

24-25

# GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



## **SIMULACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES CONECTADOS**

CÓDIGO 28070114

UNED

**24-25**

**SIMULACIÓN DE PROCESOS  
INDUSTRIALES CONECTADOS  
CÓDIGO 28070114**

# ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN  
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA  
EQUIPO DOCENTE  
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE  
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE  
RESULTADOS DE APRENDIZAJE  
CONTENIDOS  
METODOLOGÍA  
SISTEMA DE EVALUACIÓN  
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA  
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA  
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA  
IGUALDAD DE GÉNERO

Nombre de la asignatura	SIMULACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES CONECTADOS
Código	28070114
Curso académico	2024/2025
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN INDUSTRIA CONECTADA
Tipo	CONTENIDOS
Nº ETCS	5
Horas	125
Periodo	SEMESTRE 2
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

## PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

La asignatura "*Simulación de Procesos Industriales Conectados*" es una asignatura obligatoria del Máster que tiene las siguientes características generales:

- a) Es una asignatura "a distancia" según el modelo metodológico implantado en la UNED. Al efecto se dispondrá de los recursos incorporados al *Curso virtual* de la asignatura al que se ingresa a través del portal de acceso al campus de la Universidad.
- b) Dado que las actividades síncronas son reducidas, la planificación de su seguimiento y estudio permite su adaptación a estudiantes con diversas circunstancias personales y laborales. No obstante, en este sentido, suele ser aconsejable que en la medida de sus posibilidades, cada estudiante establezca su propio modelo de estudio y seguimiento lo más regular y constante posible.
- c) Tiene un carácter teórico-práctico, por lo que los planteamientos teóricos pueden ir seguidos de la resolución de ejercicios.

En esta asignatura se estudian las técnicas de simulación, comenzando por una introducción básica a lo que se entiende por simulación, enunciando los tipos existentes y las técnicas empleadas. Por ello se comienza analizando la simulación de Montecarlo, pasando a revisar la simulación de sistemas continuos y por lotes, estudiando a continuación los sistemas combinados, y por último la simulación cualitativa. En todos ellos, la variable que permite esta clasificación, es el tratamiento del tiempo.

Como objetivos finales de la asignatura se analizan diversos campos aplicados de simulación en la Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control Industrial, de forma que el estudiante tenga una visión suficientemente clara de una serie de aplicaciones.

Por último, y al tratarse de una asignatura obligatoria para todos los estudiantes del Máster, se exponen las técnicas y herramientas básicas necesarias para la simulación de estos sistemas, referidas principalmente, a las áreas que conforman este máster, de forma que el estudiante sepa aplicarlas adecuadamente al contexto profesional y cultural en el que se emplean.

Las principales competencias que se pretenden alcanzar son:

- Conocimiento de las técnicas básicas de simulación.
- Asimilación de la influencia del tiempo y su tratamiento en los distintos tipos de simulación a emplear.
- Aplicación de los conocimientos adquiridos y su metodología en las asignaturas del Máster y en los trabajos del mismo.
- Desarrollo de aplicaciones de simulación orientadas al estudio de sistemas de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control Industrial.
- Destrezas en la aplicación de los métodos de análisis, diseño, modelado, identificación y validación de simulación de sistemas.

## REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

La formación previa que deberían tener los alumnos para el adecuado seguimiento de esta asignatura está basada en unos fundamentos, a poder ser a nivel de grado universitario, de cálculo, análisis matemático y estadística, así como de sistemas físicos y mecánicos, propios de un segundo curso de una titulación técnica bien de tipo científico o de ingeniería. Igualmente se precisarían también conocimientos informáticos básicos a nivel de usuario y en caso de querer abordar la programación de simulaciones de sistemas, conocimientos de metodologías y lenguajes de programación.

## EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos	MANUEL ALONSO CASTRO GIL
Correo Electrónico	mcastro@ieec.uned.es
Teléfono	91398-6476
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, CONTROL, TELEMÁTICA Y QUÍMICA APLICADA A LA INGENIERÍA
Nombre y Apellidos	FRANCISCO MUR PEREZ (Coordinador de asignatura)
Correo Electrónico	fmur@ieec.uned.es
Teléfono	91398-7780
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, CONTROL, TELEMÁTICA Y QUÍMICA APLICADA A LA INGENIERÍA
Nombre y Apellidos	AFRICA LOPEZ-REY GARCIA-ROJAS
Correo Electrónico	alopez@ieec.uned.es
Teléfono	91398-7798
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, CONTROL, TELEMÁTICA Y QUÍMICA APLICADA A LA INGENIERÍA

## HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

La tutorización de los alumnos se llevará a cabo a través de la plataforma de e-Learning o directamente por teléfono con el equipo docente:

Martes de 10:00 a 14:00

Francisco Mur Pérez. Telf. 91-398.77.80. fmur@ieec.uned.es

Martes de 10:00 a 14:00

Manuel-Alonso Castro Gil. Telf. 91-398.64.76. mcastro@ieec.uned.es

Martes de 9:00 a 13:00

África López-Rey García-Rojas. Telf. 91-398.77.98. alopez@ieec.uned.es

### **Dirección postal:**

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (UNED)

CL Juan del Rosal 12

28040 Madrid

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

### Competencias generales:

- CG01 - Desarrollar capacidad de análisis y síntesis de la información científico-técnica
- CG02 - Adquirir el conocimiento de los métodos y técnicas de investigación
- CG05 - Desarrollar habilidades técnicas, de análisis y síntesis: resolución de problemas, toma de decisiones y comunicación de avances científicos.

### Competencias básicas:

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Los estudiantes que cursen esta asignatura optativa adquirirán la siguiente competencia específica:

- Comprender y aplicar técnicas y algoritmos de simulación de procesos en contextos de industria conectada.

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Los resultados del aprendizaje esperados que debe alcanzar el estudiante y que definen esos objetivos de la asignatura son:

- Iniciar al estudiante en la actividad general de la simulación de sistemas continuos y por lotes, así como en la simulación combinada y los métodos de cálculo necesarios.
- Identificar los diferentes tipos de simulación existentes, sus campos de aplicación, y las ventajas e inconvenientes de cada uno. Estudiar diferentes aplicaciones básicas en la Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control Industrial.

- Efectuar simulaciones de sistemas básicos con diversos programas existentes en el mercado en versiones educativas y de demostración.
- Programar algún modelo de simulación y algún módulo que permita evaluar los conocimientos adquiridos.
- Demostrar el funcionamiento de los módulos programados mediante su ejecución y la validación de los mismos, según el análisis previo efectuado de los resultados obtenidos.
- Dominar los recursos y sistema de búsqueda de sistemas y modelos de simulación de sistemas de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control Industrial así como otros recursos digitales y en Internet.
- Realizar estudios comparativos de distintas aplicaciones y algoritmos dentro de los sistemas de simulación.

## CONTENIDOS

### 1.Objetivo y tipos de simulación

1. Introducción al modelado de sistemas. Tipos de modelos
2. Aplicaciones de la simulación
3. Proceso de modelado y simulación
4. Tipos de simulación
5. Lenguajes empleados en simulación
6. Uso y limitaciones de la simulación

### 2.Simulación de sistemas continuos

1. Identificación y modelado de sistemas continuos
2. Cálculo analógico
3. Programación y características
4. Simulación digital
5. Métodos numéricos de resolución
6. Estabilidad numérica
7. Algoritmos en sistemas continuos. Sistemas discretos. Sistemas remuestreados
8. Ejemplos

### 3.Conceptos de estadística. Simulación de Monte Carlo

1. Conceptos básicos de estadística y probabilidad
2. Variables aleatorias continuas
3. Variables aleatorias discretas

4. Números aleatorios
5. Generación de variables aleatorias continuas
6. Generación de variables aleatorias discretas
7. Análisis estadístico de datos simulados
8. Simulación de Monte Carlo. Cadenas de Markov
- 4.Simulación por lotes. Simulación combinada

