



Proyecto/Guía docente de la asignatura

Asignatura	Chemical Processes Optimization / Optimización de Procesos Químicos		
Materia	Simulation and Optimization / Simulación y optimización		
Módulo	Process & Product Engineering / Ingeniería de procesos y producto		
Titulación	Master in Chemical Engineering / Master de Ingeniería Química		
Plan	542	Código	53743
Periodo de impartición	1 st Semester / 1er cuatrimestre	Tipo/Carácter	Compulsory / Obligatoria
Nivel/Ciclo	Master	Curso	1º
Créditos ECTS	4,5		
Lengua en que se imparte	SPANISH AND ENGLISH / ESPAÑOL E INGLÉS		
Profesor/es responsable/s	María Jesús de la Fuente Aparicio y Gloria Gutiérrez Rodríguez		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	mariajesus.fuente@uva.es 983 423984 gloria.gutierrez@uva.es 983 423566		
Departamento	Ingeniería de Sistemas y Automática		
Fecha de revisión por el Comité de Título	16/07/2024		



1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualization /Contextualización

This course is taught in the first semester of the first year of the Master in Chemical Engineering. This course is framed within the training in optimization methods to the students of Chemical Engineering. It provides the basic knowledge, methods and practical experience required to formulate and solve optimization problems of industrial processes

Esta asignatura se enmarca en la formación en optimización de procesos industriales a los estudiantes de Ingeniería Química y proporciona los fundamentos, metodología y experiencia práctica para abordar la formulación y resolución de problemas de optimización en la industria de procesos.

1.2 Relationships with other subjects/ Relación con otras materias

The course is related with topics of modelling and simulation with the same module and provides support for other courses of the following semesters, in particular, for topics of process design and advanced control.

La asignatura está relacionada con temas de modelado y simulación dentro de la misma materia, así como con otros temas de análisis y diseño de procesos y de control avanzado de procesos.

1.3 Prerequisites / Prerrequisitos

A background in processes, math, physic and chemistry and technologies at Bachelor level is required.

Se requieren tener conocimientos generales de procesos y haber cursado asignaturas básicas de matemáticas, física y química y tecnologías del grado



2. Learning outcomes/ Competencias

2.1 Basic/ Generales

CG01. Ability to apply the scientific method and principles of engineering and economics to formulate and solve complex problems in processes, equipment, facilities and services, where matter changes its composition, state or energy content, characteristic of the Chemical industry and other related sectors, including pharmaceuticals, biotechnology, materials, energy, food and the environment.

Capacidad para aplicar el método científico y los principios de la ingeniería y economía, para formular y resolver problemas complejos en procesos, equipos, instalaciones y servicios, en los que la materia experimente cambios en su composición, estado o contenido energético, característicos de la industria química y de otros sectores relacionados entre los que se encuentran el farmacéutico, biotecnológico, materiales, energético, alimentario o medioambiental.

CG05. To know how to establish mathematical models and develop them by means of appropriate informatics, as scientific and technological basis for the design of new products, processes, systems and services, and for the optimization of others already developed.

Saber establecer modelos matemáticos y desarrollarlos mediante la informática apropiada, como base científica y tecnológica para el diseño de nuevos productos, procesos, sistemas y servicios, y para la optimización de otros ya desarrollados.

CG06. To be able to analyze and synthesize the continuous progress of products, processes, systems and services using criteria of safety, economic viability, quality and environmental management.

Tener capacidad de análisis y síntesis para el progreso continuo de productos, procesos, sistemas y servicios utilizando criterios de seguridad, viabilidad económica, calidad y gestión medioambiental.

CG11. To possess the abilities of the autonomous learning, to maintain and to improve the own competences of the chemical engineering that allow the continuous development of the profession.

Poseer las habilidades del aprendizaje autónomo para mantener y mejorar las competencias propias de la ingeniería química que permitan el desarrollo continuo de la profesión.

2.2 Specifics / Específicas

CEP03. Conceptualize engineering models, apply innovative methods in problem solving and use of suitable computer applications for the design, simulation, optimization and control of processes and systems.

Conceptualizar modelos de ingeniería, aplicar métodos innovadores en la resolución de problemas y aplicaciones informáticas adecuadas, para el diseño, simulación, optimización y control de procesos y sistemas.



