

Codigo de asignatura: 4786B4			
Nombre del programa académico	Maestría en Ingeniería Eléctrica		
Nombre completo de la asignatura	Optimización Aplicada en la Transición Energética de Redes de Distribución		
Número de créditos ECTS por categoría	Ciencias naturales y matemáticas	Módulos profesionales y especiales	Humanidades y ciencias sociales y económicas
	3	3	2
Semestre y año de actualización	2026-2		
Semestre y año en que se imparte	2026-2		
Tipo de asignatura	[] Obligatoria [X] Electiva		
Director o contacto del programa	Andrés Escobar Mejía		
Coordinador o contacto de la asignatura	Alejandro Valencia Díaz y Mario Andrés Mejía Alzate		
Descripción y contenidos			
1. Breve descripción			
Optimización Aplicada en la Transición Energética de Redes de Distribución es una asignatura de naturaleza teórico-práctica que tiene como propósito desarrollar competencias para el análisis, modelado y optimización de redes de distribución en el contexto de la transición energética. El curso aborda la optimización matemática aplicada a sistemas eléctricos, la integración de recursos energéticos distribuidos, el planeamiento bajo incertidumbre y el estudio de microrredes híbridas AC/DC y sistemas energéticos integrados.			
2. Objetivo del curso:			
Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de analizar, modelar y resolver problemas de operación y planeamiento de redes de distribución en el contexto de la transición energética, mediante la formulación, implementación y resolución de modelos de optimización para la integración de recursos energéticos distribuidos, considerando incertidumbre, criterios de sostenibilidad y herramientas computacionales especializadas.			
3. Resultados de aprendizaje. Los propósitos de formación en el estudiante de posgrado son:			
RAA1. Analizar y modelar redes de distribución en el contexto de la transición energética, considerando la integración de recursos energéticos distribuidos y arquitecturas modernas como microrredes híbridas AC/DC. Se corresponde con los RAP: RAP1, RAP2. RAA2. Formular, implementar y resolver modelos de optimización para problemas de operación y planeamiento de sistemas de distribución, integrando información proveniente de fuentes de datos energéticos para representar la incertidumbre y apoyar la toma de decisiones mediante técnicas de optimización estocástica o robusta. Se corresponde con los RAP: RAP1, RAP2, RAP4, RAP5, RAP6. RAA3. Evaluar el impacto de la integración de tecnologías emergentes, como generación renovable, sistemas de almacenamiento y vehículos eléctricos, en redes de distribución y sistemas energéticos integrados, considerando criterios técnicos, económicos, ambientales y de sostenibilidad. Se corresponde con los RAP: RAP1, RAP2, RAP3, RAP5, RAP7 RAA4. Proponer, sustentar y comunicar soluciones para problemas de ingeniería en redes de distribución mediante el análisis crítico de modelos matemáticos, resultados de optimización y literatura científica especializada. Se corresponde con los RAP: RAP3, RAP6, RAP7, RAP8			
4. Contenido			
T-1: Transición energética y redes de distribución modernas. Evolución de los sistemas eléctricos, transición energética, descarbonización, redes inteligentes y recursos energéticos distribuidos. (4 horas). T-2: Optimización aplicada a sistemas de distribución. Fundamentos de optimización matemática, formulación de problemas de optimización, herramientas computacionales para optimización, modelado de sistemas de distribución y microrredes híbridas AC/DC, y formulación del problema de flujo óptimo de potencia. (12 horas). T-3: Modelado e integración de tecnologías emergentes. Modelos matemáticos para generación distribuida renovable, sistemas de almacenamiento de energía, vehículos eléctricos y estrategias de carga inteligente y Vehicle-to-Grid (V2G). (11 horas). T-4: Planeamiento de sistemas de distribución bajo incertidumbre. Modelado de la incertidumbre mediante optimización estocástica y robusta, generación de escenarios, análisis probabilístico y aplicaciones al planeamiento y la operación de sistemas eléctricos. (12 horas). T-5: Sistemas energéticos integrados y sostenibilidad. Modelado de sistemas multienergía y microrredes híbridas AC/DC bajo el enfoque del nexo energía-agua-carbono, evaluación de sostenibilidad, emisiones y costos energéticos, e integración de sistemas de agua para aplicaciones energéticas. (9 horas).			
5. Requisitos. Los definidos en requisito de admisión de la IES.			
6. Recursos			

