25-26

GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA
CUARTO CURSO

GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA

MODELADO Y SIMULACIÓN

CÓDIGO 71014106

UNED

25-26

MODELADO Y SIMULACIÓN

CÓDIGO 71014106

ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR LA ASIGNATURA
EQUIPO DOCENTE
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE
TUTORIZACIÓN EN CENTROS ASOCIADOS
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	MODELADO Y SIMULACIÓN
CÓDIGO	71014106
CURSO ACADÉMICO	2025/2026
DEPARTAMENTO	INFORMÁTICA Y AUTOMÁTICA
TÍTULO EN QUE SE IMPARTE CURSO - PERIODO - TIPO	GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA - CUARTO - SEMESTRE 1 - OPTATIVAS
TÍTULO EN QUE SE IMPARTE CURSO - PERIODO - TIPO	GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN - CUARTO - SEMESTRE 1 - OPTATIVAS
Nº ETCS	6
HORAS	150.0
IDIOMAS EN QUE SE IMPARTE	CASTELLANO

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

La asignatura Modelado y Simulación se imparte en el primer semestre del cuarto curso del Grado en Ingeniería Informática y del Grado en Ingeniería en Tecnologías de la Información. Se trata de una asignatura optativa de 6 créditos ECTS, perteneciente a la materia "Modelado y simulación".

El modelado y la simulación de eventos discretos es una disciplina ampliamente usada en el diseño, evaluación y optimización de sistemas de fabricación, sistemas logísticos de almacenamiento y transporte, sistemas de computadores y redes de comunicaciones, sistemas del sector servicios, sistemas de atención sanitaria y de respuesta ante emergencias, sistemas biológicos y ecológicos, sistemas económicos, procesos de negocio, etc.

En esta asignatura, que tiene carácter eminentemente aplicado, se introducen diferentes técnicas para el modelado y la simulación por ordenador de sistemas de eventos discretos, tanto deterministas como estocásticos.

Esta asignatura contribuye al futuro perfil profesional de los estudiantes del Grado en Ing. Informática y del Grado en Ing. Tecnologías Información proporcionándoles la capacidad de evaluar, dimensionar y optimizar sistemas, empleando el modelado y la simulación de eventos discretos.

Los conocimientos adquiridos en las asignaturas de formación básica *Fundamentos Matemáticos de la Informática* (Ing. Informática), *Fundamentos Matemáticos de las Tecnologías de la Información* (Ing. Tecnologías Información), *Estadística* (Ing. Informática e Ing. Tecnologías Información) y *Fundamentos de Programación* (Ing. Informática e Ing. Tecnologías Información) sirven de base para entender los contenidos explicados en la asignatura Modelado y simulación.

REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR LA ASIGNATURA

Se recomienda al alumno que antes de iniciar el estudio de esta asignatura curse las tres asignaturas de primer curso siguientes:

•Fundamentos Matemáticos de la Informática / Fundamentos Matemáticos de las Tecnologías de la Información

•Estadística

•Fundamentos de programación

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos	ALFONSO URQUIA MORALEDA (Coordinador/a de asignatura)
Correo Electrónico	aurquia@dia.uned.es
Teléfono	91398-8459
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIERÍA INFORMÁTICA
Departamento	INFORMÁTICA Y AUTOMÁTICA

Nombre y Apellidos	CARLA MARTIN VILLALBA
Correo Electrónico	carla@dia.uned.es
Teléfono	91398-8253
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIERÍA INFORMÁTICA
Departamento	INFORMÁTICA Y AUTOMÁTICA

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

Las consultas deben dirigirse al Equipo Docente por cualquiera de los tres métodos siguientes:

•La comunicación escrita se realizará preferiblemente a través de los foros del curso virtual de la asignatura. También puede contactarse con el Equipo Docente por correo electrónico (aurquia@dia.uned.es, carla@dia.uned.es) o mediante correo postal, que debe dirigirse a la dirección siguiente:

Alfonso Urquía

Dpto. de Informática y Automática

E.T.S. de Ingeniería Informática, UNED

Juan del Rosal 16, 28040 Madrid

•Llamando, cualquier martes lectivo entre las 10h y las 14h, a los números de teléfono 91-398-8459 / 8253.

