

PROGRAMA DE CURSO OPTIMIZACIÓN

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ingeniería Eléctrica (DIE)					
Nombre del curso	Optimización	Código	EL4114	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Optimization</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	3	Trabajo personal	4
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	EL3104: Probabilidad y procesos estocásticos					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes modelen y formulen problemas de optimización en ingeniería para obtener soluciones óptimas, considerando restricciones técnicas, económicas, medioambientales, entre otras.

Para esto, utilizan metodologías de programación continua y entera, evaluando dichas metodologías en términos de su eficiencia para dar solución a problemas específicos de optimización e interpretando los resultados de la solución y las limitaciones de aplicarlas en situaciones reales.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Formular, analizar, simular y usar modelos físico-matemáticos que caractericen sistemas dinámicos y fuentes de incertidumbre.

CE2: Concebir y aplicar conocimientos de ciencias físicas y matemáticas para el desarrollo de soluciones tecnológicas a problemáticas de la Ingeniería Eléctrica y áreas afines.

CE5: Resolver problemas y optimizar soluciones en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica, utilizando conceptos, enfoques y metodologías apropiadas.

CG3: Compromiso ético

Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1, CE5	RA1: Formula y modela problemas de optimización en ingeniería para determinar soluciones óptimas, considerando restricciones de carácter técnico - económicas, y del entorno social y ambiental.
CE2	RA2: Utiliza metodologías de programación continua y entera, tales como método simplex, ramificación y acotamiento, entre otros, evaluando el desempeño de dichas metodologías en términos de su eficiencia para dar solución a problemas específicos de optimización.
	RA3: Interpreta y evalúa las soluciones obtenidas en problemas de optimización en ingeniería, considerando la factibilidad y limitaciones de aplicarlas en situaciones reales.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG3	RA4: Analiza el impacto de las soluciones obtenidas a problemas de optimización en ingeniería, considerando sus efectos en relación con el entorno social y ambiental.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA3, RA4	Modelación de problemas de optimización	2,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>1.1. Optimización en ingeniería, historia y descripción de sus distintas ramas.</p> <p>1.2. Ejemplos de modelación de problemas (programación lineal, programación entera y programación no-lineal con o sin restricciones):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planificación y operación de sistemas eléctricos. • Control óptimo. • Análisis de estabilidad. • Posicionamiento de sensores. • Planificación de redes de telecomunicación. • Ruteo y planificación de tareas en robótica, entre otros. • Problemas de decisión, considerando componentes sociales y ambientales <p>1.3. Obtención de soluciones a problemas de optimización, mediante el uso de técnicas gráficas y herramientas computacionales.</p> <p>1.4. Conceptos básicos: existencia, unicidad, transformaciones y equivalencias.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analiza la importancia de la optimización dentro de la ingeniería, considerando su evolución en el contexto histórico y las diferentes ramas que la componen. 2. Modela problemas de optimización, con énfasis en la ingeniería eléctrica, considerando restricciones técnicas, económicas y del entorno social y ambiental. 3. Resuelve problemas simples de programación lineal, entera y no-lineal con o sin restricciones, con y sin el uso de herramientas computacionales. 4. Obtiene soluciones a problemas simples de optimización, mediante el uso de técnicas gráficas y/o herramientas computacionales. 5. Identifica y analiza conceptos como existencia, unicidad, transformaciones y equivalencias, los que describe en cuanto a su función e importancia para la optimización. 	
Bibliografía de la unidad		(1, capítulo 1). (3, capítulos 1, 2, 3 y 4).	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2, RA3	Programación lineal	2,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>2.1. Geometría de poliedros: politopos, poliedros, puntos extremos, caras y facetas.</p> <p>2.2. Método simplex: desarrollo analítico e interpretación gráfica.</p> <p>2.3. Problema dual: planteamiento y propiedades con respecto al primal. Interpretación económica.</p> <p>2.4. Nociones de análisis post-optimal (variación del lado derecho, variación de los costos, agregar columna/fila).</p> <p>2.5. Aplicaciones en casos reales de la ingeniería eléctrica y otras disciplinas, considerando la componente social y medioambiental.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> Utiliza elementos geométricos para caracterizar un problema de optimización. Usa el método simplex, considerando iteraciones posibles para encontrar una solución de optimización. Plantea el equivalente dual de un problema específico, aplicando sus propiedades con respecto al primal. Analiza la solución de variables primales y duales (post – optimal), considerando los aspectos económicos asociados a estos resultados. Resuelve problemas básicos de ingeniería eléctrica y de otras disciplinas de la ingeniería, asociados a producción, flujo y transporte, entre otros, utilizando metodologías de programación lineal. 	
Bibliografía de la unidad		(1, capítulos 2, 3, 4, 5). (3, capítulo 2).	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1, RA2, RA3	Programación lineal entera	2,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. Formulación de problemas de optimización lineal entera. 3.2. Modelación con variables binarias. 3.3. Modelación de relaciones entre variables. 3.4. Funciones no lineales y restricciones disyuntivas. 3.5. Complejidad computacional de los problemas. 3.6. Aplicaciones en casos reales de la ingeniería eléctrica y otras disciplinas, considerando la componente social y medioambiental.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> 1. Formula un problema de optimización lineal entera, considerando variables y restricciones, entre otros. 2. Modela un problema de optimización en ingeniería, utilizando variables binarias. 3. Utiliza funciones no lineales para un problema de optimización, considerando restricciones disyuntivas (restricciones de M grande). 4. Modela distintas variables enteras y continuas y las relaciones entre ellas en la forma de restricciones. 5. Determina la complejidad computacional que presentan los problemas a optimizar, considerando el tipo de problema, las restricciones a las que está sujeto, entre otros. 6. Analiza las soluciones obtenidas de los problemas a optimizar, considerando las restricciones de estas cuando se aplican a situaciones reales. 	
Bibliografía de la unidad		(1, capítulo 10). (3, capítulo 3).	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA2, RA4	Programación entera	2,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1. Cortes y métodos de planos cortantes. 4.2. Método de ramificación y acotamiento (Branch and Bound). 4.3. Aplicaciones en casos reales de la ingeniería eléctrica y otras disciplinas, considerando la componente social y medioambiental.		El/la estudiante: 1. Resuelve problemas de optimización de programación entera, utilizando métodos de planos cortantes y métodos de ramificación y acotamiento. 2. Analiza las soluciones obtenidas en problemas de optimización de programación entera, considerando su eficacia y el impacto al momento de aplicarlas en situaciones reales.	
Bibliografía de la unidad		(1, capítulo 11). (3, capítulo 3).	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA2, RA3, RA4	Elementos de optimización continua	2,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1. Convexidad. 5.2. Condiciones de optimalidad Karush-Kuhn-Tucker (KKT). 5.3. Calificación de restricciones. 5.4. Algoritmos básicos de optimización continua. 5.5. Aplicaciones en casos reales de la ingeniería eléctrica y otras disciplinas, considerando la componente social y medioambiental.		El/la estudiante: 1. Define si el conjunto de restricciones de un problema de optimización es convexo, según la naturaleza de este. 2. Determina condiciones de optimalidad Karush-Kuhn-Tucker (KKT), para resolver problemas de optimización en el contexto de la ingeniería. 3. Califica las restricciones de un problema, considerando el tipo de problema a optimizar y su aplicabilidad. 4. Resuelve problemas de optimización continua, utilizando algoritmos básicos de optimización continua. 5. Interpreta y evalúa las soluciones obtenidas a problemas de optimización, considerando las limitaciones de su aplicabilidad en situaciones reales. 6. Analiza el impacto de las soluciones propuestas considerando sus efectos en el entorno social y ambiental.	

