

	PROGRAMA OFICIAL DE CURSO (Pregrado y Posgrado)
	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

1. INFORMACIÓN GENERAL		
Nombre del curso: Técnicas de Optimización		
Programa académico al que pertenece: Ingeniería de Telecomunicaciones		
Unidad académica: Departamento de Ingeniería Electrónica		
Programa(s) académico(s) en los cuales se ofrece el curso: Ingeniería de Telecomunicaciones, Ingeniería Electrónica		
Vigencia: 2023	Código curso:	2535755 (Modalidad presencial) 2569755 (Modalidad Virtual)
Tipo de curso: Obligatorio en Ingeniería de Telecomunicaciones y <i>Electivo en Ingeniería Electrónica</i>		Tipo de curso: Profesional En caso de elegir "Otro", indique cuál.
Características del curso: Validable ☐ Habilitable ☒ Clasificable ☐ Evaluación de suficiencia (posgrado) ☐		
Modalidad educativa del curso: Presencial En caso de elegir "Otra", indique cuál.		
Nombre del área, núcleo o componente de la organización curricular a la que pertenece el curso:		
Prerrequisitos: 2535330 – Probabilidad y Estadística 2547420 – Métodos Numéricos		
Correquisitos: NINGUNO.		
Número de créditos académicos (Acuerdo Académico 576 de marzo de 2021): ¹ 3		
Horas totales de interacción estudiante-profesor: ² 64	Horas totales de trabajo independiente: 128	
Horas totales del curso: 192		
Horas totales de actividades académicas teóricas: ³ 64	Horas totales de actividades académicas prácticas: 0	

¹ La política de créditos de la Universidad de Antioquia se puede consultar en el siguiente enlace: <https://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/docencia>

² Verificar que la sumatoria de las horas de interacción estudiante-profesor, más las horas de trabajo independiente divididas por 48, sea igual al número de créditos del curso.

³ El total de horas totales de actividades académicas teóricas, prácticas y teórico-prácticas serán iguales a las horas totales de interacción estudiante-profesor

2. RELACIONES CON EL PERFIL

Describir el propósito del curso en relación con los perfiles del programa académico. Aquí se puede enunciar el perfil que se tiene declarado y plantear los aportes que hace el espacio de formación.

Descripción general:

En atención a los perfiles presentados en el Proyecto Educativo del Programa (PEP), para los programas de Ingeniería de Telecomunicaciones e Ingeniería Electrónica, el curso de Técnicas de Optimización permite:

Para el Perfil de Ingeniero de Telecomunicaciones:

- Capacitar al estudiante en la formulación de problemas de optimización de manera formal interpretando la información que proviene del entorno de análisis.
- Proporcionar al estudiante las herramientas que le permitan identificar la complejidad de un problema de optimización.
- Teniendo en cuenta la complejidad del mismo, proporcionar al estudiante las herramientas para elegir la mejor técnica para resolver el problema.
- Familiarizarse con problemas de optimización en el ámbito de la ingeniería de telecomunicaciones (diseño y gestión de redes de comunicaciones).

Para el Perfil de Ingeniero Electrónico:

- Capacitar al estudiante en la formulación de problemas de optimización de manera formal interpretando la información que proviene del entorno de análisis.
- Proporcionar al estudiante las herramientas que le permitan identificar la complejidad de un problema de optimización.
- Teniendo en cuenta la complejidad del mismo, proporcionar al estudiante las herramientas para elegir la mejor técnica para resolver el problema.
- Familiarizarse con problemas de optimización en el ámbito de la ingeniería electrónica (problemas de control).

3. INTENCIONALIDADES FORMATIVAS

Explicitar los elementos orientadores del curso de acuerdo con el diseño curricular del programa académico: problemas de formación, propósitos de formación, objetivos, capacidades, competencias u otros. Se escoge una o varias de las anteriores posibilidades de acuerdo con las formas de organización curricular del programa académico, que se declaran en el Proyecto Educativo de Programa.

Resultados de Aprendizaje: Los siguientes son los resultados de aprendizaje definidos en la Facultad y específicamente en el programa de Ingeniería de Telecomunicaciones a los que el curso impacta:

- Capacidad para identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería aplicando los principios de la ingeniería, las ciencias y las matemáticas (an ability to identify, formulate, and solve complex engineering problems by applying principles of engineering, science, and mathematics).
- Capacidad de aplicar el diseño técnico para producir soluciones que satisfagan necesidades específicas teniendo en cuenta la salud, la seguridad y el bienestar públicos, así como factores globales, culturales, sociales, medioambientales y económicos (an ability to apply engineering design to produce solutions that meet specified needs with consideration of public health, safety, and welfare, as well as global, cultural,

social, environmental, and economic factors).