•Acudiendo personalmente a la E.T.S. de Ingeniería Informática de la UNED. En este caso, el alumno debe previamente concertar una cita con el Equipo Docente, mediante comunicación telefónica o escribiendo un correo electrónico.

TUTORIZACIÓN EN CENTROS ASOCIADOS

Las sesiones de tutoría se imparten presencialmente y en línea desde el Centro Asociado de referencia o, en su defecto, desde otro Centro Asociado. A continuación se muestran los centros asociados y extensiones en las que se imparten tutorías de la asignatura.

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

La metodología, los materiales didácticos y el contenido de esta asignatura contribuyen al desarrollo de competencias genéricas propuestas por la UNED y de competencias específicas del Grado en Ingeniería Informática. Entre las competencias genéricas, cabe destacar las siguientes:

•CG.1 - Competencias de gestión y planificación: Iniciativa y motivación. Planificación y organización (establecimiento de objetivos y prioridades, secuenciación y organización del tiempo de realización, etc.). Manejo adecuado del tiempo.

El material docente de la asignatura está especialmente concebido para su uso dentro del modelo educativo a distancia de la UNED. Esto facilita que el alumno pueda estudiar de manera autónoma, potenciando su iniciativa y motivación. El alumno, guiado por la planificación temporal propuesta por el Equipo Docente, desarrolla su capacidad para la gestión y planificación de su propio trabajo, y el manejo adecuado del tiempo.

•CG.2 - Competencias cognitivas superiores: selección y manejo adecuado de conocimientos, recursos y estrategias cognitivas de nivel superior apropiados para el afrontamiento y resolución de diversos tipos de tareas/problemas con distinto nivel de complejidad y novedad: Análisis y Síntesis. Aplicación de los conocimientos a la práctica. Resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos. Pensamiento creativo. Razonamiento crítico. Toma de decisiones.

El estudio de la materia y la realización de las actividades propuestas en la asignatura contribuyen al desarrollo de capacidades cognitivas superiores del alumno, como son la capacidad de analizar y resolver problemas, de razonar de manera crítica y tomar decisiones, y de aplicar los conocimientos a la práctica.

•CG.3 - Competencias de gestión de la calidad y la innovación: Seguimiento, monitorización y evaluación del trabajo propio o de otros. Aplicación de medidas de mejora. Innovación.

Los ejercicios resueltos de autocomprobación permiten al alumno desarrollar su capacidad para realizar el seguimiento y evaluación de su propio trabajo.

•CG.4 - Competencias de expresión y comunicación (a través de distintos medios y con distinto tipo de interlocutores): Comunicación y expresión escrita. Comunicación y expresión oral. Comunicación y expresión en otras lenguas (con especial énfasis en el inglés). Comunicación y expresión matemática, científica y tecnológica (cuando sea requerido y estableciendo los niveles oportunos).

Los trabajos prácticos evaluables permiten al alumno desarrollar su capacidad para la comunicación y expresión escrita en el ámbito científico y tecnológico.

- CG.5 - Competencias en el uso de las herramientas y recursos de la Sociedad del Conocimiento: Manejo de las TIC. Competencia en la búsqueda de información relevante. Competencia en la gestión y organización de la información. Competencia en la recolección de datos, el manejo de bases de datos y su presentación.

Las herramientas de comunicación, proporcionadas en el Curso Virtual de la asignatura, permiten al alumno desarrollar su capacidad para la comunicación adecuada y eficaz con otras personas, empleando medios tecnológicos.

- CG.7 - Compromiso ético. Compromiso ético, especialmente relacionado con la deontología profesional. El tratamiento y funcionamiento ético individual es un valor indiscutible para la construcción de sociedades más justas y comprometidas. La universidad puede fomentar actitudes y valores éticos, especialmente vinculados a un desempeño profesional ético: Compromiso ético (por ejemplo en la realización de trabajos sin plagios, etc.). Ética profesional (esta última abarca también la ética como investigador).

Los trabajos prácticos evaluables deben realizarse individualmente (sin plagios), por lo que su realización permite al alumno desarrollar su capacidad para el desempeño profesional ético.

Asimismo, el contenido de la asignatura contribuye a que el alumno desarrolle las siguientes competencias específicas del Grado en Ingeniería Informática:

- BC.8 - Capacidad para analizar, diseñar, construir y mantener aplicaciones de forma robusta, segura y eficiente, eligiendo el paradigma y los lenguajes de programación más adecuados.
- BTEc.1 - Capacidad para tener un conocimiento profundo de los principios fundamentales de la computación y saberlos aplicar para interpretar, seleccionar, valorar, modelar, y crear nuevos conceptos, teorías, usos y desarrollos tecnológicos relacionados con la informática.
- BTEc.7 - Capacidad para conocer y desarrollar técnicas de aprendizaje computacional, y diseñar e implementar aplicaciones y sistemas que las utilicen, incluyendo las dedicadas a extracción automática de información y conocimiento a partir de grandes volúmenes de datos.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Como resultado del aprendizaje, el alumno debe adquirir la capacidad de:

1. Discutir los conceptos fundamentales de la simulación de eventos discretos.
2. Diseñar y realizar evaluaciones básicas de modelos de eventos discretos para la simulación por ordenador de procesos logísticos.
3. Modelar estadísticamente las entradas aleatorias al modelo.

4. Comparar y contrastar métodos para la generación de números aleatorios y métodos para la generación de observaciones de variables aleatorias.
5. Diseñar, codificar, verificar, validar y documentar programas de simulación de modelos de eventos discretos.
6. Realizar el diseño estadístico de experimentos, analizar estadísticamente los resultados de las simulaciones, extraer conclusiones y documentarlas.
7. Analizar mediante simulación por ordenador el funcionamiento de un proceso logístico y proponer de manera argumentada mejoras al mismo.

A continuación se detallan los resultados del aprendizaje que el alumno debe alcanzar tras estudiar cada uno de los siete temas en que se ha estructurado el contenido de la asignatura.

TEMA 1. INTRODUCCIÓN AL MODELADO Y LA SIMULACIÓN

•Discutir el significado de los conceptos "sistema", "modelo", "experimento" y "simulación".
•Discutir en qué situaciones puede ser imposible o desaconsejable experimentar con el sistema real.
•Describir y comparar las diferentes formas de estudiar un sistema y los diferentes tipos de modelos.
•Comparar y reconocer los distintos tipos de modelos matemáticos.
•Discutir los niveles en el conocimiento de los sistemas de la clasificación de Klir, y el significado de los conceptos "análisis", "inferencia" y "diseño" de sistemas con relación a dicha clasificación del conocimiento.
•Discutir un marco formal para el modelado y la simulación en el que se definen 5 entidades (sistema fuente, base de datos del comportamiento, modelo, simulador y marco experimental) y dos relaciones entre ellas (relación de modelado y relación de simulación).
•Describir las diferencias entre los distintos tipos de modelos matemáticos y saber reconocer a qué tipo pertenece cualquier modelo.
•Discutir qué características debe tener un modelo para ser de tiempo discreto y cómo se realiza la descripción y simulación de este tipo de modelos.
•Discutir qué es un autómata celular y cómo se realiza su descripción y simulación.
•Discutir qué características tienen los modelos de eventos discretos y las diferencias entre su descripción orientada a la planificación de eventos y orientada a los procesos.
•Discutir los pasos de que típicamente consta un estudio de simulación en el cual se emplean modelos estocásticos de eventos discretos.
•Emplear el lenguaje R para realizar programas sencillos y representaciones gráficas sencillas de los datos.