3. Aims / Objetivos

The subject aims that the student is able to:

1. Learn how to formulate decision making problems using optimization methods.
2. Recognize different classes of optimization problems, its basis and the numerical methods and algorithms to solve them using commercial software.
3. Learn to apply optimization methods in practical problems of the process industry.

La asignatura pretende que el alumno:

1. Aprenda a formular problemas de toma de decisiones usando técnicas de optimización,
2. Conozca los distintos tipos de problemas, así como los fundamentos de los algoritmos de resolución numérica y el software comercial que permite aplicarlos
3. Aprenda a aplicarlos en algunos problemas prácticos relacionados con la industria de procesos





4. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque 1: Chemical Processes optimization/ Optimización de procesos químicos

Carga de trabajo en créditos ECTS: 4,5

a. Contextualization and justification/ Contextualización y justificación

This subject is framed within the training in optimization methods to the students of Chemical Engineering. The optimization is a fundamental tool to design, control and operation of processes based on the use of models that permits to make optimal decisions.

Esta asignatura se enmarca en la formación en optimización de procesos a los estudiantes de Ingeniería Química. La optimización es un elemento fundamental en una metodología moderna de diseño, control y operación de procesos basada en el uso de modelos que permitan la toma de las mejores decisiones.

b. Learning aims / Objetivos de aprendizaje

This course is framed within the training in optimization methods to the students of Chemical Engineering. It provides the basic knowledge, methods and practical experience required to formulate and solve optimization problems of industrial processes using the adequate software.

Los alumnos que cursen la asignatura con aprovechamiento, partiendo de un conocimiento de los procesos con los que deben operar, deberían ser capaces de aprender a formular problemas de toma de decisiones en la industria de procesos usando técnicas de optimización, a seleccionar los algoritmos de resolución numérica y el software comercial adecuados y a interpretar y aplicar las soluciones obtenidas

c. Contenidos

- Introduction to optimization.
- Basic concepts. Unconstraint optimization
- Linear Programming (LP)
- Non-linear Programming (NLP)
- Mix integer Programming (MINLP)
- Software environments for optimization
- Applications in process design and process operation
- Use of superstructures. Applications to process synthesis
- Batch processs, planning and scheduling

T1. Introducción. Toma de decisiones óptimas. Modelos, grados de libertad, funciones objetivo. Formulación de problemas de optimización en diseño y operación en la industria de procesos. Conceptos matemáticos básicos. Convexidad. Tipos de problemas de optimización. Campos de aplicación.

T2 Optimización sin restricciones. Condiciones de extremo. Problemas de una variable. Método del gradiente más pronunciado. Métodos tipo Newton. Métodos basados en evaluaciones de la función. Formulación de problemas.



T3. Programación Lineal (LP). Método simplex. Teoría de la dualidad. Sensibilidad de las soluciones. Escalabilidad de los métodos. Formulación de problemas.

T4 Optimización con restricciones. Multiplicadores de Lagrange. Ejemplos. Condiciones de KKT. Funciones de penalización. Programación no-lineal (NLP). Métodos SQP y de punto interior. Convexificación. Formulación de problemas. Aplicaciones al diseño óptimo de procesos. Introducción a los métodos evolutivos de optimización.

T5 Problemas mixto-enteros (MILP). Algoritmo Branch and Bound. Formulación de condiciones lógicas. Formulación de problemas.

T6 Introducción a la secuenciación y planificación de procesos batch. Cartas de Gantt.

d. Métodos docentes

Clases de teoría y aula

Para conocer los fundamentos

Clases de laboratorio, desarrollo de proyectos prácticos, seminarios

Para aprender practicando

La asignatura se desarrollará tomando como base casos prácticos de optimización de procesos, siguiendo el enfoque de aprender practicando. El alumno se familiarizará con la metodología para abordar dichos casos prácticos, aprenderá a formularlos en entornos de optimización comerciales y a emplear los algoritmos y software para resolverlos, así como formas de utilizarlos en otras aplicaciones.

e. Plan de trabajo

La asignatura se organizará en torno a los siguientes temas:

