25-26

GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA

OPTIMIZACIÓN EN ESPACIOS DE BANACH

CÓDIGO 2152007-

UNED

25-26

OPTIMIZACIÓN EN ESPACIOS DE BANACH

CÓDIGO 2152007-

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
IGUALDAD DE GÉNERO

Nombre de la asignatura	OPTIMIZACIÓN EN ESPACIOS DE BANACH
Código	2152007-
Curso académico	2025/2026
Título en que se imparte	**MÁSTER UNIVERSITARIO EN MATEMÁTICAS AVANZADAS** MICROMÁSTER EN MATEMÁTICAS AVANZADAS
Tipo	CONTENIDOS
Nº ETCS	7.5
Horas	187.5
Periodo	SEMESTRE 1
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

La denominación Optimización en Espacios de Banach (*Optimization in Banach Spaces*) se suele referir al estudio de los problemas de optimización en espacios de dimensión infinita a través de una formulación abstracta formulada mediante espacios normados. Entre otros, su estudio engloba importantes problemas de la matemática aplicada como:

•Cálculo variacional clásico.

•Optimización con restricciones dadas por ecuaciones diferenciales y ecuaciones en derivadas parciales.

•Problemas inversos.

•Problemas de control.

•Optimización vectorial y multiobjetivo.

•Optimización en dimensión finita.

En este curso se hace una introducción a los principales resultados de esta disciplina como resultados de existencia de extremos, condiciones de optimalidad, teoría de dualidad o regla de multiplicadores, así como los fundamentos matemáticos en análisis funcional, cálculo diferencial en espacios de Banach y analisis convexo necesarios para su estudio. Asimismo se introducirán como aplicación algunos de los modelos concretos más conocidos de esta teoría.

REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

Es necesario poseer conocimientos a nivel de Grado en Matemáticas o de grados con fuerte contenido en Matemáticas para afrontar con éxito la asignatura.

La asignatura tiende a ser autocontenida en su temario, el material de estudio incorpora apéndices de recordatorio sobre contenidos teóricos básicos que podrán ser complementados por el Equipo Docente con dicho fin.

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos	MIGUEL ANGEL SAMA MEIGE
Correo Electrónico	msama@ind.uned.es
Teléfono	91398-7927
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	MATEMÁTICA APLICADA I

Nombre y Apellidos	LIDIA HUERGA PASTOR (Coordinador de asignatura)
Correo Electrónico	lhuerga@ind.uned.es
Teléfono	91398-9694
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	MATEMÁTICA APLICADA I

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

Los profesores que forman parte del Equipo Docente de la asignatura actúan de forma coordinada y comparten responsabilidades.
Podrá encontrar información sobre sus actividades investigadoras y docentes en las páginas web personales y en la página web del Departamento de Matemática Aplicada I.
El estudiante podrá ponerse en contacto directo con los profesores en los despachos, teléfonos y correos electrónicos siguientes:
Lidia Huerga (lhuerga@ind.uned.es)
UNED, ETSI Industriales
Departamento de Matemática Aplicada
Despacho 2.51 (Horario de guardia: Martes 10:00-14:00)
Juan del Rosal, 12
28040 Madrid
Miguel Sama (msama@ind.uned.es)
UNED, ETSI Industriales
Departamento de Matemática Aplicada
Despacho 2.53 (Horario de guardia: Miércoles 16:00-20:00)
Juan del Rosal, 12
28040 Madrid

Fuera de dicho horario también estarán accesibles a través del curso virtual, el correo electrónico y el teléfono, que cuenta con buzón de voz, y también a través del correo postal.

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.
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

CG1 - Adquirir conocimientos generales avanzados en tres de las principales áreas de las matemáticas.
CG2 - Conocer algunas de las líneas de investigación dentro de las áreas cubiertas por el Máster.
CG4 - Aprender a redactar resultados matemáticos.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

CE1 - Saber abstraer las propiedades estructurales de los objetos matemáticos, distinguiéndolas de aquellas puramente ocasionales.
Ser capaz de utilizar un objeto matemático en diferentes contextos.
CE2 - Conocer los problemas centrales, la relación entre ellos, las técnicas más adecuadas en los distintos campos de estudio, y las demostraciones rigurosas de los resultados relevantes.
CE3 - Adquirir la capacidad de enfrentarse con la literatura científica a distintos niveles, desde libros de texto con contenidos avanzados hasta artículos de investigación matemática publicados en revistas especializadas.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Conocimientos

