

23-24

MÁSTER UNIVERSITARIO EN  
INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES

# GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



## OPTIMIZACIÓN NO LINEAL

CÓDIGO 28801138

UNED

23-24

OPTIMIZACIÓN NO LINEAL

CÓDIGO 28801138

# ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN  
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA  
EQUIPO DOCENTE  
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE  
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE  
RESULTADOS DE APRENDIZAJE  
CONTENIDOS  
METODOLOGÍA  
SISTEMA DE EVALUACIÓN  
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA  
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA  
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA  
PRÁCTICAS DE LABORATORIO

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Nombre de la asignatura   | OPTIMIZACIÓN NO LINEAL  |
| Código                    | 28801138  |
| Curso académico           | 2023/2024   |
| Título en que se imparte  | MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES |
| Tipo                      | CONTENIDOS  |
| Nº ETCS                   | 4,5   |
| Horas                     | 112.5   |
| Periodo                   | SEMESTRE 2  |
| Idiomas en que se imparte | CASTELLANO  |

## PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

La asignatura *Optimización no lineal (ONL)*, optativa del *Programa Oficial de Postgrado en Investigación en Tecnologías Industriales*, es una de las cuatro asignaturas ofertadas desde el Departamento de Matemática Aplicada I. Su finalidad es completar, ampliar y continuar los conocimientos adquiridos por los estudiantes en las teorías de Optimización lineal y Optimización diferenciable estudiadas en las asignaturas de grado.

Es propósito de ONL es proporcionar contenidos básicos o fundamentales relativos a las técnicas matemáticas aplicables a la modelización, análisis y resolución numérica de problemas de optimización no lineal, bajo hipótesis generales y por medio de problemas concretos.

Dentro del plan de estudios del Máster en Investigación en Tecnologías Industriales la asignatura se relaciona directamente con las asignaturas *Optimización Convexa en Ingeniería* en donde se trata el caso particular convexo (y se trabaja la modelización) y *Optimización Multiobjetivo* en donde se consideran varios objetivos a optimizar. En este sentido se puede decir que la mayoría de las técnicas de resolución presentadas en todas estas asignatura son comunes(métodos de descenso, reglas de multiplicadores, métodos penalización, etc) y adaptadas a las diferentes situaciones específicas de cada asignatura, siendo el *análisis no lineal* la materia más centrada en el análisis matemático de las diferentes técnicas y métodos algorítmicos de resolución.

La asignatura va dirigida a los estudiantes del Máster, sea cual fuera el itinerario elegido. En todos ellos pueden surgir problemas de optimización relacionados con la investigación en el campo correspondiente. La optimización se aplica en ingeniería tanto en el diseño (optimización estructural, por ejemplo) como en el análisis (minimizar costes de producción, por ejemplo).

El objetivo de ONL es dar a conocer la metodología de la optimización (métodos) como preparar al especialista en software que va a desarrollar la implementación (análisis de algoritmos).

Es conocido que una gran parte de los modelos matemáticos de situaciones reales involucran funciones no lineales, que es necesario optimizar. Por ejemplo aparecen en el estudio de la cantidad de agua que debe conservar una presa cuyo nivel fluctúa o en la producción de energía solar en que la cantidad de energía producida depende del ángulo de incidencia. De esta manera, podemos afirmar que el estudio de la asignatura constituye una herramienta muy útil para abordar problemas en la práctica totalidad de las materias de

Ingeniería Industrial.

Por otro lado, para el ingeniero es ineludible el uso técnicas de optimización numéricas en la búsqueda de la solución óptima. Sin embargo, para ser capaz de utilizar exitosamente dichas herramientas informáticas (plantear, verificar y encontrar errores) no basta con saber usar dichos programas (comerciales o no). Por ello, es necesario conocer los fundamentos de los algoritmos internos de los programas.

## REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

La asignatura ONL no necesita requisitos específicos. Son suficientes los conocimientos matemáticos adquiridos en el grado universitario o la licenciatura.

Con el fin de introducirse de manera natural en el tema es muy útil el repaso de:

- Programación lineal.
- Cálculo diferencial. Máximos y mínimos. Extremos condicionados.
- Álgebra Lineal.

Alguna bibliografía al respecto, por ejemplo,

BALBÁS, A. GIL, J.A. *Programación Matemática*, Ed. Alfacentauro, 2000.