Bibliografía de la unidad	(2, capítulos 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11). (3, capítulos 4 y 5).
---------------------------	--

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
6	RA2, RA3, RA4	Tópicos avanzados de optimización	2,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
6.1. Problemas lineales de gran tamaño y descomposiciones. 6.2. Programación dinámica: optimalidad, noción de estado, ecuación funcional (principio de Bellman). 6.3. Optimización estocástica. 6.4. Control óptimo. 6.5. Análisis de limitaciones de métodos analíticos y alternativas basadas en inteligencia computacional y heurística. 6.6. Análisis reflexivo de resultados de la optimización, considerando entre otros aspectos la componente social y ambiental.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> 1. Plantea y resuelve problemas lineales de gran tamaño, aplicando descomposiciones. 2. Aplica conceptos de optimización estocástica para resolver problemas bajo incertidumbre. 3. Resuelve problemas de programación dinámica, considerando el principio de Bellman. 4. Plantea y resuelve problemas de control óptimo en el contexto de la ingeniería eléctrica y sus aplicaciones. 5. Analiza las soluciones a los problemas de optimización de ingeniería, considerando factibilidad, limitaciones de su aplicabilidad en situaciones reales, así como sus efectos sobre el entorno social y ambiental. 	
Bibliografía de la unidad		(1, capítulo 6). (3, capítulo 6). (4, capítulos 2, 3, 5, 6 y 7).	

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

<p>El curso considera las siguientes estrategias de enseñanza – aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clases expositivas. • Resolución de problemas.
--

F. Estrategias de evaluación:

La propuesta de evaluación considera:

Tipo de evaluación	Resultados de aprendizaje que evalúa
• Controles (2):	Control 1 evalúa RA1 y RA2 Control 2 evalúa RA2
• Tareas computacionales (2)	Evalúan RA1, RA2, RA3, RA4
• Examen	Evalúa los RA1, RA2, RA3

Al inicio de cada semestre, el cuerpo académico informará sobre los tipos de evaluación, la cantidad y las ponderaciones correspondientes.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

- [1] Bertsimas, D., & Tsitsiklis, J. N. (1997). Introduction to linear optimization, Athena Scientific.
 [2] Boyd S. y Vandenberghe L. (2004) Convex Optimization, Cambridge University Press edición.
 [3] Sioshansi, R., & Conejo, A. J. (2017). Optimization in Engineering: Models and Algorithms. Springer.

Bibliografía complementaria:

- [4] Conejo, A. J., Castillo, E., Miguez, R., & Garcia-Bertrand, R. (2006). Decomposition Techniques in Mathematical Programming: Engineering and Science Applications. Springer Science & Business Media.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Otoño, 2022
Elaborado por:	Rodrigo Moreno
Validado por:	Validación CTD ampliado de Eléctrica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular