

**PROGRAMA DE ESTUDIO**

Nombre de la asignatura: OPERACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS						
Clave: SDP01		Ciclo Formativo: Básico () Profesional () Especializado (X)				
Fecha de elaboración: marzo 2015						
Horas Semestre	Horas semana	Horas de Teoría	Horas de Práctica	Créditos	Tipo	Modalidad (es)
64	4	4	0	8	Teórica (X) Teórica-práctica () Práctica ()	Presencial () Híbrida (X)
Semestre recomendado: Octavo				Requisitos curriculares: Ninguno		
Programas académicos en los que se imparte: Ingeniería Eléctrica-Electrónica						
Conocimientos y habilidades previos: Leyes fundamentales de electricidad y magnetismo. Protecciones eléctricas Interpretación de diagramas unifilares y planos eléctricos Análisis de circuitos de c.a y medición de potencia eléctrica Flujos de potencia, cortocircuito y estabilidad de redes de potencia Sistemas de comunicación Sistemas digitales						

1. DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA:

Los sistemas eléctricos de potencia son de vital importancia para el bienestar y desarrollo de la sociedad. Contar con un suministro eléctrico con calidad, cantidad y oportunidad es fundamental para la productividad de un país, sino es así se ocasionan severos problemas técnicos y de producción que generan pérdidas económicas. Desde las plantas de generación, líneas de transmisión hasta las redes de distribución se requiere en todo momento ser operadas por personal altamente capacitado. Por lo tanto, en esta materia se analizan los procedimientos, políticas y normativas existentes a nivel nacional para la operación de los sistemas eléctricos. Esta asignatura introduce al alumno en la Operación de los Sistemas Eléctricos de potencia y forma parte de la etapa de énfasis de la carrera de Ingeniería Eléctrica-Electrónica.



2. CONTRIBUCIÓN DE LA ASIGNATURA AL PERFIL DE EGRESO

Los sistemas de potencia y distribución requieren ser operados en todo momento por personal altamente capacitado y con la experiencia necesaria para atender disturbios y cambios de estado tomando las medidas de seguridad tanto para el personal como para el equipo, por lo que el alumno egresado tendrá los fundamentos para la eficiente y correcta operación de los sistemas eléctricos.

3. CONTROL DE ACTUALIZACIONES

Fecha	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Marzo 2015	Dr. Luis Cisneros Villalobos M. en. C. Isaías Guillen Moya Ing. Luis Mardonio Rodríguez López Ing. Elías Vázquez García Ing. Alfonso Portillo Mercado	Emisión de documento

4. OBJETIVO GENERAL

Analizar los reglamentos, procedimientos y técnicas de operación que impactan en el control y operación de las redes eléctricas de potencia y distribución.

5. COMPETENCIAS GENÉRICAS y/o TRANSVERSALES MODELO UNIVERSITARIO

Generación y aplicación de conocimiento	Aplicables en contexto
Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma.	Capacidad para tomar decisiones. Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
Sociales	Éticas
Capacidad para organizar y planificar el tiempo. Capacidad de trabajo en equipo.	Compromiso ético. Compromiso con la calidad.

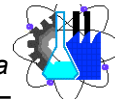


6. CONTENIDO TEMÁTICO

UNIDAD	TEMA	SUBTEMA
1	Introducción	1.1 Flujos de potencia 1.2 Cálculo de cortocircuito 1.3 Sobretensiones en las redes 1.4 Control de reactivos 1.5 Balance carga-generación 1.6 Estabilidad transitoria
2	Introducción a los sistemas de protección de sistemas eléctricos	2.1 Introducción a los sistemas de protección 2.2 Transformadores de medición 2.3 Protección de líneas y cables 2.4 Protección de generadores 2.5 Protección de barras 2.6 Protección de circuitos de distribución
3	Despacho de generación y Regulación de Frecuencia	3.1 Despacho de generación, introducción a la coordinación hidrotérmica 3.2 Regulación Primaria de frecuencia 3.3 Regulación de velocidad y reguladores de velocidad 3.4 Respuesta de la carga a variaciones de frecuencia 3.5 Máquinas participantes en la regulación de frecuencia 3.6 Regulación secundaria de frecuencia 3.7 Control de la potencia del generador 3.8 Control automático de generación (AGC) 3.9 Desconexión de carga 3.10 Reserva para regulación de frecuencia
4	Análisis de seguridad y Acciones de Control	4.1 Introducción a la seguridad y estados de operación 4.2 Estado normal 4.3 Estado de alerta 4.4 Estado de emergencia 4.5 Maniobras en subestaciones con arreglo de interruptor y medio 4.6 Maniobras en subestaciones con arreglo de bus seccionado 4.7 Maniobras en subestaciones con arreglos especiales 4.8 Maniobras en la red de distribución 4.9 Colapso parcial y general 4.10 Introducción a la recuperación del sistema y acciones de restablecimiento
5	Desconexión Automática de Carga y	5.1 Disparo Automático de carga (DAC) 5.2 Disparo Automático de generación (DAG)