- Conocer los distintos casos de problemas de optimización con o sin restricciones.
- Conocer las herramientas y resultados básicos en el análisis funcional de espacios de Banach para el estudio de problemas de optimización en dimensión infinita (técnicas de dualidad, reflexividad, teoremas de separación de Hahn-Banach, espacios Lp y de Sobolev, ecuaciones en derivadas parciales).
- Conocer los resultados básicos y técnicas de existencia de mínimo en problemas de dimensión infinita. Teoremas de tipo Weierstrass.
- Conocer las teorías de diferenciación de Gateaux, Hadamard y Fréchet, su relación entre ellas, así como sus resultados básicos de existencia y computación.
- Conocer la teoría de dualidad en problemas de optimización en espacios de dimensión infinita, la definición del problema dual asociado y los teoremas de dualidad débil y fuerte.
- Conocer los resultados básicos para la obtención de condiciones de optimalidad, en especial las reglas de multiplicadores de Lagrange (condiciones Karush-Kuhn-Tucker) para problemas con restricciones y las condiciones de cualificación más usuales para la verificación de las mismas.
- Conocer algunos de los modelos aplicados de optimización en espacios de Banach de mayor relevancia en Ingeniería y Ciencia, como los problemas con restricciones en ecuaciones diferenciales y problemas multiobjetivo.

Destrezas y habilidades

•Clasificar un problema de optimización, determinando su función objetivo, sus funciones de restricción y su conjunto factible en los espacios adecuados.
•Garantizar la existencia y unicidad de solución para un problema de optimización en espacios de Banach dado.
•Estudiar la diferenciabilidad, y en su caso calcular las derivadas de las funciones objetivo y de restricción de un problema de optimización en espacios de Banach.
•Entender el uso de las técnicas de análisis funcional en las demostraciones de existencia y obtención de condiciones de optimalidad para problemas de optimización en espacios de Banach.
•Formular el problema dual de un problema dado y determinar las condiciones de dualidad débil y fuerte.
•Verificar, y en su caso formular y analizar, las condiciones de Karush-Kuhn-Tucker (KKT) para un problema de optimización con restricciones.
•Modelar problemas aplicados de optimización en ingeniería y ciencia como un problema abstracto de optimización en espacios de Banach, en particular problemas con restricciones en ecuaciones diferenciales y multiobjetivo.

CONTENIDOS

Capítulo 0. Introducción a la Optimización de Funcionales.

•Presentación de la asignatura,
•Conceptos Básicos en Espacios Normados: Preliminares matemáticos y notaciones,
•Introducción a los problemas de optimización en espacios de Banach,
•Modelos concretos de optimización.

Capítulo 1. Extremos. Teoría de Existencia de Mínimos.

•Optimización de funcionales sobre conjuntos. Formulación del problema,
•Teoremas de existencia de solución del problema de optimización,
•Aplicación a problemas de aproximación.
•Aplicación a problemas de control óptimo.

Capítulo 2. Cálculo Diferencial en Espacios de Banach.

•Derivadas direccionales,
•Derivadas Gâteaux, Fréchet y de Hadamard,
•Subdiferenciales,

•Otras derivadas en análisis no regular (nonsmooth analysis). Teoría de Clarke y cuasidiferenciales.

Capítulo 3. Conos tangentes. Condiciones de optimalidad.

•Definición y propiedades de los conos tangentes,
•Condiciones de optimalidad mediante conos tangentes,
•Teorema de Lyusternik.

Capítulo 4. Reglas de multiplicadores de Lagrange.

•Optimización de funcionales con restricciones. Formulación del problema,
•Condiciones necesarias de optimalidad,
•Condiciones suficientes de optimalidad,
•Aplicaciones a problemas de control óptimo.

Capítulo 5. Teoría de Dualidad

•Dualidad en optimización de funcionales con restricciones. Formulación del problema,
•Teoremas de dualidad,
•Teoremas de punto de silla,
•Aplicaciones en problemas de aproximación.

METODOLOGÍA

La asignatura sigue la metodología de enseñanza a distancia de la UNED con virtualización y tutorización telemática por parte del equipo docente. 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 tiene las siguientes características:

•Está adaptada a las directrices del EEES.
•La asignatura no tiene clases presenciales. Los contenidos teóricos se imparten 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 realiza a través del curso virtual.
•Los estudiantes se pueden comunicar con los profesores del equipo docente a través de foros establecidos en el curso virtual y también por teléfono en los horarios y días señalados por cada uno de los profesores.

Metodología de estudio

La metodología del trabajo de la asignatura se basa en una planificación temporal de las

actividades siguiendo un cronograma de estudio que se publicará en el curso virtual de la asignatura a principios del curso.
El equipo docente, atendiendo a dicho cronograma, irá informando a través de los canales de comunicación del curso virtual (Tablón de noticias, foros de estudios, correo electrónico, etc) los contenidos del libro de texto (véase bibliografía básica) a estudiar, se irán colgando los distintos materiales adicionales de estudio (apuntes, vídeos, ejercicios, etc) y las distintas actividades de evaluación a realizar. Asimismo el equipo docente informará de cualquier novedad relativa a la asignatura a través del curso virtual.
Por tanto es esencial que el estudiante realice un seguimiento continuo del curso virtual, que es el principal canal de comunicación entre los estudiantes y el equipo docente, atendiendo a la información y recursos publicados en éste.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen	No hay prueba presencial

CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS

Requiere Presencialidad	No
Descripción	

DESCRIPCIÓN GENERAL EVALUACIÓN

La evaluación de la asignatura consiste fundamentalmente en la entrega de unas Pruebas de Capítulo y la realización de una prueba final de evaluación (Prueba Take-Home). Las dos actividades se entregarán a través del curso virtual de la asignatura y podrán realizarse tanto para la convocatoria ordinaria de febrero como para la convocatoria extraordinaria de septiembre. En caso de presentarse a la convocatoria de septiembre se recomienda ponerse en contacto con el Equipo Docente de la asignatura. Describimos a continuación la prueba final.