TEMA 2. MODELADO MEDIANTE DEVS

•Discutir la especificación formal de modelos atómicos y acoplados mediante el formalismo DEVS clásico.

•Aplicar el formalismo DEVS clásico a la especificación de modelos de eventos discretos.
•Discutir los fundamentos del algoritmo simulador para modelos DEVS.
•Describir el comportamiento dinámico de un modelo de eventos discretos a partir de su especificación DEVS.

TEMA 3. MODELADO CON ARENA

•Discutir los fundamentos del modelado orientado a los procesos.
•Discutir la funcionalidad de los módulos del panel Basic Process, así como algunas características de módulos del panel Advanced Process.
•Describir modelos sencillos usando Arena, incluyendo la descripción de la llegada de entidades, procesos con diferentes tipos de acciones (Seize, Delay y Release), recursos con planificación de su capacidad y sus averías, y bifurcaciones en el flujo de las entidades.
•Discutir qué son los atributos, qué son las variables, la diferencia entre ambas y cómo se definen en Arena.
•Discutir qué es el rechazo (balking) y cómo se describe en Arena.
•Discutir posibles utilidades de los conjuntos y cómo se describen en Arena.
•Discutir algunas capacidades de Arena para el modelado modular y jerárquico.
•Discutir algunas de las capacidades de Arena para la estimación de costes.
•Definir expresiones empleando el constructor de expresiones y el módulo Expressions.
•Describir en Arena el experimento a realizar sobre el modelo. En particular, especificar los parámetros del modelo y los parámetros de las réplicas.
•Discutir de qué forma muestra Arena los resultados de la simulación y realizar interpretaciones básicas sobre los mismos.
•Discutir el significado y cómo Arena calcula la utilización, la utilización instantánea y la utilización planificada de un recurso.

TEMA 4. MODELADO DE LAS ENTRADAS ALEATORIAS

•Discutir qué es una variable aleatoria, qué son su densidad de probabilidad y su probabilidad acumulada, qué son los cuantiles, la mediana, la media, la varianza y la desviación estándar, y cómo se calculan los estimadores de la media y la varianza de un conjunto de datos. Construir intervalos de confianza para la media y la varianza.
•Discutir qué técnicas pueden emplearse, cuando se dispone de un conjunto de muestras experimentales de una variable aleatoria de entrada, para generar observaciones de dicha variable con las que alimentar el modelo.
•Reconocer algunas de las distribuciones teóricas continuas y discretas más comunes.
•Construir distribuciones empíricas a partir de datos experimentales. Desplazar y truncar distribuciones.
•Discutir técnicas para el análisis de la independencia y homogeneidad de los datos.
•Seleccionar la familia de distribuciones teóricas que mejor se ajusta a un conjunto de datos, empleando para ello consideraciones teóricas, estadísticos de los datos, histogramas y

gráficas cuantil-cuantil.

- Discutir los principios en los que se basa el cálculo de los estimadores de máxima verosimilitud de los parámetros de las distribuciones teóricas continuas y discretas.
- Aplicar técnicas gráficas para medir la bondad del ajuste a los datos de una distribución de probabilidad. Discutir los fundamentos de los tests chi-cuadrado y de Kolmogorov-Smirnov.
- Discutir técnicas para la selección de las distribuciones en ausencia de datos.
- Discutir qué es un proceso de Poisson estacionario, no estacionario y compuesto. Modelar procesos estocásticos de llegada.
- Realizar análisis y modelos sencillos de los datos usando Arena y R.

TEMA 5. GENERACIÓN DE LAS ENTRADAS ALEATORIAS

- Describir algunos generadores físicos de números aleatorios. Discutir las diferencias entre los generadores físicos y aritméticos desde el punto de vista de su aplicación a la simulación.
- Discutir el significado de la uniformidad e independencia de una secuencia de números.
- Discutir las características de diferentes tipos de generadores aritméticos, incluyendo los generadores congruenciales lineales y cuadráticos, los generadores combinados y de Tausworthe.
- Discutir cuál es la finalidad de los tests empíricos de uniformidad e independencia.
- Discutir los métodos fundamentales para la generación de observaciones de variables aleatorias. Aplicar los métodos de la transformación inversa, de composición y convolución, y de aceptación/rechazo para generar observaciones de distribuciones de probabilidad.
- Aplicar algoritmos para generar observaciones de variables aleatorias continuas, discretas y de procesos estocásticos de llegada.

