



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Operación Económica de Sistemas Eléctricos de Potencia
Clave de la asignatura:	SIF-2102
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería en Eléctrica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<p>Aporta al perfil del Ingeniero Eléctrico, la capacidad de analizar y diseñar los mejores Despachos de Generación, para repartir la demanda total del Sistema Eléctrico de Potencia entre los generadores disponibles, de forma que el costo total de generación sea el mínimo posible, tomando en cuenta las premisas de límites de generación, pérdidas de transmisión y límites de transmisión, aplicando normas, técnicas y estándares nacionales e internacionales.</p> <p>Las consideraciones para integrar los contenidos asumen criterios de una formación profesional del ingeniero eléctrico, que le dan la capacidad para atender las necesidades de los nuevos esquemas de operación de los Sistemas Eléctricos de Potencia, que consisten en satisfacer la demanda del Sistema Eléctrico al menor costo posible.</p> <p>Tiene relación directa con las materias de Programación Numérica, Modelado de Sistemas, y Máquinas Eléctricas.</p> <p>Es una asignatura de ciencias de la ingeniería, que tiene como finalidad adquirir los conceptos necesarios para la optimización económica de la operación de los Sistemas Eléctricos de Potencia, para ser aplicadas las competencias adquiridas en Mercados de Energía Eléctrica y asignaturas de Ingeniería aplicada.</p>
Intención didáctica
<p>Se refiere a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Metodologías y estrategias a utilizar en los Despachos de Generación. • Metodologías y estrategias a utilizar en la Asignación de Unidades. • Metodologías y estrategias a utilizar en la resolución de problemas. • Particularización de las técnicas para los distintos tipos de Despachos de Generación y Asignación de Unidades. • Software MatLab utilizado para resolver los despachos de generación y Asignación de Unidades. <p>El temario está organizado en cinco unidades. En la primera, se encuentran los puntos conceptuales para resolver ecuaciones no lineales por métodos iterativos. En la unidad dos se abordan las dos técnicas más importantes para la solución de flujos de carga en un sistema eléctrico de potencia (Gauss-Seidel y Newton Raphson). En la unidad tres se</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



consideran y aplican las metodologías y estrategias a utilizar en los Despachos de Generación.

En la unidad cuatro, se consideran las metodologías y estrategias a utilizar en la Asignación de Unidades. En el tema cinco se estudia la implementación de programas en MatLab para la solución de los Despachos de Generación, así como la Asignación de Unidades.

El docente deberá tener las habilidades suficientes para que el estudiante comprenda y aplique correctamente las herramientas de análisis numérico en la solución de problemas de Despacho y Asignación de unidades.

Desarrollará la capacidad para coordinar el trabajo en equipo; orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo y la toma de decisiones. Tomará en cuenta el conocimiento de los estudiantes como punto de partida y como obstáculo para la construcción de nuevos conocimientos.



3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
<p>Instituto Tecnológico de Mérida, del 7 de Marzo al 18 de Mayo de 2017.</p>	<p>Academia de Ingeniería Eléctrica</p> <p>Agustin Flores Novelo Ángel Abraham Alcalá Caballero Artemio Alpizar Carrillo Beatriz A. García Cristiano Carlos Ruiz Casanova Francisco Ramos Díaz Javier David López Balam Javier Alejandro Naal Gil Nicte Ha Lara Díaz Rafael de Jesús Solís Noriega Roger Antonio Anguas Morales Rosendo Rodríguez Chávez Teresa Ramírez Hernández Víctor Sandoval Curmina</p>	<p>Reunión de diseño de la especialidad de Ingeniería Eléctrica.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Mérida, del 10 de Febrero al 21 de Abril de 2021.</p>	<p>Academia de Ingeniería Eléctrica</p> <p>Agustin Flores Novelo Ángel Abraham Alcalá Caballero Artemio Alpizar Carrillo Beatriz A. García Cristiano Carlos Ruiz Casanova Francisco Ramos Díaz Javier David López Balam Javier Alejandro Naal Gil Nicte Ha Lara Díaz Rafael de Jesús Solís Noriega Roger Antonio Anguas Morales Teresa Ramírez Hernández</p>	<p>Reunión de diseño de la especialidad de Ingeniería Eléctrica.</p>



	<p>Víctor Sandoval Curmina</p>	
--	------------------------------------	--

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<p>Aplica técnicas y métodos para analizar y resolver Despachos de Generación y Asignación de Unidades en Sistemas Eléctricos de potencia, comprobando las respuestas con herramientas computacionales.</p>

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Plantea y resuelve problemas que requieren la solución de sistemas de ecuaciones no lineales. • Discierne cuál método puede ser más adecuado para resolver sistemas de ecuaciones no lineales. • Comprende los conceptos básicos de Potencia Aparente, Potencia Reactiva y Potencia Real dentro de un Sistema Eléctrico de Potencia. • Utiliza herramientas computacionales para resolver problemas de sistemas de ecuaciones no lineales dentro del marco de los Sistemas Eléctricos de Potencia
--

