

## 1. Datos Generales de la asignatura

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Nombre de la asignatura:</b> | <b>Centrales Eléctricas</b> |
| <b>Clave de la asignatura:</b>  | <b>ELE-1001</b>             |
| <b>SATCA<sup>1</sup>:</b>       | <b>3-1-4</b>                |
| <b>Carrera:</b>                 | <b>Ingeniería Eléctrica</b> |

## 2. Presentación

|   |
|---|
| <p><b>Caracterización de la asignatura</b></p> <p>Esta asignatura aporta al perfil del ingeniero electricista la capacidad para analizar fenómenos involucrados en los procesos de generación de energía eléctrica y la sensibilidad y conocimientos para hacer un uso eficiente de la energía.</p> <p>Para integrarla se ha hecho un análisis del campo de las máquinas eléctricas y los equipos mecánicos, identificando temas de termodinámica e hidráulica que tienen una mayor aplicación en el estudio de las centrales eléctricas.</p> <p>Esta asignatura puede considerarse como terminal en la retícula genérica, pero dará soporte a otras que pueden aparecer dentro del módulo de especialidad en el área de fuentes alternas de energía o energías renovables.</p>   |
| <p><b>Intención didáctica</b></p> <p>Se organiza el contenido en seis temas agrupándolos por tipo de central generadora, analizando los equipos y procesos auxiliares en el segundo tema.</p> <p>En el primer tema se analizan las componentes de las centrales termoeléctricas convencionales, sus balances de energía y eficiencia de los equipos involucrados. Se hace un estudio de la situación actual de los combustibles fósiles, así como de las fuentes de energía no renovables. El estudiante debe realizar un trabajo de investigación relativo a la producción nacional de explotación de los recursos energéticos derivados del petróleo y analizar la tendencia en el mediano y largo plazo. Como tema de actualidad se analiza el impacto al medio ambiente derivado de la construcción y operación de una central termoeléctrica.</p> <p>Se abordan las leyes de la termodinámica y ciclos térmicos en el segundo tema, buscando una visión de conjunto de este campo de estudio relativo a las centrales termoeléctricas. Al estudiar cada ciclo se incluyen los conceptos involucrados con ellos, para hacer un tratamiento más significativo, oportuno e integrado de dichos conceptos.</p> <p>En el tercer tema se estudia la generación de energía eléctrica mediante turbinas de gas sencillas y con recuperadores de calor. Se analizan los balances de energía utilizando gas natural y diesel. Se debe realizar un trabajo de investigación relativo a los componentes de las turbinas de gas y sus equipos auxiliares. Debe incluir los sistemas de arranque, lubricación, combustión y control.</p> <p>En el tema 4 se estudia la generación de energía eléctrica mediante centrales de ciclo combinado. Se analizan los balances de energía utilizando gas natural. Se debe realizar un trabajo de investigación relativo a los componentes de las centrales de ciclo combinado y sus equipos auxiliares. Se realiza un estudio técnico económico del costo del kWh producido y costos de inversión. En este tema se incluyen actividades de modelaje de instalaciones aplicado a anteproyectos específicos.</p> |

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

El tema 5 se refiere a las centrales hidroeléctricas, analizando los vasos, represas, la obra de toma, la clasificación de las turbinas hidráulicas, los equipos auxiliares y el sistema eléctrico de potencia. Se hacen ejercicios para el cálculo de eficiencia de una central de este tipo.

Las fuentes alternas y no convencionales para la generación de energía eléctrica se estudian en el tema 6. Se analizan los procesos de fisión y fusión nuclear, los tipos de reactores y generadores de vapor. Se tratan las diferentes tecnologías no convencionales para la generación de energía eléctrica como son: solar, biomasa, eólica, geotérmica y celdas de combustible. Se debe realizar un trabajo de investigación para exponer la situación actual y sus perspectivas, tanto a nivel nacional como mundial.