1. Introducción. Conceptos básicos
2. Simulación de líneas. Modelo de inventario. Verificación del modelo
3. Componentes. Proceso de simulación
4. Simulación combinada
5. Ejemplos
- 5.Simulación cualitativa

1. Simulación basada en reglas. Objetivos
2. Representaciones
3. Algoritmos de simulación. Proceso de simulación
4. Ejemplos
- 6.Programación del modelo

1. Lenguajes de simulación continua
2. Lenguajes de simulación discreta
3. Generación y ajuste a los datos de entrada
- 7.Ejecución de la simulación

1. Introducción
2. Técnicas de reducción de varianza
3. Diseño de experimentos
4. Optimización
5. Tamaño de muestra y reglas de parada
- 8.Validación de la simulación

1. Conceptos
2. Significado del modelo válido
3. Metodología



4. Empleo de pruebas estadísticas. Pruebas de bondad

9. Análisis de la simulación

1. Metodología

2. Análisis de Incertidumbre

3. Análisis de sensibilidad

10. Pruebas físicas a escala. Leyes de escalado

1. Uso de pruebas físicas

2. Leyes de escalado

3. Empleo en simulación. Conocimiento del modelo

11. Aplicaciones de la simulación en la Ingeniería

1. Aplicaciones en Ingeniería Eléctrica

2. Aplicaciones en Ingeniería Electrónica

3. Aplicaciones en Sistemas de Fabricación

4. Aplicaciones en Sistemas de Comunicaciones

12. Nuevas tendencias en simulación

## METODOLOGÍA

La metodología es la general del programa de postgrado. Junto a las actividades y enlaces con fuentes de información externas, existe material didáctico propio preparado por el equipo docente. Adaptada a las directrices del EEES, de acuerdo con el documento del IUED. La asignatura no tiene clases presenciales y los contenidos se impartirán a distancia, de acuerdo con las normas y estructuras de soporte telemático de la enseñanza en la UNED. El material docente incluye un resumen de los contenidos de cada tema y distintos tipos de actividades relacionadas con la consulta bibliográfica, consulta de información en Internet, trabajos de análisis y resumen, uso de herramientas software, e implementación de páginas web conforme a las directrices mostradas.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

### TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen	Examen de desarrollo
Preguntas desarrollo	4
Duración del examen	120 (minutos)
Material permitido en el examen	

No se permite ningún tipo de material.

#### Criterios de evaluación

La prueba presencial consta de tres cuestiones y una pregunta de desarrollo. El reparto de puntos y tiempos de cada ejercicio es de 2 puntos por cuestión (estimando un tiempo de respuesta de 25 minutos para cada cuestión) y 4 puntos la pregunta de desarrollo (45 minutos).

% del examen sobre la nota final	40
Nota del examen para aprobar sin PEC	4
Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC	4
Nota mínima en el examen para sumar la PEC	4

Comentarios y observaciones

#### CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS

Requiere Presencialidad Si

#### Descripción

Las preguntas del examen son de tipo teórico sobre el temario completo de la asignatura.

#### Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación y la ponderación de las preguntas de la prueba presencial se detallan en el propio examen.

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final	Los pesos de los métodos de evaluación de la asignatura serán un 40% el trabajo final, un 40% la evaluación de conocimientos mediante la Prueba Presencial y un 20% la participación en el curso y las pruebas de evaluación continua. Resultando condición necesaria la obtención de una calificación mínima de 4 puntos para poder aplicar los pesos de evaluación anteriormente mencionados.
---	---

Fecha aproximada de entrega	Consultar calendario de pruebas presenciales
-----------------------------	--

Comentarios y observaciones

#### PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC? Si, PEC no presencial

#### Descripción

La asignatura tiene dos pruebas de evaluación continua no presenciales (PEC). La planificación temporal de estas pruebas se publicará en el curso virtual.

PEC 1: temas 1 al 6.

PEC 2: temas 7 al 12.

