

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Control de los Sistemas Eléctricos de Potencia
<b>Clave de la asignatura:</b>	OSF-1806
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	3-2-5
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Eléctrica

## 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 más 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 en estado estable ante una perturbación, en especial el criterio de aéreas iguales.

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

---

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

<b>Lugar y fecha de elaboración o revisión</b>	<b>Participantes</b>	<b>Evento</b>
Instituto Tecnológico de Hermosillo, Sonora, del 14 de abril al 30 de mayo de 2018.	Integrantes de la Academia de Ingeniería Eléctrica del Instituto Tecnológico de Hermosillo.	Reuniones de propuesta del módulo de la especialidad de la currícula por competencias del programa de Ingeniería Eléctrica.

#### 4. Competencias a desarrollar

##### Competencias específicas de la asignatura

Analizar y explicar el control y la operación de un Sistema Eléctrico de Potencia, bajo condiciones de estado estable y dinámico.

#### 5. 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

#### 6. Temario

No.	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 Región 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	<p>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 en la máquina Síncrona.                  2.4.2 Cambio de relación de transformación de transformadores.                  2.4.3 Compensación en derivación.                  2.4.4 Compensador Estático de VARS (CEV), y Sistemas de Transmisión Flexible en Corriente Alterna (FACTS).                  2.5 Controles discretos.                  2.6 Coeficientes de sensibilidad.</p>
3	Control de generación	<p>3.1 Respuestas del SEP.                  3.2 Generadores no convencionales                  3.2.1 Generación fotovoltaica                  3.2.2 Generación eólica                  3.3 Regulación Primaria                  3.3.1 Estatismo de los Generadores.                  3.3.2 Modos de Operación de los Generadores.                  3.3.3 Caso Una Área – Una Máquina (UA - UM).                  3.3.4 Caso Una Área – Multi máquinas.                  3.3.5 Caso Dos Áreas – Dos Máquinas</p>
4	Estabilidad en el SEP.	<p>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</p>

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

Tema 1.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica:</p> <p>Aprender las funciones que se realizan en un centro de Control de Energía para llevar a cabo el control y la Operación de un SEP.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales Competencias interpersonales Competencias sistémicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar los diferentes diagramas del SEP</li> <li>• Ejemplos de manejo de diagramas.</li> <li>• Visita al Centro de Control de CFE.</li> <li>• Explicación de la diferente información que se maneja en la operación normal de un SEP real.</li> <li>• Justificación de la necesidad de contar con indicadores que permitan evaluar la Calidad de la operación de un SEP.</li> </ul>
Tema 2.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica:</p> <p>Conocer los métodos de control para mantener la calidad de voltaje en un SEP de establecidas.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales Competencias interpersonales Competencias sistémicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretación de las curvas de capacidad de los generadores.</li> <li>• Ejercicios utilizando la máquina síncrona como fuente de potencia reactiva.</li> <li>• 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.</li> </ul>
Tema 3.	

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Conocer y analizar los métodos de control generación mediante regulación primaria, Secundaria y control automático para mantener la frecuencia e intercambio de energía entre áreas.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales Competencias interpersonales Competencias sistémicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar la respuesta inercial individual de cada generador y la equivalente de un SEP con múltiples generadores.</li> <li>• Explicar las diferentes respuestas de un SEP ante un desbalance de potencia y determinar la participación de los generadores ante éste.</li> </ul>
<p>Tema 4.</p>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Conocer los conceptos fundamentales de estabilidad de un SEP y analizar el método de áreas iguales para el estudio de estabilidad en estado transitorio.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales Competencias interpersonales Competencias sistémicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación del problema de estabilidad con la característica Potencia – Angulo (Transferencia de potencia).</li> <li>• Formulación del método de áreas iguales para el análisis transitorio de estabilidad.</li> <li>• Análisis de las áreas de aceleración y desaceleración con la característica Potencia - Ángulo.</li> <li>• Evaluación del impacto de los controles discretos en la mejoría de la estabilidad de un SEP.</li> </ul>

### **Competencias Instrumentales**

Capacidad de análisis y síntesis  
Capacidad de organizar y planificar  
Conocimientos básicos de la carrera  
Comunicación oral y escrita  
Habilidad en el manejo de la computadora  
Habilidad en el manejo de información  
Solución de problemas  
Toma de decisiones.

### **Competencias interpersonales**

Capacidad crítica y autocrítica  
Trabajo en equipo  
Habilidades interpersonales

### **Competencias sistémicas**

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.

## **8. Prácticas**

En esta materia no se realizan prácticas en laboratorio, en su lugar se deberá visitar un Centro de Control Regional del CNACE con objeto de que el estudiante observe como se realiza la operación en tiempo real de un SEP.

## 9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que plantee el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

**Fundamentación:**

**Planeación:**

**Ejecución:**

**Evaluación:**



## 10. Evaluación por competencias

Para verificar el avance en las competencias específicas y genéricas del estudiante debemos solicitar:

**Instrumentos:**

Evaluación escrita  
Elaboración de reportes

**Herramientas:**

Lista de asistencia  
Lista de calificaciones  
Reportes elaborados

Todas las evidencias deberán integrar las evidencias en un portafolio de evidencias en electrónico.

## 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.