TEMA 6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

- Discutir las diferencias entre los estudios de simulación con terminación y los estudios en el estacionario, así como entre el comportamiento transitorio y el comportamiento en el estacionario del modelo.
- Construir intervalos de confianza para la media de magnitudes representativas del comportamiento del sistema, tanto en los estudios con condición de terminación como en los estudios en el estacionario.
- Discutir y aplicar las técnicas para comparar dos o más sistemas.
- Analizar las salidas de un único sistema y comparar varios sistemas usando Arena.
- Comparar las salidas de varios sistemas usando R.

TEMA 7. DISEÑO DE EXPERIMENTOS Y OPTIMIZACIÓN

- Discutir el significado de los conceptos: respuesta, factor, nivel, región experimental, matriz del diseño, efectos principales e interacciones entre factores.
- Diseñar experimentos factoriales completos y factoriales fraccionales. Discutir qué tipo de modelo lleva implícito cada tipo de experimento.

•Calcular los efectos principales y las interacciones. Discutir cómo se calculan intervalos de confianza para los mismos.
•Discutir en qué consiste la metodología de optimización denominada de la superficie de respuesta.
•Realizar experimentos de optimización sencillos usando Arena.

CONTENIDOS

TEMA 1. INTRODUCCIÓN AL MODELADO Y LA SIMULACIÓN

Conceptos fundamentales. Modelado y simulación de tiempo discreto. Autómatas celulares. Modelado y simulación de eventos discretos. Modelado orientado a la planificación de eventos. Modelado orientado a los procesos. Pasos en un estudio de simulación. Software para análisis de datos: el lenguaje R.

TEMA 2. MODELADO MEDIANTE DEVS

Modelos DEVS atómicos: especificación formal, comportamiento y práctica. Modelos DEVS compuestos: especificación formal, comportamiento y práctica. Simulador abstracto de modelos DEVS.

TEMA 3. MODELADO CON ARENA

Comenzando con Arena. Modelado de los recursos: planificación de la capacidad, fallos y utilización de los recursos. Modelado detallado: conjuntos de objetos, variables, expresiones y submodelos.

TEMA 4. MODELADO DE LAS ENTRADAS ALEATORIAS

Conceptos básicos de probabilidad. Distribuciones de probabilidad teóricas y empíricas. Independencia y homogeneidad de los datos. Selección de la familia de distribuciones: consideraciones teóricas, estadísticos, histogramas y gráficas cuantil-cuantil. Estimación de los parámetros de la distribución. Medida de la bondad del ajuste de la distribución a los datos. Selección de la distribución de ausencia de datos. Procesos estocásticos de llegada: procesos de Poisson estacionarios, no estacionarios y compuestos. Uso de herramientas software.

TEMA 5. GENERACIÓN DE LAS ENTRADAS ALEATORIAS

Generadores de números aleatorios: generadores físicos y aritméticos (congruenciales, combinados y de Tausworthe). Test empíricos de homogeneidad e independencia para

secuencias de números. Baterías de tests para generadores. Métodos para generar observaciones de variables aleatorias: transformación inversa, convolución y aceptación/rechazo. Observaciones de variables aleatorias continuas: distribuciones uniforme, exponencial, normal, lognormal, triangular y empírica. Observaciones de variables aleatorias discretas: distribuciones de Bernoulli, discreta uniforme, binomial, geométrica, negativa binomial, de Poisson y empírica. Generación de procesos de llegada: proceso de Poisson estacionario, no estacionario y con llegadas en grupo.

