



FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JUJUY

1. PROGRAMA ANALÍTICO

| ASIGNATURA | | | PERIODO LECTIVO |
|--|---------------|------------------------|------------------|
| Métodos de Simulación | | | 2024 |
| CARRERA | | CÁTEDRA | |
| INGENIERÍA INFORMÁTICA | | Ingeniería de Procesos | |
| PLAN DE ESTUDIO | ÁREA | CURSO | CARÁCTER |
| 2022 | Ing. Inf. | 3° | Teórico-Práctico |
| RÉGIMEN DE DICTADO | CARGA HORARIA | | ACREDITACIÓN |
| Cuatrimstral | 4 hs/semana | 60 hs totales | Examen final |
| OBJETIVOS GENERALES | | | |
| Lograr que los estudiantes alcancen las siguientes competencias: | | | |
| <ul style="list-style-type: none">• Modelar y simular sistemas discretos estocásticos.• Simular sistemas continuos dinámicos. | | | |

| CONTENIDOS |
|--|
| <p>Unidad 1: Introducción</p> <p>Definición de sistema, modelo y simulación. Tipos de simulación: identidad, cuasi-identidad, laboratorio, computadora. Modelos físicos y simbólicos. Solución analítica vs. solución numérica. Linealización. Estructura de un simulador. Ventajas y desventajas de la simulación. Aplicaciones de la simulación. Etapas de una simulación: formulación del problema, definición del sistema, formulación del modelo, recolección de datos, implementación del modelo, verificación, validación, diseño de experimentos, experimentación, interpretación, implementación y documentación. Ejemplo de una simulación.</p> |
| <p>Unidad 2: Sistemas y modelos</p> <p>Entidades, atributos, eventos. Diagrama de bloque. Clasificación de variables: parámetros, variables manipulables, variables no manipulables, variables internas, variables de estado, variables de salida deseables y no deseables. Definición de estado. Clasificación de estados: dinámico o transitorio, estacionario, estable e inestable. Clasificación de sistemas: determinístico, estocástico, continuo y discreto. Clasificación de modelos. Modelos empíricos: tablas, gráficos, interpolación y regresión. Errores absolutos y relativos. Cifras significativas. Excel: referencias relativas y absolutas, orden de precedencia de operadores, gráficos, línea de tendencia.</p> |
| <p>Unidad 3: Sistemas discretos determinísticos</p> <p>Redes de Petri con tiempo y capacidad. Modelo: lugares, transiciones, arcos, marcadores, tiempo, multiplicidad y arcos inhibidores. Reglas de funcionamiento: habilitación y ejecución. Diagrama</p> |



de Gantt y de evolución de marcadores. Situaciones características: ejecución secuencial, conflicto, concurrencia, sincronización, confusión, fusión y prioridad. Procesos productivos. El programa HPSim. Planta embotelladora. Estación de trabajo: alimentador y descargador. Aplicaciones: determinación de la producción, del tiempo de producción, del estado en un tiempo dado, de los efectos de la modificación de la mano de obra o de equipos, de la mano de obra o equipos requeridos, de la capacidad requerida para los depósitos, del inventario crítico, del inventario mínimo y del cuello de botella.

Unidad 4: Probabilidad y estadística

Probabilidad. Regla de Laplace. Experimento. Espacio muestral. Puntos muestrales. Variable aleatoria. Espacio de rango de X . Variables aleatorias discretas. Función de masa de probabilidad. Distribución de probabilidad. Función de distribución acumulada. Valor esperado o promedio. Varianza. Desviación estándar. Moda. Mediana. Proceso Bernoulli: distribución de Bernoulli, distribución binomial y distribución geométrica. Variables aleatorias continuas. Función de densidad de probabilidad. Función de distribución acumulada. Valor esperado o promedio. Varianza. Desviación estándar. Moda. Mediana. Distribuciones continuas: uniforme, exponencial, normal, normal estándar, triangular. Proceso Poisson: sumador y divisor. Distribución Poisson y de Erlang.

Unidad 5: Modelado de entradas

Colección de datos. Identificación de la distribución de los datos: histogramas (frecuencias absolutas, relativas y acumuladas), selección de distribuciones teóricas. Estimación de parámetros: estadísticas preliminares (valor medio y varianza), estimadores sugeridos. Prueba de calidad del ajuste: Kolmogorov-Smirnov, Chi-cuadrado. Gráfico q-q: construcción e interpretación. Selección de una distribución sin datos.

