

# **Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología**

## **Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática**

**GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :**

**Modelado y Simulación de Sistemas Dinámicos  
(2020 - 2021)**

## 1. Datos descriptivos de la asignatura

Asignatura: <b>Modelado y Simulación de Sistemas Dinámicos</b>	Código: <b>339393103</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Centro: <b>Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología</b></li> <li>- Lugar de impartición: <b>Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología</b></li> <li>- Titulación: <b>Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática</b></li> <li>- Plan de Estudios: <b>2010 (Publicado en 2011-12-12)</b></li> <li>- Rama de conocimiento: <b>Ingeniería y Arquitectura</b></li> <li>- Itinerario / Intensificación:</li> <li>- Departamento/s:  <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Ingeniería Informática y de Sistemas</b></li> </ul> </li> <li>- Área/s de conocimiento:  <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Arquitectura y Tecnología de Computadores</b></li> <li><b>Ingeniería de Sistemas y Automática</b></li> </ul> </li> <li>- Curso: <b>3</b></li> <li>- Carácter: <b>Obligatoria</b></li> <li>- Duración: <b>Primer cuatrimestre</b></li> <li>- Créditos ECTS: <b>6,0</b></li> <li>- Modalidad de impartición: <b>Presencial</b></li> <li>- Horario: <b>Enlace al horario</b></li> <li>- Dirección web de la asignatura: <b><a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a></b></li> <li>- Idioma: <b>Castellano e Inglés (0,3 ECTS en Inglés)</b></li> </ul>	

## 2. Requisitos para cursar la asignatura

## 3. Profesorado que imparte la asignatura

Profesor/a Coordinador/a: <b>ROBERTO LUIS MARICHAL PLASENCIA</b>
- Grupo: <b>Teoría y Práctico (GTPA1) y Prácticas Específicas (GPE1, GPE2)</b>
<p><b>General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre: <b>ROBERTO LUIS</b></li> <li>- Apellido: <b>MARICHAL PLASENCIA</b></li> <li>- Departamento: <b>Ingeniería Informática y de Sistemas</b></li> <li>- Área de conocimiento: <b>Ingeniería de Sistemas y Automática</b></li> </ul>
<p><b>Contacto</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teléfono 1: <b>922 84 5239</b></li> <li>- Teléfono 2:</li> <li>- Correo electrónico: <b><a href="mailto:rlmarpla@ull.es">rlmarpla@ull.es</a></b></li> <li>- Correo alternativo:</li> <li>- Web: <b><a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a></b></li> </ul>

<b>Tutorías primer cuatrimestre:</b>						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	09:30	12:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	Zona de Despachos
Todo el cuatrimestre		Viernes	09:30	13:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	Zona de Despachos
Observaciones: El lugar y horario de las tutorías pueden sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas en tiempo y forma.						
<b>Tutorías segundo cuatrimestre:</b>						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	09:30	12:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	Zona de Despachos
Todo el cuatrimestre		Viernes	09:30	13:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	Zona de Despachos
Observaciones: El lugar y horario de las tutorías pueden sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas en tiempo y forma.						

<b>Profesor/a: IVAN CASTILLA RODRIGUEZ</b>
- Grupo: <b>Teoría y Práctico (GTPA1) y Prácticas Específicas (GPE1, GPE2)</b>
<b>General</b> - Nombre: <b>IVAN</b> - Apellido: <b>CASTILLA RODRIGUEZ</b> - Departamento: <b>Ingeniería Informática y de Sistemas</b> - Área de conocimiento: <b>Arquitectura y Tecnología de Computadores</b>

**Contacto**

- Teléfono 1: **922316502 (ext. 6989)**
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **icasrod@ull.es**
- Correo alternativo:
- Web: **<https://sites.google.com/a/ull.edu.es/icasrod/>**

**Tutorías primer cuatrimestre:**

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	13:00	15:00	Edificio Garoé - AN.4B	Primera planta
Todo el cuatrimestre		Miércoles	11:00	13:00	Edificio Garoé - AN.4B	Primera planta
Todo el cuatrimestre		Viernes	11:00	13:00	Edificio Garoé - AN.4B	VIRTUAL

Observaciones: Las tutorías VIRTUALES se atenderán por Hangout con el email del profesor. Este horario podrá sufrir cambios por causas sobrevenidas que se notificarán en <https://sites.google.com/a/ull.edu.es/icasrod/home/incidencias-tutorias>

**Tutorías segundo cuatrimestre:**

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	11:00	14:00	Edificio Garoé - AN.4B	Primera planta
Todo el cuatrimestre		Martes	12:30	13:30	Edificio Garoé - AN.4B	Primera planta
Todo el cuatrimestre		Martes	13:30	15:30	Edificio Garoé - AN.4B	VIRTUAL