#### Criterios de evaluación

Las pruebas de evaluación continua tienen la misma estructura y criterios de evaluación que la prueba presencial.

Ponderación de la PEC en la nota final	Las pruebas de evaluación continua junto con otras actividades que se realicen en el curso virtual tienen una ponderación en su conjunto de un 20% sobre la nota final de la asignatura.
Fecha aproximada de entrega	PEC1: principios de abril. PED2: mediados de mayo.
Comentarios y observaciones	

**OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES**

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s? Si, no presencial

## Descripción

**Ejercicios y trabajos**

El estudiante deberá realizar una serie de ejercicios y trabajos propuestos en los capítulos de la asignatura y, al final, un trabajo crítico de síntesis de la asignatura. En su resolución de estos ejercicios el estudiante debe ir explicando el desarrollo que sigue y que le lleva a esos resultados, junto a los comentarios y consideraciones que estime necesario (pero no confunda esto con “enrollarse” innecesariamente, no queremos que nos transcriba el texto de la bibliografía utilizada). El documento con su respuestas a esos temas y ejercicios propuestos y con el trabajo final de síntesis de la asignatura lo debe enviar el estudiante al equipo docente por correo electrónico antes de la fecha límite indicada para cada (conforme al calendario de la asignatura que aparece en el apartado de este documento), como un único documento *.pdf* sin seguridad (es decir, sin ninguna restricción del documento) para que el equipo docente podamos trabajar sobre él e incluir en él nuestra corrección y nuestros comentarios. Ese será el documento que posteriormente le devolveremos de la misma forma.

En muy importante que ponga atención a la redacción de su documento de respuestas, a la corrección ortográfica y gramatical, y a la utilización correcta de los conceptos técnicos y de las unidades y sus símbolos en las soluciones numéricas. Tenga en cuenta que en esto del Espacio Europeo de Educación Superior debe demostrar, y nosotros evaluar, que además de dominar los contenidos de la asignatura usted es capaz de utilizarlos correctamente expresándose mediante documentos técnicos escritos.

## Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final	Los pesos de los métodos de evaluación de la asignatura serán 40% el trabajo final, un 40% la evaluación de conocimientos mediante la Prueba Presencial y un 20% la participación en el curso y las pruebas de evaluación continua. Resultando condición necesaria la obtención de una calificación mínima de 4 puntos para poder aplicar los pesos de evaluación anteriormente mencionados.
Fecha aproximada de entrega	finales de junio o primeros de septiembre
Comentarios y observaciones	

BASES del trabajo final de la asignatura:

Deberán de poner el tema del trabajo elegido, antes del 20 de mayo, en el foro del curso en el servidor que se creará al efecto.

Portada y documento: Se utilizará la portada de la página siguiente con los formatos contenidos en la misma y se continuará escribiendo sobre este mismo fichero eliminando esta primera página.

El trabajo se desarrollará con un mínimo de 40 páginas y un máximo de 100.

En tipo de letra Verana 10 para los textos generales, justificado a derecha e izquierda.

Las figuras se referenciarán siempre en los párrafos anteriores a la aparición de las mismas, y el pie de figura deberá ir en Verana 8 negrita cursiva.

Se hará referencia a la bibliografía a lo largo del texto, indicando al final de los párrafos un número, por ejemplo [5], apareciendo en la última página un apartado de bibliografía donde figurará con que libro o URL se corresponde ese [5]. En el caso de URL's se facilitará la fecha de acceso.

Se valorarán que las referencias bibliográficas estén bien detalladas y sean lo más actualizadas posibles.

La fecha de entrega será antes del 20 al junio para la convocatoria a de junio, siendo la fecha máxima de entrega en la convocatoria de septiembre el día 20.

Las dudas referentes a cómo realizar este trabajo se atenderán en el foro del servidor.

Tal y como se apunta en la guía de la asignatura la nota de este trabajo tendrá un peso del 40% sobre la calificación final de la misma.

