

 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS</p>	UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS FACULTAD DE INGENIERÍA SYLLABUS PROYECTO CURRICULAR DE INGENIERÍA ELÉCTRICA	
Nombre del Docente		
ESPACIO ACADÉMICO (Asignatura): Planeamiento moderno de redes eléctricas de distribución (Modern Planning of power distribution networks)		Código: <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">16005</p>
Obligatorio	Básico	Complementario
Electivo	<input checked="" type="checkbox"/> Intrínseco	<input checked="" type="checkbox"/> Extrínseco
Número de Estudiantes		Grupo
Número de Créditos		TRES (3)
TIPO DE CURSO:		
Teórico		Práctico <input type="checkbox"/> Teórico - Práctico <input checked="" type="checkbox"/>
<i>Alternativas Metodológicas:</i>		
Clase Magistral	<input checked="" type="checkbox"/>	Seminario <input type="checkbox"/> Seminario-Taller <input type="checkbox"/>
Proyectos Tutoriados	<input checked="" type="checkbox"/>	Taller <input checked="" type="checkbox"/> Prácticas <input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>
HORARIO		
DÍA	HORAS	SALÓN
2 días	4 horas	
I. JUSTIFICACIÓN DEL ESPACIO ACADÉMICO		
<p><i>La modernización de las redes eléctricas demanda cambios significativos en la manera como se realiza el planeamiento y la operación de las redes eléctricas de distribución. El crecimiento de las redes implica evaluar la necesidad de ampliar o instalar alimentadores y subestaciones eléctricas, pero la modernización de los sistemas eléctricos implica además, la integración de elementos que no existían antes. Los nuevos retos implican la integración de sistemas de generación distribuida (generación convencional y fuentes renovables no convencionales), la integración de sistemas de almacenamiento de energía, evaluar el impacto de nuevas cargas como los vehículos eléctricos y el impacto de los programas de gestión de la demanda de energía sobre los flujos de potencia. Este tipo de transformaciones y tecnologías son nuevos en Colombia y se evidencia la necesidad de profesionales capaces de entender y solucionar los problemas que implica este proceso de modernización.</i></p>		
<p><i>El planeamiento de las redes eléctricas de distribución es un proceso en el cual, partiendo de unas condiciones iniciales conocidas (infraestructura y demanda de energía) y unas proyecciones de crecimiento de la demanda de energía eléctrica, se determinan los requerimientos de infraestructura necesarios para el crecimiento y expansión de la red, de manera que se garantice el suministro de energía eléctrica al usuario final año a año a medida que crece el sistema eléctrico de distribución. Durante el planeamiento se establece la necesidad de expansión o repotenciación de alimentadores y conductores, la necesidad de ampliación o construcción de nuevas subestaciones, la posibilidad de integrar fuentes de generación distribuida (convencionales o renovables no convencionales), la posibilidad de integrar dispositivos de almacenamiento de energía así como otros elementos que se puedan usar para garantizar el suministro de energía a los usuarios y la modernización de la red. Debido a esta condición y a su crecimiento continuo, los proyectos de ampliación y expansión de las redes de distribución deben cumplir con criterios de eficiencia técnica y financiera. Para lograr esto es necesario implementar metodologías de optimización que permitan balancear las necesidades de expansión con las restricciones técnicas y de capital a las que están sujetos los operadores de red.</i></p>		

El curso de planeamiento moderno de redes eléctricas de distribución evalúa las diferentes opciones que existen para garantizar el suministro de energía eléctrica a los usuarios conectados al sistema eléctrico como pueden ser: la inclusión de elementos de generación distribuida, sistemas de almacenamiento, y también dispositivos de compensación de reactivos en el proceso de planeamiento y expansión de la red.

En este curso el estudiante aprenderá los conceptos y metodologías de planeamiento básicas que se usan en la actualidad, que permiten analizar aspectos técnicos y aspectos financieros cuando se requiere evaluar el plan de expansión de una red eléctrica de distribución de potencia. También aprenderá a usar métodos de optimización que permiten obtener la solución adecuada para el planeamiento de acuerdo a los requerimientos y restricciones técnicas y financieras que se tienen para el desarrollo de la solución.