- Capacidad para comunicarse eficazmente con distintos públicos (an ability to communicate effectively with a range of audiences).
- Capacidad para trabajar eficazmente en un equipo cuyos miembros juntos ejercen el liderazgo, crean un entorno colaborativo e integrador, establecen metas, planifican tareas y cumplen objetivos (an ability to function effectively on a team whose members together provide leadership, create a collaborative and inclusive environment, establish goals, plan tasks, and meet objectives).
- Capacidad para desarrollar y llevar a cabo experimentos apropiados, analizar e interpretar datos y utilizar el juicio técnico para extraer conclusiones (an ability to develop and conduct appropriate experimentation, analyze and interpret data, and use engineering judgment to draw conclusions).
- Capacidad para adquirir y aplicar nuevos conocimientos en función de las necesidades, utilizando estrategias de aprendizaje adecuadas (an ability to acquire and apply new knowledge as needed, using appropriate learning strategies).

Objetivo general:

Solucionar problemas pertinentes de ingeniería de telecomunicaciones (y electrónica) basados en técnicas optimización, mediante el estudio teórico y el desarrollo de aplicaciones prácticas.

Objetivos específicos:

- Modelar diversas situaciones reales, para ser expresadas en modelos matemáticos.
- Identificar si la complejidad de un problema (lineal o no lineal, si es P o NP completo)
- Encontrar puntos de operación o trabajo que se ajusten a requerimientos de diseño de diversa índole.
- Predecir el comportamiento de sistemas basado en modelos o antecedentes, con el objeto de minimizar o maximizar variables.

4. APORTES DEL CURSO A LA FORMACIÓN INTEGRAL Y A LA FORMACIÓN EN INVESTIGACIÓN

Describir cómo el curso hace aportes a la formación integral (racionalidades ética, política, estética y lógica) y a la formación en investigación desde las intencionalidades formativas y el abordaje de los conocimientos y/o saberes.

En atención a la concepción de formación integral expuesta en el PEI, el curso genera capacidades y aprendizajes que pueden ser contemplados de la siguiente manera:

Formación Integral:

- El curso promueve la racionalidad ética en el quehacer del ingeniero y sus aplicaciones responsables
- Refuerza la racionalidad política mediante el estudio de las aplicaciones de la Ingeniería de Telecomunicaciones y su impacto en la tecnología y la sociedad.
- Fomenta la racionalidad lógica a través del análisis y síntesis de problemas básicos de sistemas de telecomunicaciones

5. DESCRIPCIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS Y/O SABERES

Explicitar los ejes problemáticos, saberes, proyectos, contenidos o temas que se abordan en el desarrollo del curso. Se escoge una o varias de las posibilidades de acuerdo con las formas de organización curricular del programa académico.

Contenido del curso: A continuación, se muestra el tema tratado en cada semana de clase

1. Optimización Lineal y aplicaciones: una aproximación básica
 - a. Introducción a la programación lineal entera y no entera.
 - b. Modelado y formulación de problemas de programación lineal.
 - c. Método SIMPLEX y branch and bound.
 - d. Dualidad en Programación Lineal.
 - e. Introducción a la teoría de grafos.
 - f. Flujo en redes y problemas lineales de optimización
2. Complejidad y metaheurísticas: una aproximación básica.
 - a. Complejidad algorítmica: Problemas P, NP y NP-Complejos
 - b. Algoritmos heurísticos (Técnicas Greedy y programación dinámica)
 - c. Algoritmos aproximativos
 - d. Metaheurísticas
 - i. Basadas en solución única:
 1. Local Search
 2. Simulated Annealing
 3. Tabú Search
 - ii. Basadas en poblaciones de soluciones
 1. Colonia de hormigas
 2. Particle Swarm Optimization
 - e. Criterios de convergencia.
 - f. Ejemplos y aplicaciones.
3. Optimización convexa: una aproximación básica
 - a. Repaso conceptos fundamentales de álgebra lineal
 - i. Conjuntos convexos: polítopos, conos y poliedros.
 - ii. Funciones convexas.
 - iii. Operaciones que preservan la convexidad.
 - iv. Problemas y ejemplos de optimización convexa.
 - v. Dualidad: multiplicadores de Lagrange, condiciones de Slater y Karush – Kuhn – Tucker.
 - vi. Aplicaciones de la optimización convexa.