La idea es abordar reiteradamente los conceptos fundamentales de las diferentes formas de generación de energía eléctrica hasta conseguir su comprensión. Se propone estudiar los procesos termodinámicos desde un punto de vista conceptual, partiendo de la identificación de cada uno de dichos procesos en el entorno cotidiano.

Se sugiere una actividad integradora que permita aplicar los conceptos estudiados. Esto permite dar un cierre a la materia mostrándola como adecuada por sí misma en el desempeño profesional, independientemente de la utilidad que representa en el tratamiento de temas en asignaturas posteriores.

El enfoque sugerido para la asignatura requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes, planteamiento de hipótesis y trabajo en equipo. Así mismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado. En las actividades prácticas sugeridas es conveniente que el profesor busque sólo guiar a los alumnos para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar. Para que aprendan a planificar, que no planifique el profesor todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

La lista de actividades de aprendizaje sugiere como mínimo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividades extraclase y una vez en el aula comenzar con el análisis y discusión de los resultados observados. Se busca partir de experiencias cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los fenómenos físicos en su alrededor. Es importante ofrecer escenarios distintos: contruidos, artificiales, virtuales o naturales.

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el alumno tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso. Esta resolución de problemas no se especifica en la descripción de actividades, por ser más familiar en el desarrollo de cualquier curso. Pero se sugiere que se diseñen problemas con datos faltantes o sobrantes de manera que el alumno se ejercite en la identificación de datos relevantes y elaboración de supuestos.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su hacer futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo, desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

Es necesario que el profesor ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura.

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

| Lugar y fecha de elaboración o revisión                                     | Participantes   | Evento  |
|---|---|---|
| Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 24 al 28 de agosto de 2009. | Representantes de los Institutos Tecnológicos de:<br>Aguascalientes, Chetumal, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Coatzacoalcos, Culiacán, Durango, Hermosillo, La Laguna, Mérida, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Saltillo, Tlalnepantla, Valle De Bravo y Veracruz.                     | Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecatrónica. |
| Instituto Tecnológico de Mexicali, del 25 al 29 de enero del 2010.          | Representantes de los Institutos Tecnológicos de:<br>Aguascalientes, Chetumal, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Coatzacoalcos, Culiacán, Durango, Hermosillo, La Laguna, Mérida, Mexicali, Orizaba, Pachuca, Saltillo, Tlalnepantla, Valle De Bravo y Veracruz.                         | Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecatrónica.                                |
| Instituto Tecnológico de la Laguna, del 26 al 29 de noviembre de 2012.      | Representantes de los Institutos Tecnológicos de:<br>Aguascalientes, Chetumal, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Culiacán, Hermosillo, La Laguna, Mexicali, Oaxaca, Pachuca, Querétaro, Tuxtla Gutiérrez y Veracruz.  | Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica.  |
| Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.           | Representantes de los Institutos Tecnológicos de:<br>Aguascalientes, Boca del Río, Celaya, Mérida, Orizaba, Puerto Vallarta y Veracruz.   | Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.   |
| Tecnológico Nacional de México, del 25 al 26 de agosto de 2014.             | Representantes de los Institutos Tecnológicos de:<br>Aguascalientes, Apizaco, Boca del Río, Celaya, Cerro Azul, Cd. Juárez, Cd. Madero, Chihuahua, Coacalco, Coatzacoalcos, Durango, Ecatepec, La Laguna, Lerdo, Matamoros, Mérida, Mexicali, Motúl, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Poza Rica, | Reunión de trabajo para la actualización de los planes de estudio del sector energético, con la participación de PEMEX.   |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | Progreso, Reynosa, Saltillo, Santiago Papasquiari, Tantoyuca, Tlalnepantla, Toluca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec. Representantes de Petróleos Mexicanos (PEMEX). |  |
|--|---|--|