Conocimientos Previos:

Análisis de sistemas de distribución, optimización, sistemas de potencia, calidad de potencia, confiabilidad de sistemas eléctricos.

II. PROGRAMACIÓN DEL CONTENIDO

OBJETIVO GENERAL

Enseñar al estudiante los conceptos y metodologías de planeamiento de las redes eléctricas de distribución así como los retos que implica la integración de sistemas de generación distribuida y sistemas de almacenamiento en las redes eléctricas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Dar a conocer a los estudiantes los conceptos generales de planificación y expansión de las redes eléctricas de distribución y los criterios de planificación usados normalmente.
- Conocer e implementar las restricciones técnicas y financieras usadas en los problemas de planificación de la red, analizando la importancia que estas tienen en la solución del problema. Conocer los criterios de optimización usados para la planificación de las redes eléctricas de distribución.
- Identificar los modelos matemáticos utilizados para representar los diferentes elementos de la red durante el proceso de planificación, y los métodos de optimización usados para obtener las soluciones del problema.
- Analizar el efecto de la generación distribuida y de sistemas de almacenamiento en el funcionamiento de la red y en el planeamiento de la red desde un punto de vista técnico y financiero.

COMPETENCIAS DE FORMACIÓN

Competencias de Contexto

- Habilidades para leer documentos técnicos en inglés.
- Hablar y escribir de acuerdo con las normas gramaticales y formales.
- Escuchar y leer de manera comprensiva, reflexiva y crítica.
- Hacer uso correcto de la terminología, notación y unidades relacionadas con las variables eléctricas que se manejan en el campo de ingeniería eléctrica.
- Utilizar las tecnologías de información y software de simulación.

Competencias Básicas:

- Conocer sobre el funcionamiento de las redes eléctricas de distribución y los elementos que las componen.
- Conocimientos en modelamiento y simulación de redes eléctricas de distribución.
- Conocimientos básicos en métodos y herramientas de optimización.
- Capacidades básicas de programación en Matlab, GAMS o programas similares usados para optimización.
- Conocimientos básicos de sistemas de generación renovable.
- Conocimientos básicos de análisis financiero y funciones de costos.

Competencias Laborales:

- Al finalizar este curso el estudiante estará en capacidad de analizar casos básicos de planeamiento de redes eléctricas de distribución usando criterios de optimización financiera y criterios de optimización basados en pérdidas.
- El estudiante será capaz de evaluar la integración de generación distribuida en las redes eléctricas de distribución teniendo en cuenta la operación y el planeamiento de la red.
- El estudiante será capaz de identificar e implementar las restricciones de operación de la red y las restricciones financieras requeridas para la planificación.
- Será capaz de analizar y seleccionar la opción más adecuada desde el punto de vista técnico y financiero entre un grupo de posibles opciones de planeamiento de la red.

PROGRAMA SINTÉTICO:

