



## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Matemáticas avanzadas para la inteligencia artificial
<b>Clave de la asignatura:</b>	IAC-2419
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	2-2-4
<b>Carrera:</b>	Ingeniería en Inteligencia Artificial

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

"Matemáticas Avanzadas para la Ingeniería en Inteligencia Artificial" es una asignatura clave para los estudiantes de quinto semestre, diseñada para proporcionar un fundamento matemático robusto que es esencial para comprender y desarrollar algoritmos avanzados de IA. El curso se centra en optimización convexa y sistemas dinámicos lineales, que son vitales para el análisis y modelado de datos, la optimización de algoritmos, y el manejo de estructuras de datos complejas en inteligencia artificial.

Funcionando como un puente entre la teoría matemática y sus aplicaciones prácticas, este curso prepara a los estudiantes para enfrentar desafíos avanzados en áreas como aprendizaje profundo, visión por computadora y procesamiento del lenguaje natural. Las competencias desarrolladas durante el curso muestran a los estudiantes cómo abordar con confianza materias más avanzadas en análisis predictivo, ciencia de datos y diseño de algoritmos, subrayando la importancia crucial de las matemáticas avanzadas en la innovación tecnológica y su aplicación práctica en la IA.

Mediante un enfoque práctico, la asignatura fomenta la aplicación de conocimientos matemáticos en proyectos reales de IA. Se pone énfasis en una comprensión detallada y práctica de las matemáticas avanzadas para la resolución efectiva de problemas complejos de inteligencia artificial, asegurando que los estudiantes no solo dominen la teoría, sino que también desarrollen habilidades analíticas y prácticas esenciales para su futuro profesional en el ámbito de la inteligencia artificial.

### Intención didáctica

La intención didáctica de "Matemáticas Avanzadas para la Ingeniería en Inteligencia Artificial" es profundizar la comprensión y aplicación práctica de conceptos matemáticos avanzados en problemas específicos de IA. El curso combina rigurosidad teórica con aplicaciones prácticas, permitiendo a los estudiantes no solo entender teorías matemáticas complejas sino también aplicarlas para resolver problemas de optimización, análisis de estructuras de datos y modelado predictivo.

En la unidad de Optimización Convexa, los estudiantes aplicarán métodos matemáticos para mejorar algoritmos y sistemas, lo que requiere una comprensión inicial y luego un análisis profundo

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



de situaciones prácticas. En los Sistemas Dinámicos Lineales, explorarán la formulación y solución de modelos matemáticos que representan sistemas reales, abordando la teoría y su implementación práctica. La unidad sobre Estabilidad de Sistemas Dinámicos Lineales desafía a los estudiantes a evaluar y asegurar la fiabilidad de los modelos de IA, mientras que en la Introducción al Control Inteligente de Sistemas Lineales, se fomenta la innovación en el diseño y ajuste de controles inteligentes para aplicaciones de ingeniería.

El docente facilitará el aprendizaje actuando como guía y promotor de un ambiente que estimula la curiosidad, el debate crítico y la aplicación práctica de conceptos matemáticos en proyectos reales de IA. Se incentiva el uso de herramientas matemáticas y computacionales avanzadas, cultivando habilidades analíticas, de resolución de problemas y colaborativas.

Este enfoque educativo está diseñado para preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos actuales y futuros en la IA, equipándolos con conocimientos técnicos detallados y una mentalidad crítica y adaptable. El objetivo es formar profesionales capaces de impulsar significativamente el avance y la implementación efectiva de la inteligencia artificial en diversos contextos.

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Tecnológico Nacional de México del 4 al 06 de marzo del 2024.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Celaya, Chihuahua, Iztapalapa III, La Paz, Matehuala, Mérida, Minatitlán, Querétaro, Saltillo, Tijuana. Institutos Tecnológico Superior de Teziutlán. Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca.	Propuesta sintética de la carrera de Ingeniería en Inteligencia Artificial.
Tecnológico Nacional de México del 22 al 26 de abril del 2024	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Celaya, Chihuahua, Iztapalapa III, La Paz, Matehuala, Mérida, Minatitlán, Querétaro, Saltillo, Tijuana. Institutos Tecnológico Superior de Teziutlán, Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca.	Diseño y/o desarrollo curricular de la carrera de Ingeniería en Inteligencia Artificial.
Tecnológico Nacional de México del 27 al 31 de mayo del 2024.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Celaya, La Paz, Matehuala, Mérida, Minatitlán.	Consolidación curricular de la carrera de Ingeniería en Inteligencia Artificial.