Observaciones: Las tutorías VIRTUALES se atenderán por Hangout con el email del profesor. Este horario podrá sufrir cambios por causas sobrevenidas que se notificarán en <https://sites.google.com/a/ull.edu.es/icasrod/home/incidencias-tutorias>

#### 4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Tecnología Específica: Electrónica Industrial**  
Perfil profesional: **Ingeniería Electrónica Industrial y Automática**

#### 5. Competencias

Específicas

**2** - Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.

**25** - Conocimiento y capacidad para el modelado y simulación de sistemas.

#### Generales

**T3** - Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

**T4** - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Electrónica Industrial.

**T9** - Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

#### Transversales

**O1** - Capacidad de análisis y síntesis.

**O6** - Capacidad de resolución de problemas.

**O7** - Capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico.

**O8** - Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica.

#### Básicas

**CB1** - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

**CB2** - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

**CB3** - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

**CB4** - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

**CB5** - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

## 6. Contenidos de la asignatura

### Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

Unidad Didáctica I: Modelado de sistemas de eventos discretos e Identificación de sistemas lineales

- Profesor/a: Roberto Luis Marichal Plasencia

- Temas

TEMA 1. INTRODUCCIÓN.

Definición de modelado y simulación.  
Determinación de Ecuaciones de Estado.  
Ejemplos de Sistemas

## TEMA 2. REPRESENTACIÓN DE SISTEMAS DE EVENTOS DISCRETOS MEDIANTE REDES DE PETRI.

Los sistemas de eventos discretos y su representación formal.  
Definición de la red de Petri generalizada. Conceptos dinámico-estructurales: marcado.  
Sensibilización de transiciones. Reglas de evolución.  
Secuencia de disparo. Vector característico de una secuencia de disparo.  
Ecuación de estados. Red de Petri interpretada.

## TEMA 3. ANÁLISIS DE REDES DE PETRI.

Propiedades básicas de una red de Petri. Vivacidad, ciclicidad, conservativa, limitación, conflictividad, exclusión mutua.  
Análisis enumerativo de una red de Petri. Grafo de marcados. Análisis de vivacidad, ciclicidad y conflictividad.  
Análisis estructural de propiedades globales. Red repetitiva. Red conservativa.  
Análisis estructural de propiedades locales. Invariantes de marcado. Condición necesaria para la alcanzabilidad. Condición suficiente para la verificación de aseveraciones.

## TEMA 4. MODELADO EXPERIMENTAL MEDIANTE TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN.

Introducción a la identificación de sistemas.  
Clasificación de los métodos de identificación.  
Introducción a la transformada z.  
Método de los mínimos cuadrados.

Unidad Didáctica II: Simulación Estadística de Sistemas Dinámicos

- Profesor/a: Iván Castilla Rodríguez

Temas:

## TEMA 5. MODELOS ESTADÍSTICOS EN LA SIMULACIÓN DE SISTEMAS DE EVENTOS DISCRETOS.

Los estudios de simulación.  
La simulación de eventos discretos y sus perspectivas.  
Repaso de nociones básicas de estadística.  
Distribuciones de probabilidad de interés.  
Test de hipótesis y pruebas de bondad de ajuste.

Generación de números pseudoaleatorios.

#### TEMA 6. ANÁLISIS, MEJORA Y VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN ESTADÍSTICA.

Diseño experimental.

Métodos de reducción de la varianza.

Análisis de sensibilidad. Validación de la simulación.

Unidad Didáctica III: Modelado y Análisis de Sistemas Dinámicos

- Profesor/a: Roberto Luis Marichal Plasencia

Temas.

#### TEMA 7. ANÁLISIS DE SISTEMA DINÁMICOS.

Estabilidad de sistemas lineales y no lineales.

El método de linealización.

Función de Lyapunov.

Teorema de Lyapunov y aplicaciones en Control.

#### Actividades a desarrollar en otro idioma

Profesores: Roberto Luis Marichal Plasencia, Iván Castilla Rodríguez

- Consulta bibliográfica. Tutoriales

-Utilización de herramienta informáticas en inglés.

### 7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

#### Descripción

La metodología consiste en ir explicando en las clases teóricas/prácticas los contenidos teóricos, simultaneándolo con el planteamiento de diversos problemas prácticos desarrollados por el Profesor. Por otra parte, en las clases prácticas

específicas, se utilizarán distintas herramientas de software donde se refleje la visión práctica de los contenidos teóricos.

La asignatura participa en el Programa de apoyo a la docencia presencial mediante herramientas TIC. Donde se incluye tareas, foros, calificaciones y materiales didácticos en el Campus virtual de la Universidad de La Laguna.

**Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante**

Actividades formativas	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo	Total horas	Relación con competencias
Clases teóricas o de problemas a grupo completo	15,00	0,00	15,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [O7], [O6], [O1], [25], [2]
Clases prácticas en aula a grupo mediano o grupo completo	12,00	0,00	12,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [O8], [O7], [O6], [T9], [T3], [25], [2]
Realización de trabajos (individual/grupal)	0,00	40,00	40,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [O8], [O7], [O6], [O1], [T4], [T3], [25], [2]
Estudio/preparación de clases teóricas	0,00	15,00	15,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [O7], [O6], [O1], [T9], [T4], [T3], [25], [2]
Estudio/preparación de clases prácticas	0,00	19,00	19,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [O8], [O7], [O6], [T9], [T4], [T3], [25], [2]
Preparación de exámenes	0,00	16,00	16,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [O8], [O7], [O6], [T9], [T4], [T3], [25], [2]
Realización de exámenes	3,00	0,00	3,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [O7], [O6], [O1], [T4], [T3], [25], [2]
Asistencia a tutorías, presenciales y/o virtuales, a grupo reducido	3,00	0,00	3,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [O8], [O7], [O6], [O1], [T4], [T3], [25], [2]



Prácticas de laboratorio o en sala de ordenadores a grupo reducido	27,00	0,00	27,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [O8], [O7], [O6], [T9], [T3], [25], [2]
Total horas	60,00	90,00	150,00	
Total ECTS			6,00	

## 8. Bibliografía / Recursos

### Bibliografía Básica

"Simulation and Modeling of Continuous Systems". D. Matho, R. Karba, B. Zupanic. Prentice-Hall, 1992.

"Las redes de Petri en la automática y en la informática", M. Silva, 1985, Editorial AC.

"Identificación y control adaptativo", Alberto Aguado Behar, Miguel Martínez Iranzo, Editorial: Madrid : Prentice-Hall, 2003

"Modelado y Simulación. Aplicación a procesos logísticos de fabricación y servicios". Antoni Guash, Miguel Ángel Piera, Josep Casanovas, Jaime Figueras, 2002. Ediciones UPC.

### Bibliografía Complementaria

"Introducción a la dinámica de Sistemas", J. Aracil, 1992. Alianza

"Simulación", S.M. Ross, 1999. Prentice Hall.

"Simulation with Arena", W.D. Kelton, R.P. Sadowski, D.A. Sadowski, 1998 McGraw Hill.

"Discrete-time control systems", Katsuhiko Ogata (1987) Editorial: New Jersey Prentice Hall International, cop., 1987.

### Otros Recursos

Programa utilizado en las prácticas de la Unidad Didáctica I  
WxMaxima

Página utilizada en la Unidad Didáctica II

PetriNets

Página utilizada en la Unidad Didáctica III  
Arena

## 9. Sistema de evaluación y calificación

### Descripción

La Evaluación de la asignatura se rige por el Reglamento de Evaluación y Calificación de la Universidad de La Laguna (BOC de 19 de enero de 2016), o el que la Universidad tenga vigente, además de por lo establecido en la Memoria de Verificación inicial o posteriores modificaciones.

La evaluación de la asignatura es continua y consiste en las siguientes pruebas con su correspondiente ponderación:

- Prueba Teórica: 40% de la nota final.
- Tareas: Las Tareas se plantearán en el campus virtual, éstas consistirán en la realización de informes y ejercicios. 60 % de la nota final.

Requisitos mínimos para acceder a la evaluación continua de la asignatura:

- Realizar una tarea correspondiente a la evaluación continua.

Para aprobar es necesario obtener una nota mínima de 5.0 en la prueba teórico.

Evaluación Alternativa:

Los alumnos podrán entregar las tareas en todas las convocatorias acorde a un plazo temporal de subida en el campus virtual y deberán realizar una prueba teórica.

### Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
Pruebas de desarrollo	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [O8], [O7], [O6], [O1], [T4], [T3], [25], [2]	Resolución de tres problemas asociados a cada unidad didáctica.	40,00 %
Pruebas de ejecuciones de tareas reales y/o simuladas	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [O8], [O7], [O6], [O1], [T9], [T4], [T3]	Resolución de tres tareas relacionados con las prácticas correspondientes a cada unidad didáctica.	60,00 %

## 10. Resultados de Aprendizaje

El estudiante sea capaz de modelar un sistema dinámico.

Analizar cualquier sistema dinámico tanto lineal como no lineal.

Plantear sistemas de Eventos Discretos mediante redes de Petri.

Modelar sistemas en base a resultados empíricos.

Estudiar sistemas de Eventos Discretos mediante métodos estadísticos.

Capacidad de modelar y simular en el entorno Arena.