1. *Conceptos generales de funcionamiento y operación de redes eléctricas de distribución*
 - 1.1 *Elementos que componen las redes eléctricas de distribución*
 - 1.2 *Restricciones de operación de las redes eléctricas de distribución*
2. *Aspectos básicos del planeamiento*
 - 2.1 *Funcionamiento y operación de las redes eléctricas*
 - 2.2 *Clasificación de las redes de distribución según el nivel de tensión*
 - 2.3 *Efecto de la demanda en la expansión de la red*
 - 2.4 *Objetivos e importancia del planeamiento de las redes eléctricas*
 - 2.5 *Criterios básicos de planeamiento*
3. *Planeamiento clásico de redes eléctricas de distribución*
 - 3.1 *Planeamiento basado en expansión de líneas y subestaciones*
 - 3.2 *Metodologías de planeamiento:*
 - 3.2.1 *Planeamiento multietapa (multi-stage planning).*
 - 3.2.2 *Planeamiento clásico (single stage or classic planning).*
 - 3.3 *Estrategias y/o criterios de planeamiento de las redes eléctricas de distribución:*
 - 3.3.1 *Basada en reducción de pérdidas.*
 - 3.3.2 *Basada en minimización de costos de inversión y operación.*
4. *Modernización de las redes eléctricas de distribución*
 - 4.1 *Importancia y razones para la modernización de las redes eléctricas de distribución*
 - 4.2 *Recursos tecnológicos que permiten la modernización de las redes eléctricas*
 - 4.2.1 *Sistemas de medición avanzada y comunicaciones*
 - 4.2.2 *Generación distribuida*
 - 4.2.3 *Almacenamiento de energía*
 - 4.2.4 *Reconfiguración de la red*
 - 4.2.5 *Programas y estrategias de gestión de demanda*
 - 4.3 *Retos asociados a las modernización*
 - 4.4 *Planeamiento moderno: importancia para la integración de los recursos tecnológicos*
5. *Técnicas de optimización aplicadas al planeamiento*
 - 5.1 *Conceptos generales de optimización*
 - 5.2 *Optimización matemática*
 - 5.3 *Optimización heurística y metaheurística.*
6. *Formulación del problema de planeamiento*
 - 6.1 *Modelos matemáticos aplicados al planeamiento*
 - 6.2 *Función objetivo*
 - 6.3 *Restricciones técnicas del planeamiento*
 - 6.4 *Restricciones financieras del planeamiento*
 - 6.5 *Formulación del problema de planeamiento*
7. *Integración de sistemas de generación distribuida basadas en el planeamiento*
 - 7.1 *Impacto de la generación distribuida en el funcionamiento y la operación de la red*
 - 7.2 *Localización y dimensionamiento óptimo de unidades de generación distribuida*

7.3 Planeamiento de redes de distribución con generación distribuida

8. Otros aspectos a tener en cuenta para el planeamiento

8.1 Aspectos regulatorios

8.2 Aspectos ambientales

III. ESTRATEGIAS

Metodología Pedagógica y Didáctica:

- Participación en clases teóricas y discusiones sobre los temas del curso.
- Clases y/o conferencias en inglés (tres a cinco sesiones con el docente y/o con invitados expertos en el tema). **Topic 1.** Integration of distributed generation on power distribution networks. **Topic 2.** Optimization methods and applications in electrical engineering. **Topic 3.** General concepts and planning techniques applied to distribution networks.
- Evaluaciones y trabajos individuales.
- Desarrollo de trabajos escritos, talleres y actividades en grupo. Trabajos en grupos de dos o máximo tres personas.
- Uso de software para simulaciones GAMS, MATLAB, OTROS.
- Desarrollo de actividades de grupo en clase y fuera de clase. Se realizan trabajos en grupo para desarrollar las habilidades de expresión, así trabajo colaborativas con sustentaciones y trabajos escritos.
- Se realizan trabajos para propiciar el desarrollo de habilidades en el uso de programas de optimización y su aplicación en el área de ingeniería eléctrica, especialmente en los temas de planeamiento y operación de redes eléctricas de distribución.
- Se desarrollan casos de estudio incluyendo integración de sistemas de generación distribuida orientadas hacia la en optimización del funcionamiento la red eléctrica de distribución.

Horas	Horas profesor/semana			Horas Estudiante/semana	Horas Estudiante/semestre	Créditos	Créditos
	TD	TC	TA	(TD + TC)	(TD + TC+TA)	X 16 semanas	
Tipo de Curso							
Teórico	2	2	5	4	9	144	3

Trabajo Directo (TD): Trabajo de aula con plenaria de todos los estudiantes.

Trabajo Cooperativo (TC): Trabajo de tutoría del docente a pequeños grupos o de forma individual a los estudiantes.

Trabajo Autónomo (TA): Trabajo del estudiante sin presencia del docente, que se puede realizar en distintas instancias: en grupos de trabajo o en forma individual, en casa o en biblioteca, laboratorio, etc.