Unidad 6: Generación de números aleatorios

Propiedades de los números aleatorios: uniformidad e independencia. Generación de números pseudoaleatorios. Método de congruencia lineal. Densidad y longitud de ciclo. Propiedades deseadas del generador. Ajuste de los parámetros de un generador. Prueba de calidad de un generador: prueba de frecuencia, prueba de corridas o rachas, prueba de autocorrelación, prueba de huecos, prueba de póker. Generación de variables aleatorias. Método de la transformada inversa: método gráfico y método analítico. Generador para la distribución exponencial, uniforme, triangular, distribuciones discretas, evento con probabilidad p , generador uniforme discreto y distribución truncada. Método de la convolución. Generador para la distribución de Erlang. Generador para la distribución de Poisson. Transformación directa para la distribución normal: Schmeiser y teorema del límite central. Programación en Excel.

Unidad 7: Simulación de Monte Carlo y Análisis de salidas

Definición de la simulación de Monte Carlo. Etapas de la simulación: modelado, simulación y análisis. Solución analítica vs. simulación para un caso de estudio. Proyecto de inversión. Riesgo. Programas: @RISK, Crystal Ball, SimulAr. Naturaleza estocástica de los resultados.



Procesamiento de los resultados. Intervalo de confianza de una variable. Intervalo de confianza del promedio. Simulación con Excel.

Unidad 8: Sistemas discretos estocásticos

Estado y eventos. Simulación con paso de reloj constante. Simulación con paso de reloj variable. Ejemplo de una simulación completa: departamento de mantenimiento de un aeropuerto. Enfoques: orientados a eventos, orientados a procesos y de propósitos especiales. Procesos típicos: generación, cola, servidor y terminación. Medidas típicas: utilización de servidores, tiempo de ocupación de servidores, longitud de cola, tiempo de espera. Definición de promedios basados en observación y en tiempo. *Software* de simulación para sistemas discretos: Arena, Cloudes, JaamSim, SIMIO y GPSS.

Unidad 9: Simulación de procesos continuos determinísticos

El modelo de espacio de estados. Métodos para sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias: Euler, Euler-Cromer, Euler-Richardson, Runge-Kutta de cuarto orden. Aplicación en Excel. Ejemplos: dique, enfriamiento de un cuerpo, movimiento armónico, órbita de un satélite. Modelo Depredador-Presa de Lotka-Volterra. Diagrama de Forrester. *Software* para procesos continuos determinísticos: Berkeley Madonna y Vensim.

2. BIBLIOGRAFÍA

| Título | Autores | Editorial | Año de edición | Ejemplares disponibles |
|---|------------------------|---------------------------------|----------------|------------------------|
| Conceptos y métodos en la simulación digital de eventos discretos | Fishman G. | Limusa | 1978 | 1 |
| Discrete event system simulation | Banks J. | Prentice Hall | 1995 | 1 |
| Manual de @RISK | Palisade Corporation | | 2006 | 1 |
| Matemáticas para Computación | Lipschutz S. | McGraw-Hill | 1992 | 4 |
| Metodologías de modelización y simulación de eventos discretos. | Wainer G. A. | Nueva Librería | 2003 | 3 |
| Modelling and Simulation. Exploring Dynamic System Behaviour | Birta, L. G., Arbez G. | Springer | 2010 | 1 |
| Multifaceted modelling and discrete events simulation | Zeigler, B. P. | Academic Press | 1984 | 3 |
| Simulación | Ross S. M. | Prentice Hall México | 1999 | 1 |
| Simulación – Aplicaciones prácticas en la empresa | Pardo L., Valdés T. | Ediciones Diaz de Santos Madrid | 1987 | 1 |



| | | | | |
|---|--|---------------------------|------|---|
| Simulación de Sistemas: Diseño, desarrollo e implantación | Shannon R. | Trillas | 1988 | 1 |
| Simulación Métodos y aplicaciones | Rios Insua D. et al. | Ra-ma | 1997 | 1 |
| Simulación por Computadora | Raczynski S. | Grupo Noriega Editores | 1993 | 1 |
| Simulación y análisis de sistemas con ProModel | Garcia Dunna E., Garcia Reyes H., Cardenas Barron L. | Pearson Educación | 2006 | 1 |
| Simulación. Un enfoque práctico | Bu R. | Limusa | 1998 | 1 |
| Teoría de Colas y Simulación de Eventos Discretos | Pazos Arias J. J., Suarez Gonzalez A., Diaz Redondo, R. P. | Pearson Educación | 2003 | 2 |
| Tratamiento de datos. Contiene CD | Guisande Gonzalez, C. et al. | Diaz de Santos | 2006 | 2 |

San Salvador de Jujuy, 29 de julio de 2024.-

ENRIQUE EDUARDO TARIFA
MÉTODOS DE SIMULACIÓN
PERIODO LECTIVO 2024