|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **CARRERAS**  **INGENIERÍA INFORMÁTICA** | **ASIGNATURA**  **MODELOS Y SIMULACIÓN** | **CÓDIGO**  **2504** |
| **CURSO**  **QUINTO AÑO** | **BLOQUE DE CONOCIMIENTO**  **TECNOLOGÍAS BÁSICAS** | **ÚLTIMA REVISIÓN**  **2024** |
| **UBICACIÓN TEMPORAL**  Semestral – Primer Semestre | | **AÑO LECTIVO**  **2024** |

|  |
| --- |
| Profesor Titular Ing. HUGO BIRITOS |
| Profesor Asociado Dr. Ing. MARIO MOLINA |
| Profesor Adjunto |
| Profesor Jefe de Trabajos Prácticos |

|  |  |
| --- | --- |
| Carga Horaria Semanal: | 5 horas reloj |
| Carga Horaria Total: | 75 horas reloj |

**PRESENTACIÓN DE LA MATERIA**

La asignatura brinda al alumno elementos de modelación matemática y simulación de procesos y sistemas variados. Estos elementos son aptos para estudiar, analizar y evaluar el comportamiento de los sistemas sin necesidad de hacerlo sobre la realidad sino sobre un modelo que contiene todas sus variables y parámetros. Esto permite realizar un estudio exhaustivo de los sistemas o procesos, sin compromiso de su seguridad, costo o integridad. En el dictado de la materia se ofrece todo el bagaje conceptual necesario para comprender y aplicar las diferentes técnicas de modelación y simulación, utilizadas con o sin auxilio de software para la toma de decisiones sobre el funcionamiento de sistemas y procesos.

**OBJETIVOS EDUCATIVOS**

Ofrecer a los estudiantes actividades que le permitirán:

* Analizar, modelar y evaluar sistemas y procesos diversos, de naturaleza física, biológica, económica o logística; tendientes a conocer su comportamiento dinámico y ensayar correcciones o hipótesis de simplificación y optimización sobre los mismos.

**APORTE AL PERFIL DEL EGRESADO**

El Ingeniero en Informática es un profesional capacitado para definir y evaluar proyectos en términos de requerimientos de hardware, software de base y aplicación, recursos humanos, costos y eficiencias a nivel gerencial.

Puede dirigir los proyectos desde el inicio hasta su implementación final. Cuenta con toda la base de formación ingenieril de las ciencias físico matemáticas y con las herramientas de programación de sistemas teleinformáticos y plataformas operativas, con especial énfasis en la teoría de la información.

El aporte de la Asignatura Modelos y Simulación a este perfil está dado por la preparación del profesional para el análisis, diseño y ejecución de modelos matemáticos versátiles para simular el funcionamiento, operación y performances de sistemas y procesos variados en general, con destino final a la toma de decisiones para provocar mejoras, correcciones o evolución de los mismos.

**COMPETENCIAS Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ENUNCIADOS CORRESPONDIENTES A LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS** | |  |
| 1-Especificación, proyecto y desarrollo de sistemas de información. | medio |  |
| 2-Especificación, proyecto y desarrollo de sistemas de comunicación de datos. | ninguno |  |
| 3-Especificación, proyecto y desarrollo de software. | ninguno |  |
| 4-Proyecto y dirección en lo referido a seguridad informática. | ninguno |  |
| 5-Establecimiento de métricas y normas de calidad de software. | ninguno |  |
| 6-Procedimientos y certificaciones del funcionamiento, condición de uso o estado de sistemas de información, sistemas de comunicación de datos, software, seguridad informática y calidad de software. | ninguno |  |
| 7-Dirección y control de la implementación, operación y mantenimiento de sistemas de información, sistemas de comunicación de datos, software, seguridad informática y calidad de software. | ninguno |  |
| **ENUNCIADOS CORRESPONDIENTES A LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS** | |  |
| 8-Identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería en sistemas de información/informática. | medio |  |
| 9-Concepción, diseño y desarrollo de proyectos de ingeniería en sistemas de información /informática. | ninguno |  |
| 10-Gestión, planificación, ejecución y control de proyectos de ingeniería en sistemas de información / informática. | ninguno |  |
| 11-Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería en sistemas de información / informática. | medio |  |
| 12-Generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas. | ninguno |  |
| 13-Desempeño en equipos de trabajo. | medio |  |
| 14-Comunicación efectiva. | medio |  |
| 15-Actuación profesional ética y responsable. | ninguno |  |
| 16-Evaluación y actuación en relación con el impacto social de su actividad profesional en el contexto global y local. | ninguno |  |
| 17-Aprendizaje continuo. | medio |  |
| 18-Desarrollo de una actitud profesional emprendedora. | ninguno |  |