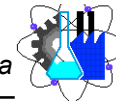
	Generación	5.3 Esquema de desconexión automático de carga por baja frecuencia (EDACBF) 5.4 Esquema de desconexión automático de carga por bajo voltaje (EDACBV) 5.5 Tiempo de interrupción por usuario, TIU
6	Pronóstico de la Demanda	6.1 Pronóstico para series de tiempo, extrapolación 6.2 Horizontes de planeación (POISE) 6.3 Pronóstico de la demanda por crecimiento anual del PIB. 6.4 Pronóstico por análisis de variables explicativas 6.5 Proyección de la demanda horaria 6.6 Escenarios de demanda máxima, media y mínima 6.7 Planeación de la operación
7	Restauración de Sistemas de Potencia	7.1 Introducción 7.2 Problemas en la restauración de los sistemas eléctricos de potencia y distribución 7.3 Balance y coordinación de carga y generación 7.4 “Arranques negros” 7.5 Tensiones transitorias por maniobra 7.6 Asistencia de las interconexiones 7.7 Estimación de estado de los interruptores 7.8 Diferencia de ángulos de fase 7.9 Formación de islas y separación cargas 7.10 Equipos con sincronización 7.11 Plan de restablecimiento 7.12 Sistemas expertos 7.13 El entrenamiento de los operadores
8	Introducción a los Sistemas de control Supervisorio y de Adquisición de Datos	8.1 Introducción 8.2 Centros de operación y control 8.3 Función de los sistemas de control supervisorio y de adquisición de datos (SCADA). 8.4 Unidades terminales maestras y remotas 8.5 Estimadores de estado 8.6 Organización de las áreas de control, jerarquización



7. UNIDADES DE COMPETENCIAS DISCIPLINARES

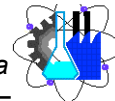
Unidad 1: Introducción		
Competencia de la unidad: Reconoce las principales técnicas utilizadas en el análisis, manejo y operación de las redes de potencia y distribución.		
Objetivo de la unidad: Reconocer las principales técnicas de análisis de las redes de potencia y distribución.		
Elementos de Competencia Disciplinar		
Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Análisis de circuitos de corriente alterna Análisis de sistemas eléctricos de potencia Curvas de demanda horaria. Diagramas unifilares. Integración de los sistemas de potencia.	Capacidad de identificar y resolver problemas. Determinación de soluciones y alternativas. Capacidad de análisis, síntesis y evaluación	Respeto y responsabilidad. Compromiso con la calidad.
Estrategias de enseñanza: Videoconferencias, métodos de casos, aprendizaje basado en problemas, conferencias magistrales.		Recursos didácticos Proyector digital, sistema de audio, computadora personal, cámara de video, software.

Unidad 2: Introducción a los sistemas de protección de sistemas eléctricos		
Competencia de la unidad: Recupera y usa los conocimientos para la selección de las protecciones eléctricas utilizadas en los sistemas de potencia y distribución.		
Objetivo de la unidad: Recuperar y usar los conocimientos para la selección de las protecciones de una red eléctrica.		
Elementos de Competencia Disciplinar		
Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores



Protecciones primarias de redes de potencia	Capacidad de identificar y resolver problemas. Determinación de soluciones y alternativas. Capacidad de análisis, síntesis y evaluación	Respeto, orden, confianza y responsabilidad. Compromiso con la calidad.
Protecciones de respaldo de redes de potencia		
Planos y diagramas de protecciones.		
Código ANSI de protecciones.		
Estrategias de enseñanza: Videoconferencias, métodos de casos, aprendizaje basado en problemas, conferencias magistrales.		Recursos didácticos Proyector digital, sistema de audio, computadora personal, cámara de video, software.