#### 4. Competencia(s) a desarrollar

##### Competencia(s) específica(s) de la asignatura

El curso "Matemáticas Avanzadas para la Ingeniería en Inteligencia Artificial" está diseñado para dotar a los estudiantes de Ingeniería en Inteligencia Artificial con un conjunto de habilidades y conocimientos esenciales para aplicar conceptos matemáticos avanzados en contextos de IA. Al concluir este curso, los estudiantes serán capaces de:

- Desarrolla y mejora algoritmos de aprendizaje automático mediante la optimización de funciones de coste.
- Comprende y aplica la convexidad para mejorar la eficiencia y efectividad de los algoritmos en contextos de IA.
- Utiliza el análisis de sistemas dinámicos lineales para el diseño de sistemas de control automático.
- Evalúa la estabilidad y comportamiento de sistemas lineales y redes neuronales, aplicando estos conocimientos al diseño y la estabilidad operativa de tales sistemas.
- Evalúa críticamente la selección y aplicación de herramientas matemáticas en proyectos de IA.
- Destacar la importancia de una base matemática sólida para el desarrollo de algoritmos eficientes y robustos.
- Comprende los principios básicos de control inteligente y su aplicación en sistemas lineales.
- Aplica técnicas avanzadas de control para mejorar la funcionalidad y la respuesta de sistemas automatizados y robóticos en IA.
- Estas competencias aseguran que los estudiantes no solo adquieran una base teórica robusta en matemáticas avanzadas, sino que también sean capaces de aplicar estos conocimientos de manera práctica en el desarrollo, análisis y mejora de sistemas de inteligencia artificial. Este enfoque prepara a los estudiantes para enfrentar con confianza los desafíos técnicos en IA, fomentando la innovación y el avance en el campo.

#### 5. Competencias previas

Para el curso de "Matemáticas Avanzadas para la Ingeniería en Inteligencia Artificial", es fundamental que los estudiantes posean una base sólida en ciertos conocimientos y habilidades que facilitarán un aprendizaje efectivo:

- Álgebra Lineal Básica: Entendimiento de matrices, vectores y operaciones básicas, esencial para abordar temas más complejos.
- Cálculo Diferencial e Integral: Conocimientos esenciales para técnicas avanzadas de optimización y análisis de sistemas dinámicos.
- Programación y Software Matemático: Habilidades para simular y analizar modelos matemáticos complejos.
- Resolución de Problemas: Capacidad para aplicar teoría matemática avanzada en desafíos prácticos de IA.
- Razonamiento Lógico y Pensamiento Crítico: Cruciales para entender conceptos abstractos y aplicar técnicas matemáticas de manera efectiva.



- Trabajo en Equipo y Comunicación: Experiencia vital para la colaboración en proyectos interdisciplinarios de IA.
- Estas competencias son clave para que los estudiantes aprovechen al máximo el curso, aplicando los conceptos matemáticos de manera efectiva en la inteligencia artificial y preparándose para los retos profesionales en un campo en constante evolución.

## 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Optimización convexa	1.1. Fundamentos de optimización convexa. 1.2. Métodos de gradiente. 1.3. Programación lineal y cuadrática. 1.4. Algoritmos de punto interior.
2	Sistemas dinámicos lineales	2.1. Definición de un sistema dinámico lineal 2.2. Propiedades básicas de los sistemas dinámicos lineales. 2.3. Modelado básico de sistemas dinámicos lineales 2.4. Solución de sistema dinámicos de ecuaciones diferenciales lineales 2.5. Obtención de la matriz fundamental A
3	Estabilidad de sistemas dinámicos lineales	3.1. Análisis de Estabilidad para Sistemas dinámicos lineales. 3.2. Estabilidad en sistemas de ecuaciones diferenciales lineales. 3.3. Estabilidad de una simple red neuronal 3.4. Estabilidad de un red neuronal multicapa con método de aprendizaje por propagación hacia atrás.
4	Introducción al control inteligente de sistemas lineales	4.1. Conceptos básicos de control inteligente. 4.2. Aplicaciones en IA y robótica. 4.3. Técnicas de Estabilización usando redes neuronales.



## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Optimización convexa	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específicas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Comprende los fundamentos teóricos de la optimización convexa, incluyendo definiciones, propiedades, y teoremas fundamentales que rigen los problemas convexos.</li> <li>● Aplica técnicas de optimización convexa para el diseño y mejora de algoritmos en IA, resolviendo problemas de minimización y maximización con restricciones.</li> <li>● Analiza la eficiencia de diferentes algoritmos de optimización convexa, evaluando su complejidad computacional y aplicabilidad en diversos escenarios de IA.</li> <li>● Desarrolla habilidades para modelar problemas de IA como problemas de optimización convexa, identificando las variables, restricciones y funciones objetivo adecuadas.</li> </ul> <p><i>Genéricas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Fomenta el pensamiento crítico y analítico para la selección y aplicación efectiva de métodos de optimización convexa en problemas complejos de IA.</li> <li>● Promueve el trabajo en equipo y la colaboración interdisciplinaria en el desarrollo de proyectos de IA que requieran soluciones de optimización.</li> <li>● Desarrolla habilidades de comunicación efectiva, capaces de presentar y justificar la selección de técnicas de optimización convexa en contextos técnicos y no técnicos.</li> <li>● Incentiva la innovación y la creatividad en la búsqueda de nuevas aplicaciones y mejoras de los algoritmos de optimización convexa para desafíos emergentes en IA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Talleres Prácticos: Implementación de algoritmos de optimización convexa en software, aplicados a casos reales de IA, para fortalecer la comprensión y habilidades prácticas.</li> <li>● Estudios de Caso: Análisis de estudios de caso donde la optimización convexa ha sido crucial en la solución de problemas de IA, promoviendo el análisis crítico y la evaluación.</li> <li>● Proyecto Grupal: Diseño y ejecución de un proyecto donde se aplique la optimización convexa en un problema específico de IA, fomentando el trabajo colaborativo y la innovación.</li> </ul>



<b>2. Sistemas dinámicos lineales</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específicas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Comprende la definición y propiedades básicas de los sistemas dinámicos lineales.</li> <li>● Modela sistemas dinámicos lineales básicos, formulando y resolviendo ecuaciones diferenciales lineales.</li> <li>● Analiza la respuesta y comportamiento de sistemas dinámicos lineales bajo diversas condiciones.</li> </ul> <p><i>Genéricas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Desarrolla habilidades analíticas para la resolución de problemas complejos en ingeniería de control.</li> <li>● Fomenta el pensamiento lógico y crítico en el análisis de sistemas dinámicos.</li> <li>● Promueve la capacidad de trabajar en equipo para abordar problemas interdisciplinarios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Simulaciones Computacionales: Uso de software matemático para simular y analizar el comportamiento de sistemas dinámicos lineales.</li> <li>● Resolución de Problemas: Ejercicios prácticos de modelado y resolución de ecuaciones diferenciales lineales.</li> <li>● Trabajo en Equipo: Colaboración en proyectos que involucren la modelación y análisis de sistemas dinámicos lineales.</li> </ul>
<b>3. Estabilidad de sistemas dinámicos lineales</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específicas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Analiza la estabilidad de sistemas dinámicos lineales utilizando métodos matemáticos como Lyapunov y Routh-Hurwitz.</li> <li>● Evalúa la estabilidad de redes neuronales simples y multicapa.</li> </ul> <p><i>Genéricas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Desarrolla habilidades críticas para la evaluación y mejora de sistemas de control.</li> <li>● Fomenta la capacidad de análisis y resolución de problemas en contextos de ingeniería.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Análisis de estabilidad: ejercicios y estudios de caso que involucren el análisis de estabilidad de sistemas de ecuaciones diferenciales lineales.</li> <li>● Simulaciones y evaluaciones: Uso de herramientas computacionales para simular y evaluar la estabilidad de sistemas y redes neuronales.</li> <li>● Discusión Crítica: Debates y discusiones sobre las metodologías y resultados de análisis de estabilidad.</li> </ul>