6. METODOLOGÍA⁴

Explicitar algunos de los siguientes asuntos:

Estrategias didácticas: Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) ☒ Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) ☒
 Aprendizaje invertido ☐ Aprendizaje Basado en Retos (ABR) ☐ Estudio de caso ☐ Aprendizaje entre pares ☐
 Clase magistral ☒ Salida de campo ☐ Taller ☒ Otra(as), ¿cuál(es)? ☐ Escriba el nombre de la estrategia.

Describe brevemente la metodología (s) utilizada (s).

La propuesta del curso se fundamenta en una metodología participativa, que permite contrastar hechos, experiencias y teorías y favorece el desarrollo de acciones fundamentadas en perspectivas críticas y razonadas sobre diferentes contextos sociales, culturales, políticos, entre otros. Con lo anterior se contribuirá a la misión transversal de la Universidad de formar sujetos políticamente responsables.

A la par, el abordaje de las intencionalidades formativas se fundamentará en el *Aprendizaje Basado en Problemas* para el análisis de problemas-casos, que abordan situaciones concretas de la vida universitaria y en sociedad. Además, para el cumplimiento de las intencionalidades formativas, se desarrollan *talleres*, como espacios para el hacer y la construcción de conocimiento colectivo.

Medios y recursos didácticos: alineado con el enfoque basado en problemas de Ingeniería de Telecomunicaciones

⁴ Para efectos de la preparación y desarrollo de las clases, se sugiere considerar el cuadro anexo de planeación didáctica que acompaña este formato.

y los enfoques basados en resultados de aprendizaje para la asignatura, se adoptan diferentes estrategias metodológicas de enseñanza activa y experiencial que se reflejan en las siguientes actividades de aprendizaje:

- Con el fin de que el estudiante adquiriera la conceptualización básica y la capacidad de razonamiento lógico, se realizan talleres con ejercicios matemáticos de aplicaciones en Telecomunicaciones y de escritura en espacios de discusión dentro del foro del curso.
- Se trabajará en proyectos guiados para la aplicación de los conceptos teórico-prácticos de la asignatura, a partir de la implementación de actividades de diseño de una transmisión de información usando protocolos y corrección de errores vistos en sesiones magistrales
- Se utilizan recursos informáticos (Google Collab y Jupyter Notebooks) para la ejecución de las técnicas de optimización que se detallan a lo largo del curso.

Formas de interacción en los ambientes de aprendizaje y de acompañamiento del trabajo independiente del estudiante: las actividades de interacción entre profesores/as y estudiantes se fundamentarán en el abordaje, el análisis y la reflexión sobre los ejes conceptuales del curso. Esto será enriquecido con el ABP, el desarrollo de talleres y los estudios de caso.

En cuanto a las actividades relacionadas con el estudio y la práctica independientes, los estudiantes realizarán lecturas, trabajos por equipo, revisión de notas de clase y preparación de talleres y evaluaciones.

Estrategias de internacionalización del currículo que se desarrollan para cumplir con las intencionalidades formativas del microcurrículo: La asignatura promueve el Aprendizaje Integrado de Contenidos y Lenguas Extranjeras (AICLE; en inglés Content and Language Integrated Learning, CLIL), a través de la difusión de noticias o tendencias en el ámbito de las telecomunicaciones en idioma inglés.

Estrategias para abordar o visibilizar la diversidad desde la perspectiva de género, el enfoque diferencial o el enfoque intercultural: dada la naturaleza del curso, se van a privilegiar actividades que favorezcan la equidad y el respeto por la diferencia en los múltiples ambientes de enseñanza y aprendizaje.

7. EVALUACIÓN⁵

Explicitar los siguientes asuntos:

Concepción de evaluación, modalidades (auto, co, hetero evaluación y evaluación entre pares) y estrategias a través de las cuales se va a orientar.

El curso está fundamentado en una concepción de evaluación formativa (retroalimentación continua a través de los talleres) y procesual (seguimiento constante del proceso de aprendizaje a lo largo del tiempo). Para alcanzar este objetivo la asignatura plantea alrededor de 6 actividades de seguimiento (2 quices y cuatro actividades grupales por fuera de clase) que se llevan a cabo de manera tanto individual como grupal. Adicionalmente se llevan a cabo 2 evaluaciones teóricas y un proyecto final que se realiza de manera grupal. En el proceso descrito la heteroevaluación (profesor valora el proceso de apropiación del objeto de conocimiento por parte del estudiante), será la modalidad de evaluación a implementar.