Unidad 3: Despacho de Generación y Regulación de Frecuencia		
Competencia de la unidad: Aplica las técnicas que se son utilizadas para el despacho de la generación, control de frecuencia y tensión en una red interconectada.		
Objetivo de la unidad: Aplicar las técnicas utilizadas para el control de la generación y frecuencia de una red eléctrica.		
Elementos de Competencia Disciplinar		
Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Despacho de generación Teoría de la máquina síncrona. Control de frecuencia. Control de voltaje. Sincronización de unidades de generación	Capacidad de identificar y resolver problemas. Determinación de soluciones y alternativas. Capacidad de análisis.	Respeto, orden, confianza y responsabilidad. Compromiso con la calidad.
Estrategias de enseñanza: Videoconferencias, métodos de casos, aprendizaje basado en problemas, conferencias magistrales, visitas a centros operativos.		Recursos didácticos Proyector digital, sistema de audio, computadora personal, cámara de video, software.

**Unidad 4: Análisis de Seguridad y Acciones de Control****Competencia de la unidad:**

Analiza las acciones que mantienen la seguridad operativa de una red eléctrica de potencia bajo diferentes estados operativos.

Objetivo de la unidad:

Analizar las acciones que mantienen la seguridad operativa de una red eléctrica de potencia.

Elementos de Competencia Disciplinar

Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Concepto de estado de un sistema Planos y diagramas unifilares Maniobras en equipo de potencia Políticas de coordinación de protecciones eléctricas Políticas de control de voltaje y frecuencia Arreglos de subestaciones Acciones de restablecimiento	Capacidad de identificar y resolver problemas. Determinación de soluciones y alternativas. Capacidad de análisis, síntesis y evaluación	Respeto, orden, confianza y responsabilidad. Compromiso con la calidad.

Estrategias de enseñanza:

Videoconferencias, métodos de casos, aprendizaje basado en problemas, conferencias magistrales, visitas a centros operativos.

Recursos didácticos

Proyector digital, sistema de audio, computadora personal, cámara de video, software.

Unidad 5: Desconexión Automática de Carga y Generación**Competencia de la unidad:**

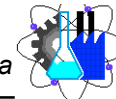
Analiza los principales controles discretos suplementarios que son utilizados para mantener la seguridad de las redes de potencia.

Objetivo de la unidad:

Analizar los principales controles discretos suplementarios utilizados en las redes de potencia.

Elementos de Competencia Disciplinar

Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
---------------	-------------	---------------------



<p>Nomenclatura de protecciones. Arreglos de subestaciones Seguridad de áreas Colapso de voltaje Tiempo de interrupción Balance carga-generación Disparos automáticos</p>	<p>Capacidad de identificar y resolver problemas. Determinación de soluciones y alternativas. Capacidad de análisis, síntesis y evaluación</p>	<p>Respeto, orden, confianza y responsabilidad. Compromiso con la calidad.</p>
<p>Estrategias de enseñanza: Videoconferencias, métodos de casos, aprendizaje basado en problemas, conferencias magistrales, visitas a centros operativos.</p>		<p>Recursos didácticos Proyector digital, sistema de audio, computadora personal, cámara de video, software.</p>

Unidad 6: Pronóstico de la Demanda		
<p>Competencia de la unidad: Aplica herramientas analíticas y computacionales fundamentales para llevar a cabo un estudio de pronóstico de demanda a corto y mediano plazo.</p>		
<p>Objetivo de la unidad: Aplicar las principales herramientas de pronóstico de consumo de energía eléctrica.</p>		
Elementos de Competencia Disciplinar		
Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
<p>Curvas de demanda horaria Concepto de energía. Despacho, asignación de unidades Demanda máxima, media y mínima.</p>	<p>Capacidad de identificar y resolver problemas. Determinación de soluciones y alternativas. Capacidad de análisis, síntesis y evaluación Capacidad creativa</p>	<p>Respeto, orden, confianza y responsabilidad. Compromiso con la calidad.</p>
<p>Estrategias de enseñanza: Videoconferencias, métodos de casos, aprendizaje basado en problemas, conferencias magistrales, visitas a centros operativos.</p>		<p>Recursos didácticos Proyector digital, sistema de audio, computadora personal, cámara de video, software.</p>

**Unidad 7: Restauración de Sistemas de Potencia****Competencia de la unidad:**

Aplica los principales procedimientos técnicos, políticas y normativas para la restauración de una red eléctrica de potencia.