|  |
| --- |
| RESULTADOS DE APRENDIZAJE GENERALES |
| Formular y validar modelos de sistemas para ensayar su operación bajo diferentes condiciones para realizar mejoras y correcciones. |
| Evaluar el comportamiento dinámico de diferentes sistemas o procesos a partir de sus variables de estado para encontrar la solución adecuada. |
| Identificar los criterios que permiten aproximar las características de sistemas desconocidos tomando la entrada y la salida de sus bloques representativos y utilizando sistemas observadores. |
| Acotar los errores que pueden existir como consecuencia de la utilización de observadores para aproximar características de sistemas inaccesibles. |
| Identificar, modelar y programar procesos estocásticos para evaluar el desempeño de sistemas y realizar el análisis de errores. |

**PROGRAMA ANALÍTICO**

**UNIDAD 1:**

|  |  |
| --- | --- |
| CONTENIDOS CONCEPTUALES | Introducción al Espacio de Estados. Descripción por variable de estado. Obtención de las Ecuaciones de Estado. Representación vectorial o matricial. Función de Transferencia. Ejercicios. Sistemas de simple entrada y salida (SISO), y de múltiple entrada y salida (MIMO). Matriz de Transferencia. Interconexión de sistemas lineales. Caso de Sistemas en Serie y Realimentados. Análisis de la estabilidad. |
| ACTIVIDADES/TAREAS PLANIFICADAS | Descripción de sistemas por las ecuaciones de estado.  Interpretacióny análisis de la información suministrada  Discusión de casos.  Trabajos Prácticos con problemas rutinarios y abiertos de ingeniería.  Evaluación mediante la presentación de un informe sobre ejercicios y problemas planteados en clase. |

**UNIDAD 2:**

|  |  |
| --- | --- |
| CONTENIDOS CONCEPTUALES | Reconstrucción óptima lineal de estado. Sistemas Observadores. El observador completo. Diagrama en bloque. El observador de orden reducido. Error de reconstrucción. Minimización del error. Ruido de excitación y observación. Ruido blanco. Optimización lineal. El Observador óptimo, ganancia óptima. |
| ACTIVIDADES/TAREAS PLANIFICADAS | Interpretacióny análisis de la información suministrada  Discusión de casos.  Trabajos Prácticos con problemas rutinarios y abiertos de ingeniería.  Evaluación mediante la presentación de un informe sobre ejercicios realizados en clase.  Evaluación escrita sobre temas de las Unidades 1 y 2 |

**UNIDAD 3:**

|  |  |
| --- | --- |
| CONTENIDOS CONCEPTUALES | Análisis de Sistemas No Lineales. Métodos y restricciones. Sistemas autónomos, ejemplos, propiedades. Ejercicios. Sistemas no autónomos. Estabilidad. Puntos críticos. Sistemas Cuasi lineales. Método de Lyapunov. Análisis en el Plano de Fase. Modelos Poblacionales. Modelo depredador-presa. Modelo de especies en competencia. |
| ACTIVIDADES/TAREAS PLANIFICADAS | Interpretacióny análisis de la información suministrada  Discusión de casos.  Trabajos Prácticos con problemas rutinarios y abiertos der ingeniería.  Evaluación mediante la presentación de un informe sobre ejercicios realizados en clase. |