Procesos y resultados de aprendizaje del Programa Académico que se abordan en el curso (según el Acuerdo Académico 583 de 2021 y la Política Institucional).⁶

Estos dependerán de las declaraciones hechas en cada uno de los programas académicos. En este caso, no se

⁵ De acuerdo con el Artículo 79 del Reglamento Estudiantil de Pregrado: "La evaluación debe ser un proceso continuo que busque no sólo apreciar las aptitudes, actitudes, conocimientos y destrezas del estudiante frente a un determinado programa académico, sino también lograr un seguimiento permanente que permita establecer el cumplimiento de los objetivos educativos propuestos"; además, en el Artículo 94 se indica que en todos los cursos se deben realizar dos o tres evaluaciones para cumplir con las intencionalidades formativas del microcurrículo; finalmente, los artículos 95 y 96 señalan que, para el desarrollo de evaluaciones parciales o finales, se pueden incluir trabajos de investigación como formas de valoración de los aprendizajes. Por su parte, en el Artículo 24 del Capítulo V del Reglamento General de Posgrados se plantea que las evaluaciones de rendimiento académico se aplicarán en todas las actividades académicas de los programas de posgrado mediante un proceso integral y transparente que permita el seguimiento al desempeño del estudiante.

⁶ La Política de Procesos y Resultados de Aprendizaje de la Universidad de Antioquia se puede consultar en el siguiente enlace: <https://bit.ly/3S47HDV>

construyen de forma aislada, sino que los abordajes del curso Introducción a la Ingeniería de Telecomunicaciones estarán integrados a las apuestas mesocurriculares construidas por los comités de programa. En particular, los resultados de aprendizaje propios del programa y articulados en la asignatura son:

- Identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería de telecomunicaciones aplicando metodologías reconocidas en el campo disciplinar.
- Diseñar soluciones en el campo de la Ingeniería de Telecomunicaciones, con criterios de responsabilidad social y ambiental, y cumpliendo con los estándares y la normatividad vigente.
- Participar efectivamente en equipos de desarrollo de soluciones a problemas de manera sistémica con criterios éticos, críticos y creativos, teniendo en cuenta el entorno social.

Momentos de la evaluación del curso y sus respectivos porcentajes.⁷

Momentos de evaluación	Porcentajes
Seguimiento	25%
Evaluación 1 (Primer examen parcial)	25%
Evaluación 2 (Segundo examen parcial)	25%
Proyecto Final	25%

8. BIBLIOGRAFÍA Y OTRAS FUENTES

Incluir solo la bibliografía que se requiere para el desarrollo del curso; además, presentar los textos en otras lenguas o traducciones que se trabajan en clase, en atención a las culturas o zonas geográficas de las que estos provienen.

Cultura o zona geográfica	Bibliografía	Palabras claves
USA	David G. Luenberger y Yinyu Ye. Linear and nonlinear programming, 3rd edition. Editorial Springer.	Optimization
USA	Stephen Boyd y Lieven Vandenberghe. Convex optimization. Editorial Cambridge University Press. Disponible en: http://www.stanford.edu/~boyd/cvxbook/bv_cvxbook.pdf	Optimization
USA	Rardin, Ronald L. Optimization in operations research. Vol. 166. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1998.	Optimization
USA	Talbi, El-Ghazali. Metaheuristics: from design to implementation. Vol. 74. John Wiley & Sons, 2009.	Metaheuristics
USA	Leiserson, Charles E., Ronald L. Rivest, and Clifford Stein. Introduction to algorithms. Ed. Thomas H. Cormen. The MIT press, 2009.	Algorithms, Complexity

9. COMUNIDAD ACADÉMICA QUE PARTICIPÓ EN LA ELABORACIÓN DEL MICROCURRÍCULO

⁷ Para programas de pregrado, de conformidad con el Artículo 78 del Reglamento Estudiantil de Pregrado, cuando las faltas de asistencia registradas superen el 20 % de las actividades académicas programadas y definidas como obligatorias, el docente encargado del curso reportará "cancelado por faltas", lo que, para efectos del promedio crédito, equivaldrá a una calificación de cero, cero (0.0). Los cursos cancelados por faltas no serán habilitables. Para programas de posgrados, de conformidad con el Artículo 30 del Acuerdo Superior 432 de 2014, cuando un estudiante supere el 30 % de las faltas de asistencia en un curso, sin causa justificable legalmente, reprobará por inasistencia y se calificará con una nota de cero, cero (0.0).

Nombres y apellidos	Unidad académica	Formación académica	Porcentaje de participación
Juan Felipe Botero	Departamento Ing. Electrónica	Doctorado	100%

10. APROBACIÓN DEL CONSEJO DE UNIDAD ACADÉMICA

Aprobado en Acta número del [Haga clic aquí o pulse para escribir una fecha.](#)

**Nombre completo del Secretario
del Consejo de la Unidad
Académica**

Firma

Cargo