

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura:	Operación de Sistemas Eléctricos de Potencia
Carrera:	Ingeniería Eléctrica
Clave de la asignatura:	SEF-1304
(Créditos) SATCA ¹	3 - 2 - 5

2.- PRESENTACIÓN

Caracterización de la asignatura.

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Eléctrico la capacidad para interpretar, representar, calcular y explicar el comportamiento de la operación de un sistema de potencia, bajo condiciones de estado estable y estado dinámico

Permite al estudiante tener una visión integral de la operación de los Sistemas Eléctricos de Potencia y la estrecha interrelación entre todos los componentes del mismo. El estudiante es capaz de identificar los diferentes estados operativos que se pueden tener, así como proponer alternativas para una operación segura y eficiente.

Esta materia se soporta en otras materias de la parte genérica relacionadas con el tema de Sistemas Eléctricos de potencia y permite ampliar el campo de acción del ingeniero Eléctrico.

Intención didáctica.

Se organiza el temario, en las siguientes cuatro unidades:

La primera unidad se dedica a la presentación de las acciones que se realizan en un centro de control de energía para llevar a cabo la operación de un sistema de potencia.

En la segunda unidad se describen los métodos mas empleados para tener el voltaje y potencia reactiva del sistema eléctrico en los valores especificados.

En la tercera unidad se estudia el control de la generación que se realiza en el sistema como respuesta ante el desbalance carga - generación lo que da lugar a un cambio dinámico de la frecuencia.

En la cuarta unidad se estudia el comportamiento del sistema eléctrico de potencia en estado transitorio. Se analiza la estabilidad del sistema ante perturbaciones eléctricas y mecánicas, los métodos de análisis para determinar si el sistema se mantiene es estado estable ante una perturbación, en especial el criterio de aéreas iguales.

3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

¹ Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

<p>Competencias específicas:</p> <p>Analizar y explicar la operación de un sistema eléctrico de potencia, bajo condiciones de estado estable y dinámico.</p>	<p>Competencias genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis • Capacidad de organizar y planificar • Conocimientos básicos de la carrera • Comunicación oral y escrita • Habilidades básicas de manejo de la computadora • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas • Solución de problemas • Toma de decisiones. <p>Competencias interpersonales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad crítica y autocrítica • Trabajo en equipo • Habilidades interpersonales <p>Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidades de investigación. • Capacidad de aprender. • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). • Habilidad para trabajar en forma autónoma. • Búsqueda del logro.
---	--

4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Instituto Tecnológico de Hermosillo, Sonora, del 20 al 24 de agosto de 2012.	Integrantes de la academia de Ingeniería Eléctrica del instituto Tecnológico de Hermosillo.	Reunión de propuesta del modulo de especialidad de la currícula por competencias del programa de Ingeniería Eléctrica.

5.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO (competencias específicas a desarrollar en el curso)

Analizar y explicar la operación de un sistema eléctrico de potencia, bajo condiciones de estado estable y dinámico.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

Conocimiento en cálculo diferencial e integral, ecuaciones diferenciales, modelación de elementos de Sistemas Eléctricos de Potencia, cálculo de flujos de carga, cálculo de fallas, operación de transformadores y máquinas síncronas

7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Fundamentos para la operación de sistemas eléctricos de potencia	1.1 Elementos de un Sistema Eléctrico de Potencia (SEP). 1.2 Representación de los SEPs. 1.2.1 Diagramas unifilares de Nomenclatura 1.2.2 Diagramas unifilares de protecciones 1.3 Herramientas para la Operación de un SEP. 1.3.1 Sistema de Control Supervisorio y Adquisición de Datos (SCADA) 1.3.2 Sistema de Comunicaciones. 1.4 Funciones del Ingeniero Operador de una Área de Control del SEP. 1.5 Estadística de la Operación. 1.6 Indicadores de Gestión.
2	Control de voltaje y potencia reactiva en el SEP	2.1 Curva de Capacidad de los generadores. 2.2 Tipos de nodos. 2.3 Característica de carga del sistema. 2.4 Métodos de control del voltaje de nodos. 2.4.1 voltaje de generación de máquina síncrona. 2.4.2 cambio de relación de transformación de transformadores. 2.4.3 compensación en derivación. 2.4.4 Compensación Estático de Vars (CEV), y Sistemas de Transmisión Flexible en Corriente Alterna (FACTS). 2.5 Controles discretos. 2.6 Coeficientes de sensibilidad.
3	Control de generación	3.1 Respuestas del SEP.