4. Introducción al control inteligente de sistemas lineales	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específicas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Comprende los conceptos básicos de control inteligente y su aplicación en sistemas lineales.</li> <li>● Aplica técnicas avanzadas de control para mejorar la respuesta de sistemas automatizados y robóticos.</li> </ul> <p><i>Genéricas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Fomenta la innovación en el diseño y aplicación de controladores inteligentes.</li> <li>● Desarrolla habilidades prácticas y analíticas para la implementación de soluciones de control en ingeniería.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Diseño e Implementación de Controladores: Talleres prácticos donde se diseñen y prueben controladores inteligentes en sistemas lineales.</li> <li>● Simulaciones y Optimización: Ejercicios de simulación para ajustar y optimizar controladores utilizando redes neuronales y otras técnicas avanzadas.</li> <li>● Proyectos de Innovación: Desarrollo de proyectos innovadores que apliquen control inteligente a problemas específicos en robótica y automatización.</li> </ul>

## 8. Práctica(s)

### Practica del Tema 1: Optimización Convexa

Título del Proyecto: Optimización de Redes Neuronales Usando Técnicas Convexas

#### Objetivo:

Aplicar técnicas de optimización convexa para mejorar la eficiencia y precisión en algoritmos de redes neuronales profundas, particularmente en tareas de clasificación y regresión.

#### Descripción:

Este proyecto requerirá que los estudiantes utilicen métodos de optimización convexa para afinar los parámetros de una red neuronal. Los estudiantes deberán seleccionar una aplicación específica, como reconocimiento de imágenes o procesamiento del lenguaje natural, implementar la red neuronal, y luego utilizar técnicas de optimización convexa para mejorar su rendimiento.

#### Actividades:

Diseño e implementación de una red neuronal para una tarea específica.

Aplicación de técnicas de optimización convexa para la minimización de la función de coste.

Comparación del rendimiento del modelo antes y después de la optimización.

Análisis de los resultados y discusión sobre la efectividad de las técnicas de optimización utilizadas.

#### Evaluación:

Los estudiantes presentarán sus resultados en un informe técnico y una presentación, donde deberán demostrar una mejora en el rendimiento de la red neuronal gracias a la optimización convexa, discutiendo cualquier desafío enfrentado y cómo lo superaron.



## **Practica de la Tema 2: Sistemas Dinámicos Lineales**

Título del Proyecto: Modelado y Análisis de un Sistema Dinámico Lineal en Ingeniería de Control

### **Objetivo:**

Desarrollar y analizar un modelo de sistema dinámico lineal aplicado a un problema de control automático, como la estabilización de un vehículo autónomo o un sistema robótico.

### **Descripción:**

Los estudiantes crearán un modelo de sistema dinámico lineal para una aplicación de control automático seleccionada. Deberán simular el comportamiento del sistema bajo diversas condiciones y utilizar técnicas de control lineal para asegurar la estabilidad y la respuesta deseada.

### **Actividades:**

Selección de un problema de control automático y formulación del modelo de sistema dinámico.

Simulación del sistema y análisis de su respuesta bajo diferentes condiciones.

Diseño e implementación de controladores para mejorar la estabilidad y eficacia del sistema.

Evaluación del modelo y del controlador en términos de estabilidad y eficiencia.

### **Evaluación:**

Los estudiantes presentarán su modelo, simulaciones, y análisis en un informe final y una presentación, donde se evaluará la precisión del modelo y la efectividad del controlador diseñado.

## **Practica de la Tema 3: Estabilidad de Sistemas Dinámicos Lineales**

Título del Proyecto: Evaluación de la Estabilidad en Sistemas de Control Automático

### **Objetivo:**

Analizar y asegurar la estabilidad de un sistema de control automático, utilizando técnicas de análisis de estabilidad en sistemas dinámicos lineales.

### **Descripción:**

En este proyecto, los estudiantes elegirán un sistema de control automático, como un sistema de control de procesos o de regulación de temperatura, y analizarán su estabilidad utilizando métodos matemáticos apropiados. El objetivo es identificar y corregir cualquier problema de estabilidad que pueda afectar el rendimiento del sistema.

### **Actividades:**

Descripción y modelado del sistema de control seleccionado.