Objetivo de la unidad:

Aplicar los procedimientos para la restauración de una red eléctrica de potencia.

Elementos de Competencia Disciplinar

Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Redes de potencia Interpretación de planos y diagramas de protecciones. Segregación de áreas Arreglos y maniobras de subestaciones Sincronización de unidades Máquinas eléctricas Estructura de las jerarquías operativas	Capacidad de identificar y resolver problemas. Determinación de soluciones y alternativas. Capacidad de análisis, síntesis y evaluación Creatividad	Respeto, orden, confianza y responsabilidad. Compromiso con la calidad.

Estrategias de enseñanza:

Videoconferencias, métodos de casos, aprendizaje basado en problemas, visitas a centros operativos.

Recursos didácticos

Proyector digital, sistema de audio, computadora personal, cámara de video, software.

Unidad 8: Introducción a los Sistemas de control Supervisorio y de Adquisición de Datos**Competencia de la unidad:**

Comprende el significado de los elementos auxiliares que permiten la supervisión de una red eléctrica a través de la adquisición de datos.

Objetivo de la unidad:

Comprender el significado de la supervisión y adquisición de datos en una red de potencia.

Elementos de Competencia Disciplinar

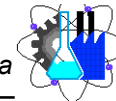
Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Transformadores de instrumentos Sistemas de comunicación Sistemas Electrónicos Sistemas digitales Interfaces hombre-máquina Fundamentos de relevadores digitales Sincronización de fasores Automatización y control	Capacidad de identificar y resolver problemas. Determinación de soluciones y alternativas. Capacidad de análisis, síntesis y evaluación	Respeto, orden, confianza y responsabilidad. Compromiso con la calidad.

Estrategias de enseñanza:

Videoconferencias, métodos de casos,

Recursos didácticos

Proyector digital, sistema de audio,



aprendizaje basado en problemas, conferencias magistrales, visitas a centros operativos.	computadora personal, cámara de video, software.
--	--

8. EVALUACIÓN.

Documentos de referencia:

Reglamento General de Exámenes de la UAEM

Reglamento de la FCQel:

ARTÍCULO 80. -En las asignaturas teóricas y teórico-prácticas, la calificación que se asentará en el acta de examen ordinario será el promedio ponderado de mínimo 3 evaluaciones parciales y un examen de carácter departamental que incluya los contenidos temáticos de la asignatura.

Cada evaluación parcial estará integrada por un examen parcial y las actividades inherentes a cada asignatura.

9. FUENTES DE CONSULTA.

Bibliografía básica:

- Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE), CFE, 2013.
- Allen J. Wood and Bruce F. Woollenberg, (2006).Power Operation Generation and Control, John Wiley and Sons,
- Reglas de Despacho y Operación del Sistema Eléctrico Nacional, Comisión Federal de Electricidad, Diario Oficial de la Federación, 2005.
- Prospectiva del Sector Eléctrico 2013-2027, Secretaría de Energía, Gobierno Federal, México 2013.
- ALSTOM. Network Protection and Automation Guide. 2002.

Bibliografía complementaria:

- Manual de diseño de subestaciones, Luz y Fuerza del Centro 2003.
- John Grainger y William Stevenson, (2001).Análisis de Sistemas de Potencia, Mc Graw-Hill,



- PrabhaKundur, (1994) Power System Stability and Control, Mc Graw-Hill,.
- John Grainger y William Stevenson, (2001). Análisis de Sistemas de Potencia, Mc Graw-Hill,
- Reglamento de Operación de Luz y Fuerza del Centro, 1969.
- A.G. Expósito. (2002) Análisis y operación de energía eléctrica. McGraw-Hill. España..