Deberá enviar el trabajo EN WORD Y PDF antes de la fecha señalada a los correos: fmur@ieec.uned.es y mcastro@ieec.uned.es para su evaluación. Se le enviará acuse de recibo, en caso de no tenerlo en 3 días vuelva a enviarlo hasta que lo reciba.

### ¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

La nota final será:

**40% de la Prueba Presencial + 40% del trabajo final + 20% de las pruebas de evaluación continua y otras actividades del curso.**

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13): 9788474841640

Título: SIMULACIÓN DE PROCESOS Y APLICACIONES 2004 edición

Autor/es: Castro Gil, Manuel Alonso; Gómez García, J.M.; Jiménez Avello, A.

Editorial: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, UPM

ISBN(13): 9789701702598

Título: SIMULACIÓN

Autor/es: Ross, Sheldon M.

Editorial: PEARSON EDUCACION

En caso de tener problemas para encontrar el libro de A. Jiménez en su librería, deberá comprarlo directamente en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid. Puede solicitarlo por teléfono, 913-363-068 o por correo electrónico a publicaciones@etsii.upm.es.

El primer libro está escrito de una forma clara para servir de guía a un curso de Simulación de Procesos. Se complementa con el segundo libro, que persigue una mayor especialización en métodos y modelos estadísticos.

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- [3] Rios, D., Rios, S. y Martín, J.: Simulación. Métodos y Aplicaciones. Ed. RA-MA, 1997.
- [4] Banks, J.: Simulation. Ed. Wiley, 1998.
- [5] Arrillaga, J. y Arnold, C.: Computer Modelling of Electrical Systems. Ed. Wiley, 1983.
- [6] Box, G. y Jenkins, G.: Time Systems Analysis, Forecasting and Control. Ed. Holden-Day, 1982.
- [7] Carnahan, B.: Applied Numerical Methods. Ed. Wiley, 1964.
- [8] Davis, M. y Vinter, R.: Stochastic Modeling and Control. Ed. Chapman y Hall, 1985.
- [9] Kreutzer, W.: System Simulation. Ed. Addison Wesley, 1986.
- [10] Ljung, B.: System Identification. Theory for the User. Ed. Prentice Hall, 1987.
- [11] Zeigler, B.: Theory of Modeling and Simulation. Ed. Wiley, 1976.
- [12] Peña, D.: Fundamentos de Estadística. Alianza Editorial, 2008.

## RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

"The Society for Computer Simulation" - <http://www.scs.org/>

IEEE - <http://www.ieee.org/>

ACM - Grupo de Interés Especial en Simulación - <http://www.acm.org/>

"Informs College on Simulation" - <http://www.informs-cs.org/>

"Institute for Simulation & Training" de la Universidad de Florida Central –  
<http://www.ist.ucf.edu>

Portal de Simulación y modelado de sistemas - <http://www.simcentral.com/>

Calculadoras y tutoriales en línea - <http://www.martindalecenter.com/Calculators.html>

Enlaces simulación y modelado – <http://www.idsia.ch/~andrea/simtools.html>  
<http://www.isima.fr/ecosim/simul/simul.html>

Diccionarios de simulación y modelado -  
[http://www.site.uottawa.ca/~oren/SCS\\_MSNet/MSdictionaries.htm](http://www.site.uottawa.ca/~oren/SCS_MSNet/MSdictionaries.htm)

Glosario general de simulación y modelado -  
[http://www.esru.strath.ac.uk/Reference/gen\\_glossary.htm](http://www.esru.strath.ac.uk/Reference/gen_glossary.htm)

Glosario de simulación de sistemas multidisciplinar -  
<http://virtual.cvut.cz/dynlabmodules/ihtmlcompact/dynlabmodules/glossary.html>

Curso general de simulación en Ingeniería Eléctrica -  
<http://virtual.cvut.cz/dynlabmodules/ihtml/dynlabmodules/currentcourse-06-06-16/Nn+lv5ZnckpzVfq7.html>

Libro estadística - <http://davidmlane.com/hyperstat/>

## IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.