		3.2 Regulación Primaria. 3.2.1 Estatismo de los Generadores. 3.2.2 Modos de Operación de los Generadores. 3.2.3 Caso Una Área – Una Máquina (UA - UM). 3.2.4 Caso Una Área – Multi máquinas. 3.2.5 Caso Dos Áreas – Dos Maquinas. 3.3. Regulación Secundaria. 3.3.1 Modos de Control. 3.3.2 Error de Control de Área. 3.3.3 Factores de Participación.
4	Estabilidad en el SEP.	4.1 Definición del problema de estabilidad en SEPs. 4.2 Característica Potencia - Ángulo en SEPs. 4.3 Método de áreas iguales para análisis de estabilidad en SEPs. 4.4 Aplicación del método de áreas iguales. 4.4.1 Sin operación de protecciones. 4.4.2 Con operación de protecciones.

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS (desarrollo de competencias genéricas)

El profesor deberá ser conocedor de la asignatura, conocer su origen y desarrollo histórico, coordinar el trabajo en equipo y fomentar la toma de decisiones. Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo, considerando el conocimiento de los estudiantes como punto de partida y como reto para la construcción de nuevos conocimientos. Para lo anterior deberá:

- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.
- Propiciar el uso de tecnologías de información en el desarrollo de los contenidos de la asignatura.
- Fomentar, en el estudiante, el desarrollo de actividades intelectuales de inducción - deducción y análisis - síntesis, las cuales lo encaminan hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y la solución de problemas.
- Llevar a cabo actividades prácticas que promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: observación, identificación, manejo y control de variables y datos relevantes.
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su solución y análisis.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.

9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:

- Reportes de investigación documental.
- Exámenes para comprobar el manejo de aspectos teóricos.
- Reporte de simulación con software especializado.

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1: Fundamentos para la operación de sistemas eléctricos de potencia

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Aprender las funciones que se realizan en un centro de control de energía para llevar a cabo la operación de un SEP.	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar los diferentes diagramas del SEP • Ejemplos de manejo de diagramas. • Visita al Centro de Control de CFE. • Explicación de la diferente información que se maneja en la operación normal de un SEP real. • Justificación de la necesidad de contar con indicadores que permitan evaluar la calidad de la operación de un SEP.

Unidad 2: Control de voltaje y potencia reactiva en el SEP.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Conocer los métodos de control para mantener la calidad de voltaje en un SEP de acuerdo a normas establecidas.	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretación de las curvas de capacidad de los generadores. • Ejercicios utilizando la máquina síncrona como fuente de potencia reactiva. • Utilización de los cambiadores de TAP's en los transformadores. • Ejercicios para mostrar el impacto de la compensación en paralelo en el control de voltaje.

Unidad 3: Control de generación.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Conocer y analizar los métodos de control de generación mediante regulación primaria, secundaria y	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar las diferentes respuestas de un SEP ante un desbalance de potencia y determinar la participación de los generadores ante éste.

control automático para mantener la frecuencia e intercambio de energía entre áreas.	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar la respuesta inercial individual de cada generador y la equivalente de un SEP con múltiples generadores.
--	--

Unidad 4: Estabilidad en el SEP.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Conocer los conceptos fundamentales de estabilidad de un SEP y analizar el método de áreas iguales para el estudio de estabilidad en estado transitorio.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación del problema de estabilidad con la característica Potencia - Angulo (Transferencia de potencia). • Formulación del método de áreas iguales para el análisis de transitorio de estabilidad. • Análisis de las áreas de aceleración y desaceleración con la característica Potencia - Ángulo. • Evaluación del impacto de los controles discretos en la mejoría de la estabilidad de un SEP.

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Grainger, John; Stevenson, William, Análisis de Sistemas de Potencia, McGraw Hill.
2. Gross, Charles, Power Systems Analysis, Wiley
3. Enríquez Harper Gilberto, Análisis Moderno de Sistemas Eléctricos de Potencia, Limusa
4. Elgerd Olle, Electric Energy Systems Theory: An introduction, McGraw Hill.
5. Mason C. Russell, The Art and Science of Protective Relaying, John Wiley & Sons Inc. 1964.
6. Anderson, Paul, Analysis of Faulted Power Systems, IEEE press.
7. Siegert, Luís, Alta Tensión y Sistemas de Transmisión, Limusa.
8. Grigsby, L.L., The Electric Power Engineering Handbook, CRC Press-IEEE.
9. Miller, Power System Operation, Mc Graw Hill.
10. Antonio Gómez Expósito, Análisis y operación de los sistemas de energía eléctrica, Ed. Mc Graw Hill.
11. Publicaciones especializadas CFE, IEEE, CIGRE.

12.- PRÁCTICAS

Esta materia requiere prácticas de simulación digital.