#### 4. Competencia(s) a desarrollar

| Competencia(s) específica(s) de la asignatura  |
|--|
| <p>Evalúa, en base al conocimiento general de diseño y operación de las centrales de generación eléctrica convencionales y no convencionales, la importancia que adquieren como convertidoras de los recursos naturales en fuentes de energía eléctrica, con una orientación hacia el uso racional de los mismos, para que el impacto al medio ambiente sea mínimo.</p> <p>Diseña modelos de plantas de generación de ciclo combinado para el sistema de suministro público o para autoconsumo particular.</p> |

#### 5. Competencias previas

|  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selecciona, opera y mantiene el equipo mecánico asociado a los sistemas y equipos eléctricos de los procesos industriales o de uso generalizado.</li> <li>• Aplica los conocimientos básicos de termodinámica y mecánica de los fluidos en el estudio, selección y aplicación en equipos mecánicos, máquinas eléctricas y accesorios para la generación de la energía eléctrica.</li> </ul> |
|--|

#### 6. Temario

| No. | Temas                                    | Subtemas  |
|-----|--|---|
| 1   | Centrales Termoeléctricas Convencionales | 1.1 Arreglos generales de sistemas convencionales.<br>1.2 Combustibles fósiles; características y situación actual.<br>1.3 Ciclos de vapor, equipos térmicos y producción eléctrica.<br>1.4 Balances de energía, pérdidas y eficiencias por equipos y generales.<br>1.5 Impactos al medio ambiente.   |
| 2   | Equipos Termomecánicos                   | 2.1 Generalidades y clasificación de calderas.<br>2.2 Sistemas de alimentación y quemado de combustible.<br>2.3 Producción y características del vapor.<br>2.4 Turbinas a vapor, clasificación y características de diseño.<br>2.5 Ciclos térmicos con calderas y turbinas.<br>2.6 Sistemas de recuperación de condensado y torres de enfriamiento.<br>2.7 Sistemas y equipos de tratamiento de agua. |

|   |                                      |  |
|---|--------------------------------------|--|
| 3 | Turbinas a gas                       | <p>3.1 Generalidades de diseño, clasificación y capacidades de turbogas.</p> <p>3.2 Arreglos básicos con turbogeneradores a gas.</p> <p>3.3 Recuperadores de calor, diseños, características y capacidades.</p> <p>3.4 Capacidades, consumo de combustible, producción eléctrica y térmica.</p> <p>3.5 Balances de energía, capacidades y eficiencias de conjunto.</p>   |
| 4 | Centrales de Ciclo Combinado         | <p>4.1 Arreglos generales de combinaciones vapor-gas, datos de diseño, capacidades y características.</p> <p>4.2 Análisis comparativo con la convencional.</p> <p>4.3 Balances de energías térmica y eléctrica, pérdidas y eficiencias por equipo y generales.</p> <p>4.4 Costo del kwh producido.</p> <p>4.5 Equipos complementarios, tamaño de instalaciones y costos de inversión.</p> <p>4.6 Modelaje de instalaciones y anteproyectos específicos</p>   |
| 5 | Centrales Hidroeléctricas            | <p>5.1 Generalidades de diseño de instalaciones hidráulicas en vasos y represas.</p> <p>5.2 Turbinas hidráulicas, clasificación, capacidades y características generales.</p> <p>5.3 Arreglos de instalaciones hidroeléctricas, datos de diseño, eficiencias de conjunto y producción eléctrica.</p> <p>5.4 Equipos electromecánicos complementarios.</p> <p>5.5 Equipos eléctricos, barras de generadores, tableros de control y subestación eléctrica.</p> |
| 6 | Fuentes alternas y no convencionales | <p>6.1 Nuclear</p> <p>6.2 Solar</p> <p>6.3 Biomasa</p> <p>6.4 Eólica</p> <p>6.5 Geotérmica</p> <p>6.6 Celdas de combustible</p>  |

