

Asignatura: Métodos Matemáticos

Departamento: Departamento de Organización Industrial

Titulación/es: Ingeniería Industrial

Plan: [IIND 01]

Tipo: Troncal

Curso: Cuarto

Periodo Académico: Anual

Nivel: GRADO

Idioma: Castellano

Créditos BOE: 12

Responsable: Ángel Sarabia Viejo / Andrés Ramos Galán

Objetivos: Que el alumno aprenda a formular y modelar problemas de optimización, conozca las diferentes alternativas de modelado y las técnicas existentes para resolver modelos de investigación operativa. En particular se pretende conseguir que el alumno sea capaz de:

- reconocer los diversos campos en que aparecen situaciones propias de la investigación operativa
- modelar y resolver problemas de optimización y de toma de decisiones
- comprender las técnicas empleadas
- plantear y resolver prototipos de problemas
- analizar e interpretar las soluciones obtenidas
- ampliar sus conocimientos cuando le sea necesario
- resolver prototipos de problemas de optimización utilizando un lenguaje algebraico de modelado y problemas de simulación con un lenguaje de simulación
- analizar y sintetizar la información recibida y transmitir en forma adecuada, tanto en forma escrita como verbal, sus conclusiones sobre los trabajos realizados
- aprender a trabajar en equipo

Prerrequisitos: Conocimientos básicos de métodos estadísticos

Descriptor BOE: Matemática discreta. Análisis numérico. Programación lineal y entera. Optimización no lineal. Simulación.

Descripción Breve: El contenido de este curso se centra en los métodos y técnicas propios de la investigación operativa. Esta disciplina se utiliza resolver problemas de decisión u optimización de sistemas en un sentido amplio, plasmándose en lo que a veces se denominan modelos de ayuda a la decisión. Los problemas de este tipo se pueden resolver haciendo un modelo matemático del sistema y utilizando métodos apropiados para el modelo planteado. Los modelos y métodos que se presentan en la asignatura se pueden englobar en cuatro bloques: modelos y métodos conocidos como de optimización o también denominados de programación matemática, modelos de simulación, modelos de decisión, y modelos y métodos para algunos contextos concretos. El objetivo del curso es tanto que el alumno conozca y domine el modelado de sistemas y la resolución de los modelos, como que alcance una madurez y comprensión de los temas que le permita ser capaz de ampliarlos cuando le sea necesario. Paralelamente, se pretende que el alumno se familiarice con una herramienta informática que le facilite la aplicación de estas técnicas como son los lenguajes específicos de modelado y simulación, y en particular GAMS y GPSS World.

- Tipo Evaluación:** La evaluación constará de tres partes: trabajo continuo, prácticas y exámenes. El trabajo continuo evaluará la participación activa en clase, las respuestas a cuestiones teóricas, la resolución semanal de problemas y su presentación. Las prácticas serán dos: una de modelado de optimización con GAMS y otra de modelado de simulación con GPSS World. Habrá un examen parcial en febrero. En caso de obtener una nota menor de 3.5 en el examen de febrero, obligatoriamente habrá que realizar un examen final en junio, que sería la nota correspondiente a exámenes. En caso de que sea mayor de 3.5 en febrero, se hará un examen parcial en junio en el que también habrá que superar esa nota de 3.5 para hacer la media y obtener así la nota correspondiente a exámenes. Si en el parcial de junio no se supera el 3.5, la nota correspondiente a exámenes será la de este parcial. Cuando la nota final en junio correspondiente a exámenes sea inferior a 3.5, ésta será la calificación final de la asignatura. Si la nota correspondiente a exámenes es superior a 3.5, la calificación final de la asignatura se obtendrá sumando un 70 % de la nota correspondiente a exámenes, un 25% la obtenida en prácticas (15 % para la de optimización y 10 % para la de simulación) y un 5 % para la evaluación del trabajo continuo. Si la calificación final es inferior a 5, se realizará una convocatoria extraordinaria de examen en septiembre, cuyo resultado será el único elemento de evaluación. La inasistencia a más de un 15 % de las clases podrá impedir presentarse a examen en la convocatoria ordinaria.
- Método Docente :** En la asignatura se impartirán clases donde se desarrollará el contenido teórico de cada tema y problemas de éste mediante el uso de transparencias y pizarra. La programación diaria aproximada de la estructura docente del curso se puede encontrar en <http://www.iit.upcomillas.es/~aramos/MM.htm>. Mientras se desarrollan estas clases, paralelamente el alumno debe ir haciendo los problemas correspondientes de modo que al finalizar el tema se dedicarán una o varias clases a comentar los problemas, las dificultades que se hayan planteado, corregir los errores detectados, etc. Los problemas constarán de situaciones variadas de carácter más o menos real, donde se presenten situaciones en que se puedan identificar los problemas presentados anteriormente. Casi todo el material teórico queda recogido en unos apuntes que se entregarán a los alumnos y en las transparencias. Este material se encuentra también disponible y permanentemente actualizado en la página web http://www.doi.icaui.upcomillas.es/intro_simio.htm. En ellos se recogen también los problemas que serán resueltos/comentados en las clases prácticas. Se plantearán dos prácticas que reafirmen los contenidos expuestos anteriormente. La práctica de optimización se realizará en el primer cuatrimestre. Se desarrollará utilizando el lenguaje GAMS y los alumnos presentarán sus casos de estudio. La práctica de simulación se hará en el segundo cuatrimestre y se desarrollará utilizando el lenguaje GPSS. Ambos lenguajes estarán instalados en los ordenadores de la universidad y que los alumnos podrán utilizar fuera de las horas de clase.