*Es necesaria cierta soltura en la comprensión de textos científico-técnicos escritos en inglés.*

Con el fin de favorecer el aprendizaje se publicarán distintos materiales en el curso virtual de lectura aconsejable para cubrir posibles lagunas de conceptos ya estudiados.

## EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

ELVIRA HERNANDEZ GARCIA (Coordinador de asignatura)  
ehernandez@ind.uned.es  
91398-7992  
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES  
MATEMÁTICA APLICADA I

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

MIGUEL ANGEL SAMA MEIGE  
msama@ind.uned.es  
91398-7927  
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES  
MATEMÁTICA APLICADA I

## HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

Se realizará utilizando los medios habituales en la Universidad Nacional de Educación a Distancia: telefónico, correo postal y electrónico y a través del curso virtual. También podrán programarse entrevistas personales o conferencias on-line utilizando las herramientas que la UNED pone a disposición de estudiantes y profesores.

**Elvira Hernández García**

Martes de 10h a 14h

Dpto. de Matemática Aplicada I de ETS de Ingenieros Industriales, despacho 2.43.

Calle Juan del Rosal , 12 Madrid (28040).

Tel.: 91 398 79 92

Correo electrónico: [ehernandez@ind.uned.es](mailto:ehernandez@ind.uned.es)

**Miguel Ángel Sama Meige**

Miércoles de 16,00h a 20,00h.

Dpto. de Matemática Aplicada I de ETS de Ingenieros Industriales, despacho 2.53.

Calle Juan del Rosal , 12 Madrid (28040).

Tel.: 91 398 79 27

Correo electrónico: [msama@ind.uned.es](mailto:msama@ind.uned.es)

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

### Competencias Básicas:

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### Competencias Generales:

CG01 - Desarrollar capacidad de análisis y síntesis de la información científico-técnica

CG02 - Adquirir el conocimiento de los métodos y técnicas de investigación

CG03 - Adquirir destrezas en la búsqueda y gestión bibliográfica y documental

CG04 - Desarrollar capacidad de razonamiento crítico

CG05 - Desarrollar habilidades técnicas, de análisis y síntesis: resolución de problemas, toma de decisiones y comunicación de avances científicos.

CG06 - Desarrollar habilidades sistémicas (metodológicas): aplicación de conocimientos; habilidades en investigación; y creatividad

### Competencias Específicas:

CE3 - Elaborar y tratar modelos matemáticos que representen el comportamiento de los sistemas industriales

CE5 - Adquirir destrezas en la aplicación de técnicas de simulación computacional

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE

El objetivo fundamental de la asignatura es que el estudiante adquiera los conocimientos y técnicas para resolver las diferentes clases de problemas de optimización que aparecen en Análisis no lineal, de modo que constituyan la base para sus futuras investigaciones.

Como **objetivos específicos** podemos señalar los siguientes:

- Formulación de problemas a partir de situaciones reales.
- Conocimiento de métodos para resolución de problemas de optimización escalar (con y sin restricciones):

Programas de una variable.

Programas de varias variables.

Como **objetivos generales** podemos señalar los siguientes:

- Introducir al estudiante en el campo de la optimización no lineal.
- Revisar e interpretar artículos científicos.
- Recopilar información que complete el material propuesto.
- Recopilar, organizar y utilizar el material estudiado con el fin de integrar y construir descripciones que identifiquen y sintetizen los aspectos de mayor interés.
- En su caso escribir artículos científicos que tengan el nivel de calidad exigido en el campo en cuanto al formato, estructura y contenidos.
- Debatir, preguntar, criticar, presentar, juzgar, contrastar, ilustrar, demostrar y reconocer los trabajos de otros compañeros y el suyo propio para facilitar las tareas de colaboración exigidas.
- Apreciar y valorar los conocimientos y destrezas adquiridos por comparación del trabajo propio con el trabajo de sus compañeros.

## CONTENIDOS

### Bloque I. Conceptos Básicos en Optimización

- Capítulo 1. Introducción a la Optimización
- Capítulo 2. Técnicas Clásicas en Optimización

### Bloque II. Programación Lineal

- Capítulo 3. Optimización Lineal I. Método Simplex

- Capítulo 4, Optimización Lineal II. Temas adicionales y extensiones

### Bloque III. Programación No Lineal

- Capítulo 5. Programación No Lineal I. Funciones de una variable.
- Capítulo 6. Programación No Lineal II. Problemas sin restricciones.
- Capítulo 7. Programación No Lineal III. Problemas con restricciones.