## 11. Cronograma / calendario de la asignatura

### Descripción

La asignatura se desarrolla a lo largo de las 15 semanas del primer cuatrimestre según la estructura que se expone a continuación:

- 2 horas a la semana de clases de teoría/práctica.
- 2 horas de problemas de simulación y/o de laboratorio en grupo reducido impartida en aula de ordenadores a asignar (en caso de estar disponible) .

### Primer cuatrimestre

Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:	1	Clases Teóricas/Problemas:  Introducción de modelado de simulación de sistemas. Determinación de ecuaciones de estado y ejemplos.	2.00	2.00	4.00

Semana 2:	2	<p>Clases Teóricas/Problemas:</p> <p>Introducción a las Redes de Petri</p> <p>Clases Prácticas Específicas:</p> <p>Diseño de Redes de Petri mediante un simulador</p>	4.00	4.00	8.00
Semana 3:	2	<p>Clases Teóricas/Problemas:</p> <p>Determinación de reglas de evolución de Redes de Petri y Formalización Matemática</p> <p>Clases Prácticas Específicas:</p> <p>Diseño de Redes de Petri mediante un simulador.</p>	4.00	4.00	8.00
Semana 4:	3	<p>Clases Teóricas/Problemas:</p> <p>Análisis de Propiedades básicas de Redes de Petri..</p> <p>Clases Prácticas Específicas:</p> <p>Diseño de Redes de Petri mediante un simulador (Continuación)</p>	4.00	4.00	8.00
Semana 5:	3	<p>Clases Teóricas/Problemas:</p> <p>Análisis enumerativo de Redes de Petri</p> <p>Clases Prácticas Específicas:</p> <p>Análisis de Redes de Petri mediante un simulador ( SimRdP.).</p>	4.00	4.00	8.00
Semana 6:	3	<p>Clases Teóricas/Problemas:</p> <p>Análisis estructural de las Redes de Petri</p> <p>Clases Prácticas Específicas:</p> <p>Análisis de Redes de Petri mediante un simulador (continuación)</p>	4.00	4.00	8.00

Semana 7:	4	<p>Clases Teóricas/Problemas:</p> <p>Introducción a la identificación de sistemas. Mínimos cuadrados</p> <p>Clases Prácticas Específicas:</p> <p>Aplicación de Mínimos Cuadrados con Matlab/Simulink.</p>	4.00	4.00	8.00
Semana 8:	5	<p>Clases Teóricas/Problemas:</p> <p>Introducción de simulación</p> <p>Clases Prácticas Específicas:</p> <p>Introducción al software denominado Rockwell Arena para la Simulación.</p>	4.00	4.00	8.00
Semana 9:	5	<p>Clases Teóricas/Problemas:</p> <p>Repaso de conceptos Estadísticos para la simulación.</p> <p>Clases Prácticas Específicas:</p> <p>Ejemplos de simulación en Rockwell Arena Entrega Tarea 1</p>	4.00	8.00	12.00
Semana 10:	6	<p>Clases Teóricas/Problemas:</p> <p>Diseño Experimental</p> <p>Clases Prácticas Específicas:</p> <p>Implementación práctica de sistemas de eventos discretos en Rockwell Arena.</p>	4.00	4.00	8.00
Semana 11:	6	<p>Clases Teóricas/Problemas:</p> <p>Métodos de reducción de la varianza. Análisis de Sensibilidad y Validación.</p> <p>Clases Prácticas Específicas:</p> <p>Implementación práctica de sistemas de eventos discretos en Rockwell Arena. (Continuación) Entrega Tarea 2</p>	4.00	12.00	16.00

Semana 12:	7	<p>Clases Teóricas/Problemas:</p> <p>Análisis de estabilidad de sistemas lineales con el método de linealización.</p> <p>Clases Prácticas Específicas:</p> <p>Análisis de sistemas no lineales con el software WxMaxima</p>	4.00	4.00	8.00
Semana 13:	7	<p>Clases Teóricas/Problemas:</p> <p>Método de Lyapunov</p> <p>Clases Prácticas Específicas:</p> <p>Comparar sistemas no lineales con su sistema equivalente linealizado el software WxMaxima</p> <p>Ejemplos de simulación en Rockwell Arena</p>	4.00	4.00	8.00
Semana 14:	7	<p>Clases Teóricas/Problemas:</p> <p>Clases Teóricas/Problemas:</p> <p>Método de Lyapunov Aplicaciones en Control</p> <p>Clases Prácticas Específicas:</p> <p>Comparar sistemas no lineales con su sistema equivalente linealizado el software WxMaxima</p> <p>Entrega Tarea 3</p>	4.00	12.00	16.00
Semana 15 a 17:	Prueba de evaluación	Evaluación mediante realización de prueba de desarrollo y trabajo autónomo del alumnado.	6.00	16.00	22.00
Total			60.00	90.00	150.00