

Guía docente

205284 - SCE - Sistemas Complejos en la Ingeniería

Última modificación: 18/05/2026

Unidad responsable: Escuela Superior de Ingenierías Industrial, Aeroespacial y Audiovisual de Terrassa
Unidad que imparte: 748 - FIS - Departamento de Física.

Titulación: GRADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS AUDIOVISUALES (Plan 2009). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍA Y DISEÑO TEXTIL (Plan 2009). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA (Plan 2009). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA (Plan 2009). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA (Plan 2009). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA (Plan 2009). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA DE DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL PRODUCTO (Plan 2010). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS AEROESPACIALES (Plan 2010). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES (Plan 2010). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA EN VEHÍCULOS AEROESPACIALES (Plan 2010). (Asignatura optativa).

Curso: 2026 **Créditos ECTS:** 3.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: Pons Rivero, Antonio Javier

Otros: Masoller, Cristina

CAPACIDADES PREVIAS

El alumno necesitará buenas habilidades computacionales y deberá estar familiarizado con Matlab o con otro lenguaje de programación (C, fortran, python, R, etc.).

METODOLOGÍAS DOCENTES

Clases teóricas: El curso se divide en distintas partes donde los conceptos físicos y matemáticos se introducen paulatinamente. Se hará énfasis en ejemplos específicos y en análisis de datos reales que faciliten la comprensión de los conceptos y sus aplicaciones prácticas.

Clases prácticas: Sesiones prácticas de ordenador en el aula. Los ejercicios se terminarán en casa y constituirán parte del auto-aprendizaje.

Auto-aprendizaje: Los alumnos trabajarán en grupos reducidos (2-3 estudiantes) o individualmente los problemas propuestos por los profesores.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

El estudio de los sistemas dinámicos complejos es también el estudio de las herramientas utilizadas para caracterizarlos. En este curso presentaremos sistemas no lineales, típicos del campo, con sus dinámicas deterministas (estacionarias, oscilatorias, caóticas) y estocásticas (aleatorias). También explicaremos cómo caracterizar estos sistemas dinámicos complejos. Las técnicas de análisis no lineal que explicaremos ayudan a caracterizar las dinámicas de las series temporales de los sistemas estudiados y permiten definir medidas de complejidad que nos permiten clasificar, eficientemente, estos sistemas. Presentaremos técnicas como la Inteligencia Artificial que están cada día más presentes en el Mundo Actual. Este tipo de análisis da lugar a una amplia gama de técnicas matemáticas que se desarrollan con ayuda de algoritmos informáticos. El objetivo del curso es proporcionar una visión global de los principales conceptos y métodos, que incluyen dinámicas no lineales, herramientas matemáticas, habilidades informáticas y aplicaciones interdisciplinarias. Como resultado, el estudiante adquirirá una buena comprensión general de los sistemas considerados y de las diferentes técnicas necesarias para su estudio y caracterización. El curso será formal, pero al mismo tiempo, se hará énfasis en las aplicaciones prácticas de las técnicas discutidas.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTE

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	30,0	40.00
Horas aprendizaje autónomo	45,0	60.00

Dedicación total: 75 h

CONTENIDOS

Sistemas Complejos en la Ingeniería y en la Naturaleza

Descripción:

Tipos de sistemas complejos en la Ingeniería y en la Naturaleza: Oscilaciones lineales y no lineales. Fenómenos estocásticos.

Caracterización de sistemas complejos: Métodos de análisis de datos basados en correlación, causalidad y Teoría de la Información.

Dedicación: 18h 45m

Grupo grande/Teoría: 7h 30m

Aprendizaje autónomo: 11h 15m

Teoría de Redes

Descripción:

Concepto de Red: Ejemplos de tipos de redes. Redes Funcionales. Topológica de las Redes. Medidas topológicas de las redes.

Dinámica en la Red: Métodos Multivariantes. Teoría de la sincronización. Correlaciones. "Transfer Entropy", Información Mutua y Causalidad.

Dedicación: 18h 45m

Grupo grande/Teoría: 7h 30m

Aprendizaje autónomo: 11h 15m

Teoría de la Inferencia

Descripción:

Métodos de optimización y Inferencia Bayesiana. Asimilación de datos y Filtros de Kalman. Casos prácticos.

Dedicación: 18h 45m

Grupo grande/Teoría: 7h 30m

Aprendizaje autónomo: 11h 15m

Métodos de Inteligencia Artificial

Descripción:

Métodos de Clasificación i Métodos de Interpolación: Métodos de "Kernel". El Perceptrón y Redes Neuronales Artificiales. Redes Recurrentes y No Recurrentes. El Perceptrón Multicapa. Aprendizaje Profundo.

Aplicaciones en la Ingeniería i Aspectos éticos.

Dedicación: 18h 45m

Grupo grande/Teoría: 7h 30m

Aprendizaje autónomo: 11h 15m

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Cualquier acto de fraude académico, plagio o uso o mera tenencia al alcance de medios no autorizados en cualquier actividad de evaluación comportará la calificación de cero (0) en la prueba o entrega afectada. Además, de acuerdo con la normativa de la Universidad, la posible derivación de los hechos para la apertura de un expediente disciplinario implicará que la asignatura quede en el estado provisional de "pendiente de evaluación" hasta la resolución del expediente. La gestión de estas incidencias se lleva a cabo de acuerdo con el [Marco de actuación para la integridad académica en la evaluación de la UPC](#).

Los estudiantes deben presentar un informe por cada módulo del curso. Cada informe tiene un peso correspondiente al 25% de la Calificación Final. Las calificaciones obtenidas en los informes tendrán en cuenta la asistencia y la participación activa en clase. Durante el curso se establecerá un plazo para la presentación de los informes. Los informes recibidos después del plazo establecido serán sancionados en un 50% de la nota del informe.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Tranquillo, Joe. An introduction to complex systems: making sense of a changing world [en línea]. Cham: Springer, 2019 [Consulta: 20/05/2025]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-3-030-02589-2>. ISBN 9783030025892.
- Strogatz, Steven H. Nonlinear dynamics and chaos: with applications to physics, biology, chemistry and engineering. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2024. ISBN 9780367026509.
- Pikovsky, Arkady; Rosenblum, Michael; Kurths, Jürgen. Synchronization: a universal concept in nonlinear sciences. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. ISBN 9780521533522.
- Haykin, Simon S. Neural networks and learning machines. 3rd ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, cop. 2009. ISBN 9780131471399.
- Bishop, Christopher M. Pattern recognition and machine learning. New York: Springer, cop. 2006. ISBN 9780387310732.
- Kantz, Holger; Schreiber, Thomas. Nonlinear time series analysis [en línea]. 2nd ed. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 2004 [Consulta: 20/05/2025]. Disponible a: <https://doi-org.recursos.biblioteca.upc.edu/10.1017/CBO9780511755798>. ISBN 0521529026.