## METODOLOGÍA

Al tratarse de una universidad a distancia, la metodología de la asignatura se adapta al modelo implantado en la UNED, sin que ello prejuzgue la realización de algún encuentro on-line o seminario presencial.

Una de las características del método es la atención personalizada al estudiante y el seguimiento que se hace de su aprendizaje teniendo en cuenta sus circunstancias personales y laborales.

De forma resumida la metodología docente se concreta en:

- Adaptada a las directrices del EEES.
- La asignatura no tiene clases presenciales. Los contenidos teóricos se impartirán a distancia, de acuerdo con las normas y estructuras de los diferentes soportes de la enseñanza en la UNED.
- El seguimiento de las actividades propuestas se realizará a través del curso virtual.
- Los estudiantes se podrán comunicar también por teléfono con los profesores del equipo docente en los horarios y días señalados.
- Tratándose de un máster orientado a la investigación, las actividades de aprendizaje se estructuran en torno al estado del arte y a los problemas en los que se va a centrar el proyecto final realizado en esta materia.

La metodología del trabajo de la asignatura se basa en una planificación temporal de las actividades. Existirán diferentes temas y bloques temáticos y cada uno de éstos tendrá asociado unas unidades de aprendizaje y un material asignado (capítulos del libro base, artículos relacionados).

Asignaremos un período para cada módulo, en el que deberán realizar las *actividades evaluables* relacionadas con el mismo. Los detalles de la planificación de las actividades serán publicados en las dos primeras semanas en el curso virtual. *Inicialmente, se invita a presentarse a los alumnos para conocer el nivel de conocimientos matemáticos y las inquietudes finales de cada uno tras elegir ONL (optativa). El propósito no es otro que tratar de "personalizar", en la medida que sea posible, los contenidos y las actividades a realizar.*

De esta forma, se pretende también motivar al estudiante en la materia.

Por todo lo anterior, **se recomienda que el estudiante atienda a la información publicada**

en el curso virtual así como su correo educativo xxxxxx@alumno.uned.es

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

### TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

|                                 |                      |
|---------------------------------|----------------------|
| Tipo de examen                  | Examen de desarrollo |
| Preguntas desarrollo            | 3                    |
| Duración del examen             | 120 (minutos)        |
| Material permitido en el examen |                      |

Todo el material y calculadora

### Criterios de evaluación

Se publicará una rúbrica en el Curso Virtual

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| % del examen sobre la nota final | 30 |
|----------------------------------|----|

Nota del examen para aprobar sin PEC

|  |   |
|--|---|
| Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC | 3 |
|--|---|

|  |   |
|--|---|
| Nota mínima en el examen para sumar la PEC | 0 |
|--|---|

### Comentarios y observaciones

Constará de tres ejercicios teórico-práctico similares a los ejercicios del libro de texto y pruebas de evaluación continua.

**La prueba presencial se realiza en el centro asociado durante la convocatorias oficiales de exámenes.**

### CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS

|                         |    |
|-------------------------|----|
| Requiere Presencialidad | Si |
|-------------------------|----|

### Descripción

#### CARACTERÍSTICAS GENERALES DE EVALUACIÓN

##### Tipos de Pruebas:

Prueba presencial (PP) tiene un peso del 30% en la calificación final.

Dos pruebas de evaluación continua (PECs) con un peso de  $2 \cdot 35 = 70\%$  de la calificación final.

**Calendario: A principio del curso se publicará un cronograma en el curso virtual con todas las fechas de las pruebas.**

### Criterios de evaluación

Se publicará una rúbrica en el Curso Virtual

|   |                  |
|---|------------------|
| Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final | PP 30%, PECs 70% |
|---|------------------|

|                             |                                    |
|-----------------------------|------------------------------------|
| Fecha aproximada de entrega | véase curso virtual (abril, junio) |
|-----------------------------|------------------------------------|

### Comentarios y observaciones



**PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)**

¿Hay PEC?

Si,PEC no presencial

Descripción

Se propondrán dos Pruebas de Evaluación Continua, PECs. La prueba constará de una serie de ejercicios teórico-práctico sobre los contenidos de la asignatura.

PEC-1. Versará sobre contenidos Bloque I-II. (marzo-abril) 35% NOTA.

PEC-2. Versará sobre contenidos del Bloque III. (abril-junio) 35% NOTA.