PRUEBA TAKE-HOME

Descripción

Consistirá en la realización de una prueba de tipo examen Take-Home con cuatro ejercicios teórico-prácticos cubriendo todo el temario de la asignatura. El alumno contará con un periodo de cuatro días para la realización de la prueba.

Fecha aproximada de realización

Convocatoria ordinaria: Última semena de enero - primera semana de febrero siguiendo el calendario establecido en el curso virtual de la asignatura. Convocatoria extraordinaria de septiembre: A lo largo de septiembre siguiendo el calendario establecido en el curso virtual de la asignatura.

Criterios de evaluación

Se valorará el rigor matemático y la calidad de la redacción.

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final	La prueba Take-Home se pondera con el 40 % de la nota y cada una de las tres PEC con el 20% (ver detalles más abajo).
Fecha aproximada de entrega	
Comentarios y observaciones	

PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC?	Si,PEC no presencial
Descripción	

PRUEBAS DE CAPÍTULO

Descripción

Como pruebas de evaluación continua, el Equipo Docente propondrá la realización de diversos ejercicios teórico-prácticos por cada capítulo atendiendo al cronograma de la asignatura. Serán en total 3 pruebas de capítulo.

Una vez finalizado el periodo de entrega de cada prueba, el Equipo Docente discutirá sus soluciones.

Puntuación: 60% de la nota final.

Fecha aproximada de realización

Convocatoria ordinaria: Los enunciados y fechas de entrega estarán disponibles al principio del curso, atendiendo al cronograma de la asignatura.

Convocatoria extraordinaria de septiembre: Las notas de la Pruebas de Capítulo se mantienen para la convocatoria de septiembre. Aquellos alumnos que no hayan entregado las pruebas deben ponerse en contacto con el Equipo Docente de la asignatura para la realización de una tarea similar alternativa.

Criterios de evaluación

Se valorará el rigor matemático, así como la calidad de la redacción y presentación de las pruebas.

Ponderación de la PEC en la nota final 60%

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s? No

Descripción

Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

La nota final sigue la fórmula

NOTA FINAL= 0.4*__NTH__+0.6*__NPC.__

NTH=Nota Prueba Take-Home, NPC=Nota Prueba de Capítulo.

La nota mínima para aprobar es de 5 puntos en la calificación final.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

El libro de texto de la asignatura es el siguiente
Título: Introduction to the Theory of Nonlinear Optimization
Autor: Johanes Jahn.
Editorial: Springer, Autor: Johanes Jahn.
Ediciones: 3ª edición (2007), 4ª edición (2020).
Los contenidos de las asignaturas siguen básicamente los capítulos de dicho libro, tanto la tercera edición (2007) como la cuarta edición (2020) son válidas para seguir la asignatura.
El equipo docente complementará los contenidos con materiales adicionales que se irán colgando en el curso virtual de la asignatura.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

A continuación señalamos otra bibliografía de interés en el estudio de la asignatura. En cuanto al estudio de problemas de optimización con una formulación abstracta en espacios normados destacamos las siguientes referencias:
Luenberger, D.G. (1997). Optimization by vector space methods, John Wiley &Sons,
*Jahn, J. (2009). Vector optimization. Berlin: Springe*r.
En cuanto a modelos aplicados en espacios de dimensión infinita siguiendo el enfoque de la asignatura destacamos las siguientes referencias:
Attouch, H., Buttazzo, G., Michaille, G. (2014). Variational analysis in Sobolev and BV spaces: applications to PDEs and optimization. Society for Industrial and Applied Mathematics.
Gerdts, M. (2011). Optimal control of ODEs and DAEs, Walter de Gruyter
Jahn, J. (2009). Vector optimization. Berlin: Springer.
Troltzsch, F. (2010). Optimal control of partial differential equations: theory, methods, and applications, vol. 112, American Mathematical Soc.

RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Fundamentalmente via el curso virtual se pueden publicar, en caso de que sea necesario, diversos materiales y actividades de apoyo al estudio como:
•Apuntes elaborados por el equipo docente para reforzar parte del contenido del texto base
•Conferencia online (individual o en grupo).
•Recursos electrónicos de distinta naturaleza.

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.