Análisis de la estabilidad del sistema utilizando métodos como Lyapunov o Routh-Hurwitz.

Propuesta y simulación de mejoras en el diseño del sistema para asegurar su estabilidad.

Documentación del análisis y las mejoras en un reporte técnico.

### **Evaluación:**

Los estudiantes deberán demostrar a través de un informe y una presentación que comprenden cómo analizar y mejorar la estabilidad de sistemas dinámicos. Se evaluarán la profundidad del análisis y la viabilidad de las soluciones propuestas.



## **Práctica de la Tema 4: Introducción al Control Inteligente de Sistemas Lineales**

Título del Proyecto: Implementación y Optimización de Controladores Inteligentes en Sistemas Lineales

### **Objetivo:**

Diseñar e implementar controladores inteligentes para optimizar la respuesta y eficiencia de sistemas lineales automatizados, utilizando técnicas avanzadas de control.

### **Descripción:**

En este proyecto, los estudiantes seleccionarán un sistema lineal que requiera control automatizado, como un sistema de transporte o un sistema mecánico de precisión, y diseñarán un controlador inteligente adecuado. El proyecto se centrará en la aplicación de técnicas de control avanzadas, como control PID ajustado, control predictivo basado en modelos (MPC), o controladores adaptables, para mejorar la operatividad y eficiencia del sistema.

### **Actividades:**

Selección y Descripción del Sistema: Elección de un sistema lineal adecuado y descripción detallada de sus características operativas y requerimientos de control.

Diseño del Controlador: Implementación de un controlador inteligente, seleccionando la técnica de control más apropiada basada en las características del sistema.

Simulación y Optimización: Simulación del sistema con el controlador implementado, ajustando parámetros para optimizar la respuesta y estabilidad del sistema.

Análisis de Resultados y Mejoras: Evaluación de la eficacia del controlador a través de indicadores de rendimiento y propuesta de mejoras basadas en los resultados obtenidos.

Documentación Técnica: Elaboración de un informe técnico que detalle el proceso de diseño, implementación y evaluación del controlador, incluyendo análisis de datos y conclusiones.

### **Evaluación:**

Los estudiantes presentarán sus resultados en un informe detallado y una presentación oral. Se evaluarán la creatividad en el diseño del controlador, la profundidad del análisis técnico, y la efectividad en la mejora de la operación del sistema. La capacidad de justificar técnicamente las decisiones de diseño y las mejoras propuestas será crucial.



## 9. Proyecto de asignatura

Sistema de clasificación simple para análisis de datos

### **Descripción:**

Este proyecto permitirá a los estudiantes aplicar conocimientos fundamentales de programación, cálculo, y álgebra lineal para desarrollar un sistema de clasificación básico que pueda ser utilizado en la identificación de patrones en un conjunto de datos. Este sistema incorporará técnicas de aprendizaje automático básicas, proporcionando a los estudiantes una oportunidad de aplicar teoría matemática en un contexto de IA tangible.

### **Objetivos:**

- Desarrollar un clasificador simple utilizando Python o programa similar y bibliotecas como NumPy y Scikit-learn.
- Aplicar conceptos de álgebra lineal y cálculo para optimizar el algoritmo.
- Evaluar el modelo utilizando técnicas estadísticas básicas para validar su precisión y eficiencia.

### **Competencias a desarrollar:**

- Integra conocimientos matemáticos y de programación: Utilizar álgebra lineal y cálculo en el desarrollo de algoritmos de clasificación.
- Desarrolla y aplica modelos de IA: Implementar y ajustar modelos de aprendizaje automático utilizando un enfoque sistemático y basado en datos.
- Realiza análisis estadístico y evaluación de modelos: Aplicar métodos estadísticos para evaluar la efectividad del modelo de clasificación.

### **Actividades:**

- Diseño del clasificador: selección de un tipo de clasificador adecuado (por ejemplo, regresión logística o máquinas de vectores de soporte) y desarrollo del algoritmo usando Python.
- Optimización del modelo: Aplicación de técnicas de álgebra lineal para mejorar la selección y transformación de características. Uso de derivadas e integrales para ajustar funciones de coste y mejorar el entrenamiento del modelo.
- Validación y evaluación del modelo: Implementación de pruebas de validación cruzada para evaluar la precisión del clasificador. Uso de métricas estadísticas para analizar los resultados.
- Documentación y presentación: Redacción de un informe detallado que describa el desarrollo y los resultados del proyecto, y preparación de una presentación para exponer los hallazgos del equipo.