TEMA 6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

Comportamiento transitorio y estacionario. Simulaciones con condición de finalización. Simulaciones en el estacionario. Intervalos para varias magnitudes. Comparación entre dos modelos. Comparación entre más de dos modelos. Uso de herramientas software.

TEMA 7. DISEÑO DE EXPERIMENTOS Y OPTIMIZACIÓN

Objetivos, respuestas y factores. Diseño experimental factorial completo: efectos principales, interacción entre dos factores, interacción entre más de dos factores e intervalos de confianza. Diseños experimentales factoriales fraccionales. Optimización. Uso de herramientas software.

METODOLOGÍA

El **texto base** de la asignatura es una Unidad Didáctica editada por la UNED. Este texto está adaptado para la educación a distancia y cubre totalmente el temario de la asignatura. Al final de cada tema del texto base se plantean ejercicios de autocomprobación y se explican sus soluciones.
En la **página web de la asignatura** (https://www.uned.es/71014106) están disponibles los **objetivos docentes de cada tema y el temario detallado**, de modo que aquellos alumnos que lo deseen puedan preparar la asignatura empleando otros recursos diferentes al texto base.
Asimismo, en la página web de la asignatura hay **ejercicios resueltos de autoevaluación**, **soluciones a exámenes de anteriores convocatorias**, **enlaces para la descarga del software** empleado en la asignatura y enlaces a **recursos de uso opcional**, que pueden ser útiles para aquellos alumnos que voluntariamente deseen profundizar en la materia más allá de los objetivos planteados en la asignatura.
Con respecto al software empleado en la asignatura, en el Tema 1 se ofrece una breve introducción al lenguaje R. En el Tema 4 y sucesivos se explican algunas de las capacidades de R para el análisis de datos. Se recomienda por tanto al alumno que siga las indicaciones dadas en el Tema 1 para la instalación de un **IDE para el lenguaje R** y que lo emplee para realizar las actividades prácticas que así lo requieran.
Por otra parte, la metodología del modelado orientado a los procesos se explica mediante la

práctica del modelado usando **Arena**, uno de los entornos de simulación que soporta dicha metodología. En el Tema 3 se aborda la descripción de los modelos usando Arena y en los Temas 4 a 7 se explica cómo usar las herramientas que proporciona Arena para el modelado de las entradas, la experimentación con el modelo y el análisis de los resultados de la simulación. Si bien Arena es un software comercial, dispone de una versión gratuita de estudiante. Se recomienda al alumno que la emplee en el estudio del Tema 3 y sucesivos.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen	Examen de desarrollo
Preguntas desarrollo	5
Duración del examen	120 (minutos)

Material permitido en el examen

Ninguno

Criterios de evaluación

La puntuación de cada pregunta se especifica en el enunciado del examen.

% del examen sobre la nota final	70
Nota del examen para aprobar sin PEC	0
Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC	0
Nota mínima en el examen para sumar la PEC	5

Comentarios y observaciones

El examen presencial escrito obligatorio se celebrará en todos los Centros Asociados, de manera coordinada, según el calendario previsto. El examen tendrá una duración de 2 horas, no se permitirá el uso de ningún material y constará de varios ejercicios que el alumno deberá resolver de manera argumentada. El examen será calificado con una nota comprendida entre 0 y 10. Para aprobar el examen debe obtenerse una nota igual o superior a 5.

PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC?

Descripción

El trabajo práctico obligatorio será propuesto y corregido por el equipo docente. El enunciado del trabajo se publicará en el curso virtual de la asignatura y también deberá entregarse a través del curso virtual. En el enunciado del trabajo se indica la fecha entrega. El alumno podrá consultar la calificación de su trabajo en el curso virtual.

Se propondrá un trabajo práctico obligatorio para la convocatoria ordinaria y otro trabajo para la convocatoria extraordinaria.