**UNIDAD 4:**

|  |  |
| --- | --- |
| CONTENIDOS CONCEPTUALES | Modelación de procesos estocásticos. Sistemas, modelos y simulación. Conceptos generales. Definiciones. Alcances. Fases del desarrollo de la simulación de sistemas. Ejemplos de Sistemas Estocásticos: Modelos estocásticos de crecimiento por agregación en confinamiento. Simulación conducida por el tiempo. Reloj del Sistema. Parámetros. Control.  Generación de números aleatorios. Método de Von Neumann. Método de los cuadrados mínimos. Método de Fibonacci. Métodos congruenciales. Ejercicios. Prueba de aleatoriedad y prueba de números aleatorios. Método Chi Cuadrado. Método de Kolmogorov-Smirnov. |
| ACTIVIDADES/TAREAS PLANIFICADAS | Interpretacióny análisis de la información suministrada  Discusión de casos.  Trabajos Prácticos con problemas rutinarios y abiertos de ingeniería.  Trabajo de Laboratorio supervisado por la cátedra.  Ejecución de un caso práctico.  Evaluación mediante la presentación de un informe sobre ejercicios en clase. |

**UNIDAD 5:**

|  |  |
| --- | --- |
| CONTENIDOS CONCEPTUALES | Distribuciones. La aleatorización de variables en un sistema de simulación. Relevamiento de distribuciones de frecuencia. Aleatorización inicial y en tiempo real. Elección de variables. Distribución de frecuencia, densidad de frecuencia, distribución acumulada de frecuencias. Generación de diversas distribuciones aleatorias, distribuciones uniformes y normales. Generación de distribuciones arbitrarias observadas en los sistemas reales. Pruebas de Bondad de Ajuste.  Programas comerciales para la simulación de sistemas estocásticos y determinísticos. El programa Vissim (Visual Simulation). |
| ACTIVIDADES/TAREAS PLANIFICADAS | Interpretacióny análisis de la información suministrada  Discusión de casos.  Trabajos Prácticos con problemas rutinarios y abiertos de ingeniería.  Trabajo de Laboratorio supervisado por la cátedra.  Ejecución de un caso práctico.  Evaluación mediante la presentación de un informe sobre ejercicios realizados en clase. |

**UNIDAD 6:**

|  |  |
| --- | --- |
| CONTENIDOS CONCEPTUALES | Teoría del Caos. Antecedentes históricos. Definición, paradigmas. Paradigma de Prigogyne. Sistemas y comportamientos caóticos. Atractores lineales y atractores caóticos. Distribuciones caóticas. Ecuación logística. Bifurcación. Curvas fractales y prefractales. Definición. Ejemplos. La dimensión fractal. Cálculo y ejercicios. |
| ACTIVIDADES/TAREAS PLANIFICADAS | Interpretacióny análisis de la información suministrada  Discusión de casos.  Trabajos Prácticos con problemas rutinarios y abiertos de ingeniería.  Evaluación mediante la presentación de un informe sobre ejercicios realizados en clase. |

**UNIDAD 7:**

|  |  |
| --- | --- |
| CONTENIDOS CONCEPTUALES | Optimización no lineal. Análisis de sistemas no lineales con perturbaciones constantes. Ecuaciones funcionales. Ejemplos. Linealización. Optimización. Resorte no lineal, resorte duro y resorte blando. Diagrama de fase, separatrices. |
| ACTIVIDADES/TAREAS PLANIFICADAS | Interpretacióny análisis de la información suministrada  Discusión de casos.  Trabajos Prácticos con problemas rutinarios y abiertos de ingeniería.  Evaluación mediante la presentación de un informe sobre ejercicios en clase. |

**MODALIDADES DE ENSEÑANZA:**

|  |
| --- |
| Clases teóricas |
| Resolución de ejercicios y problemas |
| Estudio y trabajo autónomo del estudiante |
| Trabajo de Laboratorio |
| Simulación mediante software de procesos sencillos |
| Tutorías |

**FORMACIÓN PRÁCTICA:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Formación Práctica** | **Horas** |
| Resolución de Problemas Rutinarios: | 15 |
| Laboratorio, Trabajo de Campo: | 15 |
| Resolución de Problemas Abiertos: | 10 |
| Proyecto y Diseño: |  |

**PROGRAMA DE TRABAJOS PRÁCTICOS:**

|  |  |
| --- | --- |
| TÍTULO DEL TRABAJO PRÁCTICO | Representación con el modelo de estado |
| CONTENIDOS CONCEPTUALES | Obtención de las ecuaciones de estado |
| MODALIDAD DEL TRABAJO | Ejecución de problemas rutinarios y abiertos de ingeniería propuestos por la Cátedra |
| OBJETIVOS – RESULTADOS DE APRENDIZAJE- LOGROS ESPERADOS | Se trata de que el estudiante sea capaz de resolver diferentes sistemas descriptos por sus ecuaciones diferenciales clásicas llevándolos al modelo de estado. |

|  |  |
| --- | --- |
| TÍTULO DEL TRABAJO PRÁCTICO | Sistemas cuasi lineales |
| CONTENIDOS CONCEPTUALES | Análisis en el plano de fase  Método de Lyapunov |
| MODALIDAD DEL TRABAJO | Ejecución de problemas rutinarios y abiertos de ingeniería propuestos por la Cátedra |
| OBJETIVOS – RESULTADOS DE APRENDIZAJE- LOGROS ESPERADOS | Se pretende que el estudiante sea capaz de aplicar el método de Lyapunov para linealizar sistemas no lineales y analizar su estabilidad y diagrama de fase.  . |

|  |  |
| --- | --- |
| TÍTULO DEL TRABAJO PRÁCTICO | Análisis y selección de fenómenos físicos, biológicos, médicos, económicos, sociológicos y/o psicológicos a representar mediante modelos estocásticos. |
| CONTENIDOS CONCEPTUALES | Fases del desarrollo de modelos estocásticos a partir de modelos determinísticos. Variables de comportamiento determinístico y aleatorio. Tipos de distribución desde el punto de vista estadístico. |
| MODALIDAD DEL TRABAJO | Ejecución de problemas rutinarios y abiertos de ingeniería propuestos por la Cátedra  Trabajo de Laboratorio supervisado por la Cátedra |
| OBJETIVOS – RESULTADOS DE APRENDIZAJE- LOGROS ESPERADOS | Se aspira a que el estudiante sea capaz de establecer las etapas necesarias para desarrollar modelos estocásticos apropiados a partir de modelos determinísticos adecuados. |

|  |  |
| --- | --- |
| TÍTULO DEL TRABAJO PRÁCTICO | Desarrollo de modelos estocásticos con diferentes niveles de aleatorización y granularidad. |
| CONTENIDOS CONCEPTUALES | Ticks o clocks de tiempo. Distribuciones estadísticas uniformes, normales y arbitrarias. Estudio de las variables que intervienen en los diferentes tipos de fenómenos a modelar. |
| MODALIDAD DEL TRABAJO | Ejecución de problemas rutinarios y abiertos de ingeniería propuestos por la Cátedra  Trabajo de Laboratorio supervisado por la cátedra. |
| OBJETIVOS – RESULTADOS DE APRENDIZAJE- LOGROS ESPERADOS | Se aspira a que el estudiante sea capaz de reconocer e implementar las variables del modelo estocástico que se deben aleatorizar, su rango de variabilidad, y su incorporación en tiempo real o tiempos predefinidos del fenómeno.  Programación de modelos estocásticos mediante Plataformas, IDE y lenguajes de elección del alumno. |

|  |  |
| --- | --- |
| TÍTULO DEL TRABAJO PRÁCTICO | Modelos poblacionales |
| CONTENIDOS CONCEPTUALES | Modelo depredador-presa.  Modelo de especies en competencia |
| MODALIDAD DEL TRABAJO | Ejecución de problemas rutinarios y abiertos de ingeniería propuestos por la Cátedra |
| OBJETIVOS – RESULTADOS DE APRENDIZAJE- LOGROS ESPERADOS | Se aspira a que el estudiante sea capaz de resolver modelos poblacionales, interpretando los cambios en las ecuaciones de equilibrio por variaciones en las condiciones iniciales.  Se pretende que el estudiante obtenga la solución de las ecuaciones aplicando la metodología explicitada.  Se pretende que interprete las soluciones, analizando el diagrama de fase y graficando las soluciones correspondientes. |

**ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL DE CONTENIDOS:**

* Esta Asignatura necesita conocimientos a las siguientes materias:

|  |  |
| --- | --- |
| ***Asignatura*** | ***Curso*** |
| Cálculo 3 | 2° |
| Cálculo 4 | 2° |
| Estadística Aplicada I | 2° |
|  |  |

* Esta Asignatura aporta conocimientos a las siguientes materias:

|  |  |
| --- | --- |
| ***Asignatura*** | ***Curso*** |
| Trabajo Final | 5° |
| Práctica Profesional Supervisada | 5° |
|  |  |

**CONDICIONES PARA REGULARIZAR LA MATERIA y RÉGIMEN DE EVALUACIÓN:**

La aprobación de esta materia dependerá en forma conjunta del proceso de aprendizaje y el resultado del examen final. Esto significa que habrá una evaluación constante basada en los resultados de los parciales, el trabajo de laboratorio y un examen final para la calificación definitiva.

Las evaluaciones parciales y el trabajo de laboratorio no aprobados tendrán una oportunidad de recuperación en fecha a determinar por la Cátedra y en caso de no superarla se deberá rendir un examen global para el cual hay dos fechas propuestas conforme al cronograma.

La regularidad se obtiene también en base a una asistencia mínima del 75% de las clases presenciales, presentación de carpeta de Trabajos Prácticos e informe sobre trabajo de laboratorio.

* **Cronograma de evaluaciones**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Instancia de evaluación** | **Fecha estimada** | **Entrega y revisión** | **Recuperatorios** |
| PRIMER EXAMEN PARCIAL | Sexta (6ª) semana de clase |  |  |
| SEGUNDO EXAMEN PARCIAL | Décimo primera (11ª) semana de clase |  |  |
| EVALUACIÓN TRABAJO DE LABORATORIO | Octava (8ª) semana de clase |  |  |
| EXAMEN GLOBAL | 1º Llamado exámenes turno julio-agosto |  | 2º Llamado exámenes turno julio-agosto |

Las fechas exactas serán comunicadas oportunamente por la Cátedra

* **Regularidad en la materia:**

Se obtiene con la aprobación de los exámenes parciales con una calificación de seis (6) puntos como mínimo, la aprobación del trabajo de laboratorio, presentación de carpeta de Trabajos Prácticos y una asistencia del 75% de las clases presenciales.

* **El estudiante aprobará la materia si:**

Una vez obtenida la condición de regular aprueba el examen final con una calificación de seis (6) puntos como mínimo.

**BIBLIOGRAFÍA:**

Principal:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Autor** | **Título** | **Editorial** | **Año Ed.** |
| C. Edwards  David Penney | “Ecuaciones diferenciales elementales” | Prentice Hall | 1999 |
| Huibert Kwakernaak | “Linear Optimal Control Systems” | Wiley Interscience | 1998 |
| Raúl Coss Bu | “Simulación, un enfoque práctico” | Limusa | 1998 |
| Díaz, E.  Maldonado A. | “Modelos estocásticos aplicados a la gestión de inventarios” | Investigación Operacional | 2010 |

De Consulta:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Autor** | **Título** | **Editorial** | **Año Ed.** |
| César Monroy Olivares | “Teoría del Caos” | Alfaomega | 1997 |
| Eduardo Carbon Posse | “La teoría del caos” | Longseller | 2001 |
| Law, A. M.  Kelton, W. D. | “Simulation Modeling and Analysis” | Mc Graw Hill Education | 2015 |