en los sistemas dinámicos. Se darán los conceptos y herramientas fundamentales para comprender la dinámica no lineal.

El objetivo principal es proporcionar herramientas para analizar los dos objetos siguientes:

• El retrato de fase, que sirve para determinar la evolución del tiempo (pasado y futuro) de los estados del sistema en función de sus valores en el presente;

• El diagrama de bifurcación en el espacio de parámetros, que tiene la finalidad de describir cómo varía una característica específica del sistema a medida que movemos los parámetros y cuando se produce un fenómeno de bifurcación: un cambio en el comportamiento cualitativo de la dinámica del sistema.

Trabajaremos tanto desde un nivel analítico como desde un geométrico intuitivo y se pondrá especial énfasis en los modelos físicos y biológicos: vibraciones mecánicas, láseres, circuitos, dinámica de población, epidemias...

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	15,0	20.00
Horas aprendizaje autónomo	48,0	64.00
Horas grupo pequeño	12,0	16.00

Dedicación total: 75 h

CONTENIDOS

1. Introducción a sistemas dinámicos y los modelos no lineales

Descripción:
a. ¿Qué son los sistemas dinámicos? Ejemplos de modelos no lineales físicos y biológicos.

b. Aplicaciones y flujos: el retrato de fase, el concepto de bifurcación.

c. Tipos especiales de soluciones: puntos de equilibrio (estados estacionarios), órbitas periódicas.

Dedicación: 8h
Grupo grande/Teoría: 2h
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
Aprendizaje autónomo: 4h

2. Sistemas dinámicos en una dimensión

Descripción:
a. Análisis cualitativo de sistemas continuos.

b. Sistemas discretos: la aplicación logística, el caos en el sentido de Devaney.

c. Bifurcaciones locales de sistemas unidimensionales.

d. Aplicaciones a modelos no lineales en ciencia e ingeniería.

Dedicación: 8h
Grupo grande/Teoría: 2h
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
Aprendizaje autónomo: 4h

3. Sistemas lineales y linealización de sistemas no lineales

Descripción:
a. Análisis cualitativo de los sistemas lineales bidimensionales. Estabilidad.

b. Sistemas lineales de orden superior.

c. Linealización local: variedades estables, inestables y centrales. Teorema de Hartman-Grobman.

d. Aplicaciones a modelos no lineales en ciencia e ingeniería.

Dedicación: 24h
Grupo grande/Teoría: 4h
Grupo pequeño/Laboratorio: 4h
Aprendizaje autónomo: 16h

4. Estabilidad de los sistemas no lineales

Descripción:
a. Estabilidad y estabilidad asintótica.

b. Funciones de Lyapunov.

Dedicación: 4h
Grupo grande/Teoría: 1h
Grupo pequeño/Laboratorio: 1h
Aprendizaje autónomo: 2h

5. Sistemas dinámicos en dos dimensiones

Descripción:
a. Órbitas periódicas.

b. Comportamientos límite: el teorema de Poincaré-Bendixon.

c. Bifurcaciones en sistemas bidimensionales.

d. Aplicaciones a oscilaciones no lineales. Ritmos biológicos.

Dedicación: 18h
Grupo grande/Teoría: 3h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 12h

6. Sistemas dinámicos en dimensiones superiores

Descripción:
a. Caos determinista: las Ecuaciones de Lorenz.

b. Caos en otros modelos no lineales en ciencia y tecnología.

c. Sistemas dinámicos en mecánica celeste: caos al sistema solar.

d. Redes complejas. Sincronización.

Actividades vinculadas:
El módulo 6 (Sistemas dinámicos en dimensiones superiores) constistirà en la realización de un breve trabajo bibliográfico sobre uno de los temas del módulo, que será uno de los entregables del curso.

Dedicación: 13h
Grupo grande/Teoría: 3h
Aprendizaje autónomo: 10h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Entrega de tareas correspondientes a cada módulo: 100%.

La calificación final será la media de las calificaciones de las tareas con los siguientes pesos orientativos:

Módulos 1-2: 25%

Módulo 3: 25%

Módulos 4 y 5: 25%

Módulo 6: 25%

El módulo 6 se plantea como un trabajo bibliográfico sobre uno de los temas que conforman el módulo o bien algún otro tema acordado previamente.

Los entregables consistirán en diversos tipos de tareas como la resolución de ejercicios, la realización de simulaciones, el análisis de un modelo u, ocasionalmente, el desarrollo teórico de un tema.

Se establecerán mecanismos de recuperación y mejora de la calificación de las tareas.

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Se establecerá un plazo para la entrega de las tareas. Todas las tareas entregadas hasta 48h después del plazo tendrán una penalización del 50%. No se aceptarán entregas después de este segundo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Strogatz, Steven H. Nonlinear dynamics and chaos: with applications to physics, biology, chemistry and engineering [en línea]. 2nd ed. Boulder: CRC Press, 2015 [Consulta: 03/05/2022]. Disponible a: https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=1181622. ISBN 9780813349107.
- Arrowsmith, D. K; Place, C. M. Dynamical systems: differential equations, maps, and chaotic behaviour. London; New York: Chapman & Hall, 1992. ISBN 0412390809.

Complementaria:

- Hale, Jack K; Koçak, Hüseyin. Dynamics and bifurcations. New York: Springer-Verlag, 1991. ISBN 0387971416.
- Borrelli, Robert L; Coleman, Courtney S. Ecuaciones diferenciales: una perspectiva de modelación. México: Oxford University Press, 2002. ISBN 9706136118.
- Kuznetsov, Yuri A. Elements of applied bifurcation theory [en línea]. 3rd ed. New York: Springer, 2004 [Consulta: 03/05/2022]. Disponible a: https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/b98848. ISBN 9780387219066.
- Braun, Martin. Differential equations and their applications: an introduction to applied mathematics. 4th ed. New York, NY [etc.]: Springer-Verlag, cop. 1993. ISBN 9780387978949.
- Solé Vicente, Ricard; Manrubia, Susanna C. Orden y caos en sistemas complejos. Barcelona: Edicions UPC, 2001. ISBN 8483014912.

RECURSOS

Otros recursos:

Se animará el uso del programa Maple y/o Matlab (o alters equivalentes) para la realización de los cálculos. Puntualmente se recomendará a los alumnos que hagan server un programa de simulación de retratos de fase como por ejemplo pplane que se puede descargar en:

https://www.cs.unm.edu/~joel/dfield/ />