En la convocatoria ordinaria, la evaluación del trabajo se hará en la modalidad de evaluación continua formativa: la fecha límite de entrega coincidirá aproximadamente con la mitad del cuatrimestre y el alumno obtendrá la calificación de su trabajo antes de las pruebas presenciales. De este modo, los resultados obtenidos servirán al alumno de indicador acerca de si debe reorientar el estudio de la asignatura.

En la convocatoria extraordinaria no se seguirá la modalidad de evaluación continua formativa: la fecha límite de entrega del trabajo coincidirá aproximadamente con las pruebas presenciales y el alumno recibirá la calificación de su trabajo aproximadamente en la misma fecha en que se publiquen las calificaciones de la convocatoria extraordinaria.

Criterios de evaluación

En el enunciado del trabajo se indica la puntuación de cada pregunta. El trabajo práctico será calificado con una nota comprendida entre 0 y 10. Para aprobar el trabajo práctico debe obtenerse una nota igual o superior a 5.

Ponderación de la PEC en la nota final	30%
Fecha aproximada de entrega	15 de diciembre (conv. ordinaria) y 15 de septiembre (conv. extraordinaria)
Comentarios y observaciones	

OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s?	
Descripción	
Criterios de evaluación	
Ponderación en la nota final	0
Fecha aproximada de entrega	
Comentarios y observaciones	

¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

Para superar la asignatura es necesario realizar y aprobar tanto el examen presencial como el trabajo práctico.

La nota del examen o del trabajo obtenida en la convocatoria ordinaria se guardará para la convocatoria extraordinaria del mismo curso académico. Sin embargo, no se guardarán notas de un curso académico al siguiente.

La nota de aquellos alumnos que hayan aprobado el examen y el trabajo práctico se calculará como se indica a continuación:

Nota = 0.7 * (nota en el examen) + 0.3 * (nota en el trabajo)

La participación en los foros del curso virtual es opcional y no tiene repercusión alguna en la nota.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13):9788436266214
Título:MODELADO Y SIMULACIÓN DE EVENTOS DISCRETOSnull
Autor/es:Alfonso Urquia ; Carla Martín Villalba ;
Editorial:UN.E.D.

La Unidad Didáctica recomendada como bibliografía básica cubre totalmente el temario de la asignatura. Se ha estructurado en siete temas. En el Tema 1 se definen conceptos básicos comúnmente empleados en el ámbito del modelado y la simulación, se introducen el modelado y la simulación de tiempo discreto y de eventos discretos, y se explican cuáles son los pasos que comúnmente se siguen en un estudio de simulación. Finalmente, se proporcionan algunas indicaciones acerca del manejo de herramientas para el análisis de datos.

En los siguientes seis temas se abordan diferentes etapas en el desarrollo de un estudio de simulación, como son el modelado de las entradas, el desarrollo del modelo, el planteamiento del experimento, la simulación del modelo y el análisis de los resultados de la simulación.

En los Temas 2 y 3 se describen dos aproximaciones diferentes al modelado de sistemas de eventos discretos. El Tema 2 está dedicado a DEVS, una especificación para modelos de eventos discretos que está basada en la planificación de los eventos. En el Tema 3 se introduce la metodología del modelado orientado a los procesos, empleando para ello el entorno de simulación Arena.

En el Tema 4 se dan algunas recomendaciones para el modelado de las entradas aleatorias y se describen algunas de las técnicas estadísticas que pueden emplearse. En el Tema 5 se explican técnicas para generar observaciones de las entradas aleatorias con las cuales alimentar el modelo.