IV. RECURSOS

Medios y Ayudas

- Documentación académica y artículos científicos publicados en revistas y recursos electrónicos como: IEEE Xplore, Scopus, ScienceDirect, Engineeringvillage, IOPScience, Zentralblatt Math, MathScinet, SpringerLink y Knovel
- Libros, tesis y documentos disponibles en la biblioteca en la facultad de Información disponible en la hemeroteca científica ubicada en la sala IEEE
- Ayudas Audiovisuales y Video Beam
- Computadores para simulación
- Plataforma virtual para acompañamiento de los temas del curso

- Bibliografía

Textos Guías

- Farhad Shahnia, Ali Arefi and Gerard Ledwich. Electric distribution network planning. Springer, first edition, 2018.
- Hossein Seifi and Mohammad Sadegh Sepasian. Electric power systems planning. Springer, 2011.
- Alizera Soroundi. Power system optimization modeling in GAMS. Springer, 2017.
- Antonio Hernando Escobar. Modelos usados en el planeamiento de la expansión a largo

- plazo de sistemas de transmisión de energía eléctrica. Colombia, 2010.
- Edna J. Lopez R, Planificación de sistemas eléctricos de potencia, unidad 1. Filosofía de la planificación.
- Manual de Planificación Energética 2017. Segunda edición, Organización Latinoamericana de Energía – OLADE
- Power Distribution Planning Reference Book, Second Edition, Revised and Expanded de H. Lee Willis, 2004.

Textos Complementarios

- Ali Arefi, Fharad Shanhia and Gerard Lewich. Electric distribution networks management and control. Springer, 2018.
- Ramos A. Gallego, Antonio H. Escobar, Eliana M. Toro. Técnicas Meta heurísticas de optimización. Editorial UTP, Colombia, 2008.
- Ramos A. Gallego, Antonio H. Escobar, Ruben A Romero. Programación Lineal Entera. Editorial UTP, Colombia, 2007.

Revistas

- Energy conversion and management. Elsevier. <https://www.journals.elsevier.com/energy-conversion-and-management>
- Journal on energy management and technology. <http://www.jemat.org/>
- Progress in Planning. Elsevier. <https://www.journals.elsevier.com/progress-in-planning>

Direcciones de Internet

- <https://www.mathworks.com>
- <http://www.gams.com/>
- <http://www.sciencedirect.com>
- <https://www.xm.com.co/Paginas/Renovables/Mercado.aspx>
- http://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVANL_ES_WEB.pdf
- <https://standards.ieee.org/standard/1547-2018.html>
- https://www.sydney.edu.au/research/opportunities/opportunities?search_by=demand+side+management
- <https://www.imperial.ac.uk/energy-futures-lab/sef2017/research-themes/>
- <http://www.drps.ed.ac.uk/17-18/dpt/cxpgee11173.htm>
- <https://arena.gov.au/blog/what-are-distributed-energy-resources/>
- <https://www.epa.gov/energy/distributed-generation-electricity-and-its-environmental-impacts>
- https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:35041974

V. ORGANIZACIÓN / TIEMPOS

Espacios, Tiempos, Agrupamientos

PROGRAMA SINTÉTICO	SEMANAS ACADÉMICAS															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Conceptos de redes de distribución																
Conceptos generales de planeamiento																
Formulación del problema de planeamiento																
Integración de generación distribuida en las redes de distribución																

Otros aspectos a tener en cuenta en el planeamiento																							
VI. EVALUACIÓN																							
	TIPO DE EVALUACIÓN	FECHA	PORCENTAJE																				
PRIMER CORTE	Examen escrito sobre los conceptos y temas desarrollados en el curso. Presentación y sustentación de trabajo de simulación desarrollando un caso de estudio básico de planeamiento.	Semana 7	35%																				
SEGUNDO CORTE	Examen escrito relacionado con los diferentes de planificación y la diferencia que hay entre las diferentes estrategias y metodologías de planeamiento. Presentación y sustentación trabajo de simulación.	Semana 14	35%																				
EXAMEN FINAL	Examen Final de los conceptos y temas vistos en el curso. Presentación y sustentación del trabajo final de curso	Semanas 16 a 18	30%																				
ASPECTOS A EVALUAR DEL CURSO																							
<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluación del desempeño docente. 2. Evaluación de los aprendizajes de los estudiantes en sus dimensiones: individual/grupo, teórica/práctica, oral/escrita. 3. Autoevaluación y Co-evaluación del curso: de forma oral entre estudiantes y docente. 																							
VII. PROGRAMA COMPLETO																							
Datos del Profesor																							
Nombre:																							
Pregrado:																							
Postgrado:																							
Correo Electrónico:																							