Herramientas informáticas MATLAB. Python. AMPL (versión estudiantil). GAMS (versión estudiantil). Recursos de internet IEEE Xplore Digital Library (consulta de literatura científica). ScienceDirect (consulta de literatura científica). NASA POWER Data Access Viewer (datos meteorológicos y energéticos). Renewables.ninja (estimación de perfiles de generación renovable para aplicaciones de modelado y optimización).
Bibliografía Bibliografía básica [1] Kersting, W. H. Distribution System Modeling and Analysis. 4th ed. CRC Press, 2018. [2] Ge, L., & Li, Y. Smart Power Distribution Network: Situation Awareness, Planning, and Operation. Springer, 2023. [3] Conejo, A. J., Carrión, M., & Morales, J. M. Decision Making Under Uncertainty in Electricity Markets. Springer, 2010. [4] Boyd, S., & Vandenberghe, L. Convex Optimization. Cambridge University Press, 2004. Bibliografía complementaria [5] Mejia, M. A., Macedo, L. H., Muñoz-Delgado, G., Contreras, J., & Padilha-Feltrin, A. Multistage planning model for active distribution systems and electric vehicle charging stations considering voltage-dependent load behavior. IEEE Transactions on Smart Grid, 13(2), 1383–1397, 2022. [6] Mejia, M. A., Macedo, L. H., Muñoz-Delgado, G., Contreras, J., & Padilha-Feltrin, A. Medium-term planning of active distribution systems considering voltage-dependent loads, network reconfiguration, and CO₂ emissions. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 135, 107541, 2022. [7] Mejia, M. A., Pinto, T., Franco, J. F., & Macedo, L. H. Integrating a spatio-temporal diffusion model with a multi-criteria decision-making approach for optimal planning of electric vehicle charging infrastructure. Applied Energy, 395, 126160, 2025. [8] Valencia-Díaz, A., Hincapié, R. A., & Gallego, R. A. Optimal location, selection, and operation of battery energy storage systems and renewable distributed generation in medium–low voltage distribution networks. Journal of Energy Storage, 34, 102158, 2021. [9] Valencia-Díaz, A., Hincapié, R. A., & Gallego, R. A. Expansion planning of joint medium- and low-voltage three-phase distribution networks considering the optimal integration of distributed energy resources. Energy Reports, 9, 1183–1200, 2023. [10] Valencia-Díaz, A., Toro, E. M., & Hincapié, R. A. Optimal planning and management of the energy–water–carbon nexus in hybrid AC/DC microgrids for sustainable development of remote communities. Applied Energy, 377, 124517, 2025.
7. Herramientas técnicas de soporte para la enseñanza El proceso de enseñanza se desarrolla mediante clases teórico-prácticas, en las cuales se presentan los fundamentos conceptuales y metodológicos de la optimización aplicada a sistemas de distribución en el contexto de la transición energética. Las sesiones se complementan con la resolución guiada de problemas, talleres de modelado matemático e implementación computacional utilizando MATLAB, Python, AMPL y GAMS. Asimismo, se promueve el aprendizaje mediante el análisis y discusión de artículos científicos recientes, el desarrollo progresivo de un proyecto aplicado y el uso de recursos audiovisuales, presentaciones, bases de datos y plataformas especializadas para apoyar la formulación y solución de problemas de ingeniería.
8. Trabajos en laboratorio y proyectos - Desarrollo de talleres de modelado matemático e implementación computacional de problemas de optimización aplicados a sistemas de distribución, utilizando herramientas como MATLAB, Python, AMPL y GAMS. - Resolución de casos de estudio relacionados con operación, planeamiento e integración de recursos energéticos distribuidos en redes de distribución y microrredes híbridas AC/DC. - Análisis y discusión de artículos científicos recientes relacionados con optimización, transición energética, planeamiento de sistemas de distribución y tecnologías emergentes. - Desarrollo de actividades orientadas al análisis de resultados, evaluación del desempeño de modelos de optimización e interpretación de soluciones aplicadas a problemas de ingeniería. - Desarrollo de un proyecto final enfocado en la formulación, implementación y análisis de un modelo de optimización para resolver un problema de operación o planeamiento en redes de distribución, incorporando recursos energéticos distribuidos, incertidumbre y criterios técnicos, económicos y ambientales.
9. Métodos de aprendizaje La asignatura emplea una metodología de aprendizaje activo centrada en el estudiante, que combina clases magistrales con el aprendizaje basado en problemas y casos de estudio. A lo largo del curso, el estudiante formulará e implementará modelos de optimización para resolver problemas de ingeniería relacionados con la transición energética, apoyándose en herramientas computacionales y literatura científica especializada. El proceso de aprendizaje se complementa con la discusión de artículos científicos, el trabajo autónomo y las tutorías, promoviendo el análisis crítico, la investigación y la toma de decisiones fundamentadas.

10. Métodos de evaluación

Se desarrollarán evaluaciones orientadas a verificar el logro progresivo de los resultados de aprendizaje de la asignatura mediante actividades teóricas, prácticas y aplicadas. La evaluación integra el análisis conceptual, la implementación computacional de modelos de optimización y la formulación de soluciones para problemas de ingeniería relacionados con la transición energética.

Evaluación 1 – Tareas y talleres (55%). Desarrollo de ejercicios teóricos y prácticos relacionados con los contenidos de los temas T1, T2, T3 y T4, que incluyen el análisis y modelado de redes de distribución, la formulación, implementación y resolución de modelos de optimización y la evaluación de tecnologías emergentes en sistemas de distribución. Esta evaluación contribuye al logro de los RAA1, RAA2 y RAA3.

Evaluación 2 – Exposición y análisis de un artículo científico (15%). Presentación y discusión crítica de un artículo científico reciente relacionado con los contenidos de los temas T3, T4 y T5, enfatizando el análisis metodológico, la interpretación de resultados y la identificación de oportunidades de investigación. Esta evaluación contribuye al logro de los RAA3 y RAA4.

Evaluación 3 – Proyecto final (30%). Desarrollo de un proyecto aplicado consistente en el análisis y modelado de una red de distribución, la formulación, implementación y resolución de un modelo de optimización para un problema de operación o planeamiento, considerando la integración de recursos energéticos distribuidos, la incertidumbre y criterios de sostenibilidad. El proyecto incluye un informe técnico y la presentación de resultados. Esta evaluación contribuye al logro de los RAA1, RAA2, RAA3 y RAA4.