

# MODELOS COMPUTACIONALES Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

Examen Final de curso 2025-2026

## B1 - Sistemas Dinámicos

**T1:** Fundamentos del modelado de sistemas dinámicos

**T2:** Estabilidad, controlabilidad y observabilidad

**T3:** Paradigmas de simulación

## B2 - Sistemas Complejos

**T4:** Lenguajes formales para modelos conceptuales

**T5:** Redes complejas y modelado estructural

## B3 - Modelado con IA

**T6:** Identificación de sistemas

**T7:** Inteligencia artificial aplicada al modelado de sistemas

Descripción	Criterio	Tipo	Ponderación
Prácticas	Las prácticas se enfocan en el desarrollo de competencias técnicas y la implementación de modelos computacionales, fundamentales para la simulación y análisis de sistemas complejos.	ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN DURANTE EL SEMESTRE	40
Trabajo final	El trabajo final, permite evaluar la aplicación de los conocimientos en un proyecto integrador, promoviendo la investigación, el trabajo autónomo y la capacidad de síntesis.	ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN DURANTE EL SEMESTRE	10
Examen final de teoría	El examen final teórico tiene como objetivo medir la comprensión de los conceptos fundamentales y la capacidad de análisis crítico en los temas abordados.	EXAMEN FINAL	50

- Para la teoría se proporcionarán las transparencias. Pero se completarán con explicaciones en clase.  
**TOMAR APUNTES**
- Las prácticas se ponderarán según el número de sesiones.
- Se realizará un trabajo final que se propondrá a final del curso.

# Normas básicas

- La entrega de este examen implica el uso de **una convocatoria**.
- Se necesita llegar **al menos al 4 sobre 10** para hacer media con las prácticas y el trabajo teórico.
- **No se pueden tener apuntes** ni otros documentos a la vista, solamente bolígrafo o lápiz y calculadora para la Parte III.
- El tiempo para realizar este examen es de **100 minutos**.

- La solución escogida para cada pregunta del test se debe **especificar rodeando con bolígrafo la letra** de la respuesta.
- Para cada pregunta del test se debe especificar **una sola respuesta** (A, B, C o D) de forma clara; de lo contrario, será considerada como respuesta incorrecta.
- De las preguntas tipo test: **a partir de 3 respuestas incorrectas**, cada nueva incorrecta descuenta una correcta. Las preguntas no contestadas no modifican la puntuación.
- Las preguntas cortas y el ejercicio **se deben contestar en folios aparte** con nombre, apellidos y DNI en cada folio.
- Responder de manera clara y concisa.

- Estructura del examen
  - La Parte I contiene **20 preguntas tipo test** (4 puntos).
  - La Parte II contiene **10 preguntas de desarrollo** (4 puntos).
  - La Parte III contiene **un ejercicio práctico** (2 puntos).

# Preguntas de tipo test (Parte I)

En un sistema dinámico continuo lineal descrito por  $\dot{x}(t) = Ax(t)$ , ¿cuál de las siguientes afirmaciones describe correctamente la condición de **estabilidad asintótica**? (d)

- a) Todos los autovalores de  $A$  tienen parte real positiva.
- b) Todos los autovalores de  $A$  tienen parte real igual a cero.
- c) Al menos uno de los autovalores de  $A$  tiene parte real negativa.
- d) Todos los autovalores de  $A$  tienen parte real estrictamente negativa.

# Preguntas de tipo test (Parte I)

Considera un robot móvil cuyo estado es  $x = (x, y, \theta)$ , es decir, posición y orientación. La única observación disponible proviene de un GPS que mide  $y = (x, y)$ . ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta? (c)

- a) El sistema es totalmente observable porque el GPS proporciona dos de las tres variables del estado que permiten actualizar la posición.
- b) El sistema es observable únicamente si  $\theta$  es constante en el tiempo.
- c) El sistema no es observable porque la salida no contiene información suficiente para reconstruir la componente  $\theta$  del estado.
- d) El sistema es observable si el robot se mueve con velocidad distinta de cero.



# Preguntas de teoría (Parte II)

- Describe con palabras el proceso para estimar la varianza de la estimación del estado futuro  $\mathbf{x}(k+1)$  (en una dimensión) dada una señal de control  $\mathbf{u}(k)$  ruidosa.
  - **Respuesta:** Esto se podría realizar mediante la simulación de Monte Carlo. Se pueden generar  $N$  muestras de  $x(k+1)$  con diferentes muestras de  $u(k)$  que serán diferentes debido a la incertidumbre. Una vez obtenidas la  $N$  muestras se puede realizar un promedio (valor final estimado de  $x(k+1)$ ), y obtener la varianza, que representaría la incertidumbre del estado.

# Ejercicio práctico (Parte III)

## E1. Análisis de estabilidad mediante el método de Euler

Considera el siguiente sistema dinámico continuo de una dimensión:

$$\dot{x}(t) = -2x(t) + x^3(t).$$

Queremos estudiar numéricamente la estabilidad de  $x^* = 0$  usando el **método de Euler explícito** con paso de integración  $h = 0,1$ .

- Escribe la ecuación de actualización del método de Euler para este sistema, discretizando como  $x_k \approx x(t_k)$  y  $t_k = kh$ .
- Partiendo de  $x_0 = 0,05$ , completa una tabla de la evolución aproximada de  $x_k$  hasta  $k = 15$  (es decir, hasta  $t = 1,5$ ) para observar el comportamiento del sistema.

# Ejercicio práctico (Parte III)

- c) A partir de la evolución numérica obtenida. Basándote en la integración numérica, indica si el punto de equilibrio  $x^* = 0$  es estable o inestable.
- d) Compara tu conclusión numérica con el análisis analítico local basado en la linealización del sistema en torno a  $x^* = 0$ :

$$f'(x) = -2 + 3x^2.$$

¿Coinciden las conclusiones? ¿Coméntalo por qué?

- Como ejercicio práctico también puede entrar alguno del tipo que se haya visto en teoría en las transparencias.
- Con el objetivo de mejorar la asignatura para el próximo año, se os pasará una encuesta preguntando por cómo habríais preferido la asignatura (se dejarán 10 minutos más).
  - La encuesta es **voluntaria** y **anónima**.
  - Se preguntarán cosas del tipo: “*Habría preferido menos contenido y profundizar más*”, “*Habría preferido tener que programar más en las prácticas*” o cosas por el estilo

# MODELOS COMPUTACIONALES Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

Examen Final de curso 2025-2026