Tema	Título del tema	Teoría (horas)	Aula (horas)	Seminario (horas)	Laboratorio (horas)
1	Fundamentos de Optimización	3	1	1	4
2	Algoritmos	11	4	4	6
3	Aplicaciones	1			10
TOTAL		15	5	5	20

f. Evaluación

ACTIVIDAD	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Participación en actividades	10%	
Trabajos e informes de laboratorio	60%	
Exámenes	30%	

g Material docente

g.1 Bibliografía básica

- Optimization of Chemical Processes, T.F. Edgar, D.M. Himmelblau, L.S. Lasdon, McGraw Hill, 2ª edic., 2001.
- Systematic Methods of Chemical Process Design, L.T. Biegler, I.E. Grossmann, A.W. Westerberg, Prentice Hall 1997.
- Engineering Optimization, G.V. Reklaitis, A. Ravindran, K.M. Ragsdell, J. Wiley 1983

g.2 Bibliografía complementaria

- Nonlinear Programming: Concepts, Algorithms and Applications to Chemical Processes, Biegler, L. T., SIAM, Philadelphia (2010)
- Practical Methods of Optimization, R. Fletcher, J. Wiley, 2ª edición, 1991
- Model Building in Mathematical Programming, H.P. Williams, J. Wiley 4ª edic., 2002
- Optimization, Foundations and Applications, R. E. Miller, J. Wiley, 2000
- Nonlinear Programming, M.S. Barazaa, H.D. Sherali, C.M. Shetty, 2º edic., Wiley-Interscience, 1993
- Non-linear and Mix-Integer Optimization, C. A. Floudas, Edt. Oxford Univ. Press, 1995
- Estrategias de Modelado, Simulación y Optimización de Procesos Químicos, L. Puigjaner, P. Ollero, C. de Prada, L. Jimenez, Editorial Síntesis, 2006

g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

En el campus Virtual pueden incluirse este tipo de recursos, que se actualizan a lo largo del curso

h. Recursos necesarios

Aula con proyector multimedia y pizarra para las sesiones de teoría.

Plataforma educativa para publicar material didáctico, guías de ejercicios, soluciones, tareas, etc.

Acceso al material bibliográfico recomendado.

Uso de software especializado de optimización.

i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
4,5	Semanas de la 1-15



5. Métodos docentes y principios metodológicos

TEACHING METHODS / MÉTODOS DOCENTES	COMMENTS / OBSERVACIONES
Theory and examples /Clases de teoría y aula	Knowing the basis / Conocer los fundamentos
Lab sessions, practical projects, seminars /Clases de laboratorio, desarrollo de proyectos prácticos, discusiones	Learning by practice / Aprender practicando

Lecturing is developed in the computer room in a practical way, following the principle of learning by practice. Besides explaining the fundamentals, the professor guides the class, involving the students in the development of practical cases following a methodology and using commercial software to solve them.

La asignatura se desarrollará tomando como base casos prácticos de optimización de procesos, siguiendo el enfoque de aprender practicando. El alumno se familiarizará con la metodología para abordar dichos casos prácticos, aprenderá a formularlos en entornos de optimización comerciales y a emplear los algoritmos y software para resolverlos, así como formas de utilizarlos en otras aplicaciones.

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA ⁽¹⁾	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Lectures / Clases teórico-prácticas	15	Self-study and individual work / Estudio y trabajo autónomo individual	40
Practical classes / Clases prácticas de aula	5	Study and autonomous group work / Estudio y trabajo autónomo grupal	28
Seminars / Seminarios	5		
Computing room classes /Laboratorios	20		
Total on-site /Total presencial	45	Total off-site /Total no presencial	68
TOTAL presencial + no presencial			113

(1) Actividad presencial a distancia es cuando un grupo sigue una videoconferencia de forma síncrona a la clase impartida por el profesor para otro grupo presente en el aula.

7. Sistema y características de la evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Participation in activities / Participación en actividades	10%	
Assignments / Trabajos e informes de laboratorio.	60%	
Written exam / Exámen	30%	A minimum mark of 4.0 is required in the written exam to pass./ Se requiere un mínimo de 4 puntos en el examen final para sumar prácticas

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
 - Como indica la tabla
- **Convocatoria extraordinaria:**
 - De forma similar a la convocatoria ordinaria (tabla anterior)

8. Consideraciones finales

La docencia será presencial, pero por razones organizativas del Centro y de la UVa, algunas actividades podrán impartirse de forma remota.