**En alguna de ellas, es posible que requiera el uso de algún tipo de software (OCTAVE, MATLAB)**

**Los enunciados se publican y las respuestas se entregan a través del curso virtual**

Criterios de evaluación

Se publicará una rúbrica en el Curso Virtual

Ponderación de la PEC en la nota final 70%

Fecha aproximada de entrega abril y junio (aproximadamente)

Comentarios y observaciones

Las actividades de evaluación continua solamente se realizan durante el periodo lectivo de la asignatura (segundo cuatrimestre) y se mantendrán para la convocatoria de septiembre.

**De cara a la convocatoria extraordinaria, aquellos alumnos que por causa justificada no hayan podido realizar las pruebas de evaluación continua deben ponerse en contacto con los profesores de la asignatura para la realización de una tarea similar alternativa.**

**OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES**

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s?

Si,no presencial

Descripción

Asimismo, a lo largo del curso el Equipo Docente puede proponer la realización de pruebas voluntarias que proporcionen una nota adicional a la nota final.

**La publicidad de cualquier actividad de este tipo se hará a través del curso virtual.**

Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

**¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?**

$0.3 \cdot \text{Nota de la PP} + 0.7 \cdot \text{Nota de las PECs}$

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13):9780470183526

Título:ENGINEERING OPTIMIZATION: THEORY AND PRACTICE (4th )

Autor/es:Singiresu S. Rao,S. S. Rao ;

Editorial:: JOHN WILEY & SONS

Serán materia de estudio los siete primeros capítulos del libro. *Engineering Optimization. Theory and Practice*

*Fourth Edition. Singiresu S. Rao. JOHN WILEY. 2009, 4th edition.*

Como comenta el editor del libro:

*This is the only book on the market that discusses all the important methods of optimization.*

*All the methods are presented in a simple language in the most comprehensive manner.*

*Nonlinear, linear, geometric, dynamic and stochastic programming techniques are presented with a focus on engineering applications. Other more specialized methods such as optimal control, multiobjective optimization, genetic algorithms, simulated annealing, neural networks and fuzzy optimization methods are also included. In each case examples and cases are presented to show how the method is actually used in the real world.*

En relación a la parte práctica se usará el manual (en abierto)

Matlab, *Optimization Toolbox. User's Guide*, The Mathworks, 2012.

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Relacionados directamente con el programa son los libros de optimización no lineal de tipo avanzado. Pueden ser adecuados para consultas puntuales o bien para su lectura y estudio en el caso de que el interés investigador se centre en este tema.

A. Antoniou, W-S. Lu, *Practical Optimization. Algorithms and Engineering Applications*. Springer. 2007.

D. Bersekas, *Nonlinear Programming*, Athena Scientific, 1999, (2ª edición).

J. Jahn, *Introduction to the Theory of Nonlinear Optimization*. Editorial Springer. Berlín (3ª edición revisada, 2007).

G. Luenberger, Yinyu Ye, *Linear and Nonlinear Programming Third Edition* David, Springer. 2008

A. Ravindran, K. M. Ragsdell, G. V. Reklaitis, *Engineering Optimization. Methods and Applications*. Second Edition. John Wiley & Sons, Inc. 2006, (2ª edición).

A. Ruszczyński, *Nonlinear Optimization*, Princeton University Press, 2006.

## RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Fundamentalmente via el Curso Virtual se publicarán diversos materiales y actividades de apoyo al estudio como:

- Documentos explicativos elaborados por el equipo docente.
- Conferencia on-line (individual o en grupo).
- Biblioteca.
- Recursos electrónicos de distinta naturaleza.
- Manuales.

## PRÁCTICAS DE LABORATORIO

¿Hay prácticas en esta asignatura de cualquier tipo (en el Centro Asociado de la Uned, en la Sede Central, Remotas, Online,..)?

Si/No

### CARACTERÍSTICAS GENERALES

Presencial:

Obligatoria:

Es necesario aprobar el examen para realizarlas:

Fechas aproximadas de realización:

Se guarda la nota en cursos posteriores si no se aprueba el examen:  
(Si es así, durante cuántos cursos)

Cómo se determina la nota de las prácticas:

### REALIZACIÓN

Lugar de realización (Centro Asociado/ Sede central/ Remotas/ Online):

N.º de sesiones:

Actividades a realizar:

**OTRAS INDICACIONES:**

---

## 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.