

# FACULTAD DE INGENIERÍA

## CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO



**Nombre de la materia:** MÉTODOS DE OPTIMIZACIÓN  
**Clave Facultad:**  
**Clave U.A.S.L.P.:**  
**No. de créditos:** 8  
**Horas/Clase/Semana:** 4  
**Horas totales/Semestre:** 64  
**Horas/Práctica (y/o Laboratorio):**  
**Prácticas complementarias:**  
**Trabajo extra-clase Horas/Semana:** 4  
**Carrera/Tipo de materia:** Posgrado en Ingeniería Mecánica  
Optativa común  
**No. de créditos aprobados:**  
**Fecha última de Revisión Curricular:** Marzo 2020  
**Materia y clave de la materia requisito:**

### JUSTIFICACIÓN DEL CURSO

Optimización es una herramienta matemática que fue originalmente desarrollada para encontrar las soluciones más eficientes y factibles a problemas de ingeniería. Debido al amplio y creciente uso de la optimización en la ciencia, la ingeniería, economía e industria, es esencial

para los estudiantes entender la teoría y el desarrollo de algoritmos de los principales métodos de optimización numérica, para poder seleccionarlos y utilizarlos en casos prácticos.

### OBJETIVO DEL CURSO

Proveer una introducción a las técnicas más relevantes de optimización aplicables a una gran variedad de problemas en ingeniería, como lo es el diseño y control de sistemas mecánicos.

Esto incluye el desarrollo e implementación de algoritmos para resolver problemas de optimización que se presentan muy comúnmente tanto en la ciencia como en la tecnología.

### CONTENIDO TEMÁTICO

#### 1. FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS 4 Hrs

Objetivo: Revisar temas a ser usados en análisis numérico.

- 1.1. Conceptos básicos y algebra vectorial.
- 1.2. Dependencia lineal. Problema de eigenvalores. Formas cuadráticas.
- 1.3. Matrices positivas definidas. Sets. Funciones.
- 1.4. Gradiente y Jacobiano. Hessiano. Evaluación numérica del gradiente y Hessiano.
- 1.5. Cálculo de matrices. Teorema de Taylor. Formulación de problemas de optimización.

#### 2. OPTIMIZACIÓN SIN RESTRICCIONES: FUNCIONES DE UNA SOLA VARIABLE 6 Hrs

Objetivo: Describir la formulación matemática de la optimización sin restricciones, su solución y los algoritmos existentes para problemas de una sola variable.

- 2.1. Formulación del problema. Clasificación de puntos óptimos.
- 2.2. Condiciones de Optimalidad. Convexidad.

- 2.3. Reducción de Intervalos. Método de Fibonacci. Método de la sección dorada.
- 2.4. Métodos polinómicos. Cero de una función.

#### 3. OPTIMIZACIÓN SIN RESTRICCIONES: FUNCIONES DE MÚLTIPLES VARIABLES 8 Hrs

Objetivo: Describir la formulación matemática de la optimización sin restricciones, su solución y los algoritmos existentes para problemas de múltiples variables.

- 3.1. Formulación del problema. Condiciones de Optimalidad. Convexidad.
- 3.2. Principios de optimización basada en el gradiente. Método de la dirección de máximo descenso.
- 3.3. Método del gradiente conjugado. Método de Newton.
- 3.4. Métodos Cuasi-Newton. Métodos de región de confianza. Mínimos cuadrados.

#### 4. OPTIMIZACIÓN CON RESTRICCIONES 12 Hrs

Objetivo: Describir la formulación matemática de la optimización con restricciones, su solución y los algoritmos existentes.

- 4.1. Principios. Formulación del problema. Condiciones de Optimalidad. Convexidad.
- 4.2. Programación Lineal (LP). Forma estándar. Método simplex. Análisis de post-optimal.
- 4.3. Programación No Lineal (NLP).
  - 4.3.1. Métodos indirectos:  
Método de la función de penalización exterior. Método de la función de penalización interior. Método del Lagrangiano aumentado.
  - 4.3.2. Métodos directos:  
Método de Direcciones Factibles. Método del Gradiente reducido generalizado (GRG). Programación lineal secuencial. (SLP). Programación cuadrática secuencial (SQP).

#### 5. PROGRAMACIÓN DISCRETA Y DE ENTEROS 6 Hrs

Objetivo: Describir la formulación matemática y algunos algoritmos existentes para la solución de problemas que envuelven el uso de variables discretas.

- 5.1. Programación de enteros (IP).
- 5.2. Enumeración implícita (IE).
- 5.3. Algoritmo de ramificaciones y límites (BB).
- 5.4. Modelaje y problemas clásicos. Transporte y redes.

#### 6. TEMAS SELECTOS Y APLICACIONES 28 Hrs

Objetivo: Introducir a los alumnos a tópicos avanzados de optimización y sus aplicaciones.

- 6.1. Metodología de Superficies de Respuesta.
- 6.2. Algoritmos genéticos (GA) y Aleatorios.
- 6.3. Optimización de múltiple objetivo. Frontera de Pareto y optimalidad.
- 6.4. Introducción a lógica difusa y redes neuronales
- 6.5. Principios de optimización estructural.
- 6.6. Diseño para seis sigma (incertidumbre en diseño).

### METODOLOGÍA

La metodología de esta materia se basa en:

1. Discusión de temas, desarrollo de actividades individuales y grupales.
2. Lecturas complementarias a los temas expuestos.
3. Análisis de conceptos teóricos.
4. Resolución y discusión de problemas.

### EVALUACIÓN

Tres exámenes parciales	70%	Total	100%
Tareas y proyectos	30%		

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

Arora, J.S., *Introduction to Optimum Design*, (4th Edition), Elsevier, 2017.

Vanderplaats, G.N., *Numerical optimization techniques for engineering design*. Vanderplaats Research and Development, Incorporated, 2001.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

Jorge N., Stephen J.W., *Numerical Optimization*, Springer Series in Operation Research, Springer-Verlag New York, 1999.

Scales L.E., *Introduction to Non-Linear Optimization*, Department of Computer Sciences, University of Liverpool, Macmillan, 1985.

Polack E., *Computational Methods in Optimization*, Academic Press, 1971.

Wolfe M.A., *Numerical Methods for Unconstrained Optimization, An Introduction*, Van Nostrand Reinhold, 1978.