El análisis de los resultados de la simulación de un modelo estocástico debe realizarse empleando técnicas estadísticas. Esta cuestión se aborda en el Tema 6. Finalmente, en el

Tema 7 se ofrece una introducción al diseño de experimentos y a la optimización.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13):9780070493209
Título:INTRODUCTION TO SIMULATION USING SIMAN2nd ed.
Autor/es:Sadowski, Randall P. ; Shannon, Robert E. ;
Editorial:McGraw-Hill

ISBN(13):9780070592926
Título:SIMULATION MODELING AND ANALYSIS3rd ed.
Autor/es:Kelton, W. David. ;
Editorial:McGraw-Hill

ISBN(13):9780072392708
Título:SIMULATION WITH ARENAnull
Autor/es:Sadowski, Randall P. ; Kelton, W. David ;
Editorial:McGraw-Hill

ISBN(13):9780127784557
Título:THEORY OF MODELING AND SIMULATION :2nd ed.
Autor/es:Bernard P. Zeigler ; Praehofer, Herbert ; Kim, Tag Gon ;
Editorial:ACADEMIC PRESS

ISBN(13):9780132174497
Título:DISCRETE-EVENT SYSTEM SIMULATION2nd ed.
Autor/es:Nelson, Barry L. ; Carson, John S. ;
Editorial:PRENTICE HALL

ISBN(13):9780387964676
Título:A GUIDE TO SIMULATION2nd ed.
Autor/es:Bratley, Paul ; Fox, Bennett L. ; Schrage, Linus E. ;
Editorial:Springer

ISBN(13):9781420053364
Título:DISCRETE-EVENT MODELING AND SIMULATION: A PRACTITIONER'S APPROACHnull
Autor/es:Gabriel A. Wainer ;
Editorial:CRC Press

Los textos (Law y Kelton, 2000) y (Banks, Carson y Nelson, 1996) son dos referencias esenciales sobre modelado y simulación de sistemas estocásticos de eventos discretos. Estos dos excelentes libros permiten profundizar en el método de Montecarlo, el modelado de las entradas aleatorias, la generación de números pseudoaleatorios y de observaciones de variables aleatorias continuas y discretas, el análisis estadístico de los resultados de la simulación de modelos estocásticos, las técnicas de reducción de la varianza, el diseño

estadístico de experimentos y la optimización.

El texto (Zeigler, Praehofer y Kim, 2000) es una de las referencias fundamentales sobre el formalismo DEVS. Se recomienda la consulta de este libro a aquellos alumnos interesados en conocer con mayor detalle el formalismo DEVS y su simulador abstracto, así como las extensiones de este formalismo propuestas para el modelado de sistemas híbridos, autómatas celulares, etc. En (Wainer, 2009) hay abundantes ejemplos de aplicación de DEVS, así como una introducción muy didáctica al entorno de simulación gratuito CD++.

Los textos (Kelton, Sadowski y Sadowski, 2002) y (Pedgen, Shannon y Sadowsky, 1995) resultan idóneos para profundizar en el manejo del entorno de simulación Arena y en el uso del lenguaje de simulación SIMAN, respectivamente. Se trata de libros muy didácticos en los cuales, sin renunciar al rigor en los planteamientos, los conceptos van siendo introducidos gradualmente por medio de ejemplos.

El libro de Bratley, Fox y Schrage es una excelente referencia de nivel avanzado sobre la generación de números pseudoaleatorios y observaciones de variables aleatorias, así como sobre las técnicas de reducción de la varianza.

En la página web de la asignatura (https://www.uned.es/71014106) se proporcionan enlaces a otras referencias y herramientas software que se encuentran disponibles gratuitamente en internet.

RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

En el **curso virtual** de la asignatura puede encontrarse:

- La guía del curso.
- Los foros, que proporcionan un medio de comunicación entre los alumnos, y entre los alumnos y el profesorado.
- El enunciado de los trabajos obligatorios: el de convocatoria ordinaria y el de convocatoria extraordinaria. La entrega y evaluación del trabajo se realiza también a través del curso virtual.

En la **página web de la asignatura** (https://www.uned.es/71014106) puede encontrarse:

- Información detallada acerca del contenido y los objetivos docentes de la asignatura.
- Ejercicios de autoevaluación resueltos.
- Soluciones a los exámenes de las convocatorias anteriores.
- Enlaces a sitios de descarga de software gratuito de simulación, enlaces a cursos y otros recursos relacionados con el modelado y la simulación de eventos discretos.

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.