### **Evaluación:**

- Informe de proyecto: Evaluación de la claridad, precisión técnica y profundidad de análisis en la documentación del proyecto.
- Demostración del modelo: Presentación del funcionamiento del clasificador, demostrando su capacidad para clasificar correctamente los datos.
- Defensa del proyecto: Evaluación de la capacidad de los estudiantes para discutir y justificar las decisiones técnicas tomadas durante el desarrollo del proyecto en una sesión de preguntas y respuestas.
- Este proyecto integrador está diseñado para ser accesible para estudiantes con conocimientos previos en programación y matemáticas, permitiendo una aplicación directa y práctica de estas habilidades en un proyecto de inteligencia artificial que es tanto educativo como inspirador.

### **10. Evaluación por competencias**

- Proyectos integradores: Evaluación basada en la integración y aplicación de conocimientos en álgebra lineal avanzada, optimización convexa, estabilidad y sistemas lineales, y teoría de grafos. Se valorará la originalidad, aplicación práctica, y eficacia de las soluciones.
- Presentaciones orales: Los estudiantes presentarán sus proyectos, demostrando su habilidad para comunicar análisis complejos y aplicaciones en IA. Se evaluará la claridad, el uso de soportes visuales, y la capacidad para responder a preguntas.
- Exámenes escritos: Incluirán problemas aplicados y teóricos para evaluar la comprensión y aplicación de conceptos matemáticos en IA.
- Evaluación continua de tareas y ejercicios: A lo largo del curso, se asignarán tareas que cubran los distintos temas, permitiendo monitorear el progreso y reforzar el aprendizaje.



## 11. Fuentes de Información

1. Boyd, S., & Vandenberghe, L. (2004). *Convex Optimization*. Cambridge University Press.
2. Di Prima, B., & Boyce, W. (2000). *Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera*. Limusa. Grupo Noriega Editores.
3. Godsil, C., & Royle, G. (2001). *Algebraic Graph Theory*. Springer.
4. Horn, R. A., & Johnson, C. R. (2013). *Matrix Analysis* (2nd ed.). Cambridge University Press.
5. Leyva, R. (2018). *Optimización Convexa: De la teoría a la práctica*. Editorial Académica Española.
6. Li, X., & Wang, J. (2021). *Intelligent Control Systems with an Introduction to System of Systems Engineering*. CRC Press.
7. Luenberger, D. G., & Ye, Y. (2008). *Linear and Nonlinear Programming* (3rd ed.). Springer.
8. Mehta, P. G., & Meyn, S. P. (2014). *Control Techniques for Complex Networks*. Cambridge University Press.
9. Newman, M. E. J. (2010). *Networks: An Introduction*. Oxford University Press.
10. Papadimitriou, C. H., & Steiglitz, K. (1998). *Combinatorial Optimization: Algorithms and Complexity*. Dover Publications.
11. Pérez López, C. (2019). *Álgebra Lineal con Métodos Elementales*. Ediciones Paraninfo.
12. Poznyak, A. S. (2010). *Advanced Mathematical Tools for Control Engineers: Volume 1: Deterministic Systems* (Vol. 1). Elsevier.
13. Soto, M., & Infante, S. (2020). *Estabilidad y Control de Sistemas Dinámicos*. Editorial Reverté.
14. Weintraub, S. H. (2011). *A guide to advanced linear algebra* (No. 44). MAA.
15. William, E. B., & RICHARD, C. D. (2010). *Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera*. Limusa Wesley.
16. Woerdeman, H. (2015). *Advanced linear algebra*. CRC Press.
17. Zamora, I., & Santana, A. (2018). *Control Inteligente: Aplicaciones en Robótica y Automatización*. Editorial Reverté.
18. Zill, D., & Wright, W. (2015). *Ecuaciones Diferenciales con problemas con valores en la frontera*. 8ª. Edición. Editorial CENGAGE learning, México, DF, 23-28.