Bibliografía Básica

P. Linares, A. Ramos, P. Sánchez, Á. Sarabia, B. Vitoriano. Apuntes y transparencias en http://www.doi.icaui.upcomillas.es/intro_simio.htm. , 2006

Hillier, F.S., Lieberman, G.J.. Introducción a la Investigación de Operaciones. 8ª edición. McGraw Hill, 2006

Sarabia, A.. La investigación operativa. Una herramienta para la adopción de decisiones. Universidad Pontificia Comillas, 1996

Taha, H.A.. Investigación de operaciones. 7ª edición. Pearson Prentice Hall, 2004

Bibliografía Complementaria

Law, A.M., Kelton, W.D.. Simulation Modeling and Analysis. 3rd edition. McGraw-Hill, 2000

Q. Martín, M.T. Santos y Y. de Paz. Investigación operativa. Problemas y ejercicios resueltos. Pearson Prentice Hall, 2005

Ríos Insúa, S., Mateos, A., Bielza, M.C. y Jiménez, A.. Investigación Operativa. Modelos determinísticos y estocásticos. Centro de Estudios Ramón Areces, 2004

Anderson, D.R., Sweeney, D.J. and Williams, Th.A.. Métodos cuantitativos para los negocios. Thomson-Paraninfo, 1999

PARTE I. MÉTODOS DE OPTIMIZACIÓN Y SIMULACIÓN

1. Introducción a la optimización y modelado
Definición de IO. Introducción histórica. Definición de optimización. Método. Clasificación de métodos. Modelo y modelado. Etapas en el desarrollo de un modelo. Breve descripción de lenguajes algebraicos. GAMS. Modelado en programación lineal, lineal entera y no lineal.
2. Programación lineal
Hipótesis. Geometría. Propiedades. Algoritmo del simplex. Resolución gráfica. Forma estándar. Resolución algebraica. Múltiples óptimos. Degeneración. Caracterización de soluciones. Forma tabular. Obtención de una solución básica factible inicial: método de las dos fases.
3. Dualidad y sensibilidad
Problema dual. Interpretación económica. Propiedades fundamentales de dualidad. Interpretación gráfica de las variables duales y de los costes reducidos. Análisis de sensibilidad. Método simplex dual. Análisis paramétrico.
4. Programación lineal entera
Método de ramificación y acotamiento. Método de planos de corte. Preproceso.
5. Programación dinámica
Programación dinámica determinista y estocástica con horizonte finito.
6. Programación no lineal
Problemas sin restricciones: Condiciones de optimalidad y algoritmos (univariante y multivariante). Problemas con restricciones: condiciones de optimalidad y algoritmos (métodos de penalizaciones exteriores e interiores o barrera).
7. Simulación
Definición. Ventajas e Inconvenientes. Elementos de simulación de eventos discretos. Estructura de un modelo de simulación. Traza. Metodología. Aplicaciones. Lenguajes de simulación: características y tipos. GPSS.
8. Modelado de la aleatoriedad en sistemas discretos
Números pseudoaleatorios. Distribuciones empíricas. Identificación de patrones. Generación de variables aleatorias. Método de la transformada inversa, de aceptación y rechazo. Variables aleatorias con distribución normal.

PARTE II. MODELOS DE INVESTIGACIÓN OPERATIVA

9. Modelado de colas o líneas de espera
Proceso de Poisson. Modelos de nacimiento y muerte. Introducción y definiciones básicas de teoría de colas. Variables y medidas de eficacia. Modelos clásicos de colas. Modelos de optimización de costes en colas. Redes de colas. Simulación de colas.
10. Modelos de optimización en la gestión de inventarios

Programa de la Asignatura

Elementos de un modelo general de inventarios. Modelos deterministas con revisión continua (EOQ) y con revisión periódica (MRP). Modelos estocásticos con revisión continua (modelo EOQ probabilizado y probabilística) y periódica (modelos de programación dinámica).

11. Teoría de la decisión
Criterios de decisión. Función de utilidad. Procesos de decisión polietápicos. Árboles de decisión. Análisis bayesiano. Decisión multicriterio.
12. Teoría de juegos
Clasificación de los juegos y ejemplos clásicos. Juegos bipersonales: concepto de solución. Juegos bipersonales de suma nula o constante: estrategias puras y mixtas, estrategias dominadas. Programación lineal y teoría de juegos. Juegos cooperativos: coaliciones. Equilibrio de Bertrand y de Cournot.
13. Teoría de redes y optimización en redes
Definiciones básicas. Problemas de árbol de extensión de mínimo peso y de camino mínimo. Problemas de flujos óptimos sobre redes. Ciclos eulerianos (problema del cartero chino). Circuitos hamiltonianos (problema del viajante).
14. Planificación de proyectos y modelos de secuenciación
Modelos de planificación y gestión de proyectos: el método del camino crítico (CPM), el método PERT, gráficos de Gantt y esquemas de precedencia. Nivelación y asignación de recursos. Modelos básicos de secuenciación de tareas en el taller: taller en flujo (*flow shop*) y taller de trabajos (*job shop*).