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Solución de Sistemas de Ecuaciones no Lineales por Métodos Iterativos.	1.1. Introducción. 1.2. Método de Gauss-Seidel. 1.3. Método de Newton-Raphson. 1.4. Solución de problemas por ambos métodos 1.5. Solución de problemas empleando métodos computacionales
2	Flujos de Carga.	2.1. Introducción. 2.2. Tipo de nodos. 2.3. Ecuaciones de Flujos de Potencia en una línea de transmisión. 2.4. Ecuaciones básicas no lineales para Flujos de Carga. (Método de Gauss-Seidel) 2.5. Ecuaciones básicas no lineales para Flujos de Carga. (Método de Newton-Raphson) 2.6. Solución de Flujos de Carga mediante el software de Matlab
3	Despachos de Generación.	3.1. Introducción. 3.2. Despacho económico básico. 3.3. Despacho económico sin



		<p>pérdidas y con límites de generación.</p> <p>3.4. Despacho económico con pérdidas.</p> <p>3.5. Despacho económico con límites de red.</p>
4	Asignación de Unidades.	<p>4.1. Introducción.</p> <p>4.2. Clasificación de las unidades.</p> <p>4.3. Restricciones de las unidades.</p> <p>4.4. Costos.</p> <p>4.5. Técnicas de solución.</p>
5	Métodos computacionales para la solución de Despachos de Generación y Asignaciones de Unidades.	<p>5.1. Introducción.</p> <p>5.2. Programación lineal.</p> <p>5.3. Programación entera-mixta.</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Solución de Sistemas de Ecuaciones no Lineales por Métodos Iterativos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Analiza y aplica los métodos de Gauss-Seidel y Newton-Raphson en la solución de sistemas de ecuaciones no lineales.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar en diferentes fuentes de información, planteamientos en la solución de Ecuaciones no Lineales, mediante métodos iterativos. • Verificar la solución de los diferentes métodos iterativos, mediante el software Matlab. <p>Investigar en diferentes fuentes de información, diferentes herramientas computacionales aplicadas a la solución de Ecuaciones no Lineales.</p>



2. Flujos de Carga.

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Analiza, y resuelve mediante el software MatLab, el problema de flujos de carga mediante los métodos de Gauss-Seidel y Newton- Raphson.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de trabajo en equipo. <p>Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar el software Matlab en la solución del problema de Flujos de Carga mediante el método de Gauss_Seidel. • Aplicar el software Matlab en la solución del problema de Flujos de Carga mediante el método de Newton-Raphson. • Determinar los Flujos de Potencia Real y Reactiva en una línea de transmisión. <p>Comparar la solución de flujos de carga obtenida mediante el software Matlab, con software comercial (Power-World).</p>

3. Despachos de Generación.

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Aplica los diferentes planteamientos en la solución del problema de despacho económico. Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de trabajo en equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar los diferentes planteamientos para la solución del problema del Despacho Económico sin Pérdidas y con Límites de Generación, así como el caso con Pérdidas y con Límites de Red. • Formar grupos de trabajo para discutir ampliamente los diferentes casos del problema de Despacho Económico. • Resolver los diferentes casos del problema de Despacho Económico mediante el software MatLab. <p>Interpretar los resultados de los diferentes casos del Despacho Económico.</p>



<p>Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.</p>	
<p>4. Asignación de Unidades.</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s): Aplica los diferentes planteamientos en la solución del problema de asignación de unidades.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de trabajo en equipo. <p>Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar los diferentes planteamientos para la solución del problema de asignación de unidades para la Clasificación de las Unidades, Restricción de las Unidades y Costos. • Formar grupos de trabajo para discutir ampliamente los diferentes casos del problema de Asignación de Unidades. • Resolver los diferentes casos del problema de Asignación de Unidades mediante el software MatLab. Interpretar los resultados de los diferentes casos de la Asignación de Unidades.
<p>5. Métodos computacionales para la solución de Despachos de Generación y Asignación de Unidades</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s): Analiza y aplica métodos computacionales para la solución de Despachos de Generación y Asignación de Unidades</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, 	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar los métodos computacionales para la solución de Despachos de Generación y Asignación de Unidades. • Desarrollar ejemplos de Despachos de Generación y Asignación de Unidades, mediante Programación Lineal, Programación Entera- Mixta



<p>análisis y síntesis.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. 	
--	--

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> • Método Gauss-Seidel. • Método Newton-Raphson. • Solución de Flujos por Gauss-Seidel. • Solución de Flujos por Newton-Raphson. • Solución del Despacho Económico en sus diferentes modalidades. • Solución de Asignación de Unidades en sus diferentes modalidades. • Programación Lineal. • Programación Entera-Mixta.

9. Proyecto de asignatura

<p>El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fundamentación: marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo. • Planeación: con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros,
--



según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.

- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

La evaluación de la asignatura se hará con base en el siguiente desempeño:

- Evaluación de reportes de investigaciones documentales y experimentales.
- Evaluación de reportes de prácticas, con solución analítica, y simulaciones.
- Revisión de tareas de los problemas asignados en forma grupal o individual.
- Evaluar con examen los conocimientos adquiridos en clase.

11. Fuentes de información

1. *Allen J. Wood y Bruce F. Wollenberg. (2013). Power Generation, Operation, and Control. (3ª Ed.). John Wiley & Sons, Inc.*
2. *Gómez Expósito Antonio. (2002). Análisis y Operación de Sistemas de Energía Eléctrica. Mc Graw Hill.*
3. *Reforma Energetica de los estados Unidos Mexicanos, Diario Oficial de la Nación.*
4. *Competition in Electricity Markets. Energy Market Reform. International Energy Agency. OECD.*
5. *Steven Stoff. (2002) Power System Economics. Designing Markets for Electricity. (IEEE/Wiley) ISBN 0-471-15040-1.*