### 7. Actividades de aprendizaje de los temas

| 1 Centrales térmicas convencionales  |  |
|--|--|
| Competencias   | Actividades de aprendizaje   |
| <p>Específica(s):<br/>Reconoce y evalúa las características funcionales de los componentes de las centrales termoeléctricas convencionales para su integración en sistemas de conversión de la energía y eficiencia e impacto al medio ambiente.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar un trabajo de investigación relativo al ciclo termodinámico de una central termoeléctrica.</li> <li>Realizar una presentación respecto a los generadores de vapor y sus equipos auxiliares.</li> </ul> |

|  |  |
|--|--|
| <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.</li> <li>• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar la relación entre los conceptos: energía interna, calor, entalpía, entropía y temperatura y discutir su relación.</li> <li>• Identificar esos conceptos en el proceso de la generación de vapor.</li> <li>• Analizar el sistema de generación de vapor desde el punto de vista de eficiencia energética. Concretar ese análisis en balances de energía.</li> <li>• Realizar una presentación respecto a los principios de operación de las turbinas de vapor de alta, intermedia y baja presión.</li> <li>• Presentar un trabajo de investigación respecto al impacto ambiental que produce la construcción y operación de una central termoeléctrica.</li> </ul>  |
| 2 Equipos termomecánicos   |  |
| Competencias   | Actividades de aprendizaje   |
| <p>Específica(s):<br/>Conoce y evalúa las características de diseño, comportamiento, especificaciones y selección de calderas y turbinas de vapor, incluyendo sus sistemas auxiliares para la integración de centrales termoeléctricas.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.</li> <li>• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar los tipos de calderas disponibles tanto pirotubulares como acuotubulares. Discutir y formalizar grupalmente lo investigado.</li> <li>• Realizar un estudio respecto a la producción de combustóleo, gas natural y diesel y comentarlo en grupo.</li> <li>• Analizar las características del vapor saturado, del vapor sobrecalentado y del vapor recalentado y discutir en grupo su obtención y utilización.</li> <li>• Realizar un trabajo de investigación respecto a los componentes de la turbina de vapor y sus equipos auxiliares. Discutir en grupo.</li> <li>• Investigar y discutir en grupo la relación entre calor y entalpía.</li> <li>• Realizar una presentación respecto al ciclo agua-vapor, indicando los equipos auxiliares involucrados.</li> <li>• Realizar una presentación indicando el proceso de combustión: combustible-aire-gases.</li> <li>• Explicar las características de las torres de enfriamiento y los aerocondensadores.</li> <li>• Explicar el principio de operación del sistema de tratamiento de agua mediante el método de ósmosis inversa.</li> </ul> |
| 3 Turbinas a gas   |  |
| Competencias   | Actividades de aprendizaje   |
| <p>Específica(s):<br/>Conoce y evalúa las características de diseño, comportamiento, especificaciones y selección de</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar una presentación de los componentes de la turbina de gas convencional y sus equipos auxiliares.</li> </ul>   |



|   |  |
|---|--|
| <p>turbogeneradores de gas y recuperadores de calor, incluyendo sus sistemas auxiliares, para la integración de centrales termoeléctricas.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.</li> <li>• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar una presentación de los componentes de la turbina de gas con recuperación de calor y sus equipos auxiliares.</li> <li>• Presentar el principio de operación de la turbina de gas y compararla con el motor de propulsión a chorro.</li> <li>• Realizar una presentación indicando el proceso de combustión: combustible-aire-gases.</li> <li>• Elaborar balances de energía y cálculos de eficiencia energética utilizando diferentes combustibles.</li> </ul>   |
| 4 Centrales de ciclo combinado  |  |
| Competencias  | Actividades de aprendizaje   |
| <p>Específica(s):<br/>Modela y evalúa las características de diseño, capacidades y comportamiento para plantas de cogeneración y centrales de ciclo combinado.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.</li> <li>• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar una presentación de los componentes de la central de ciclo combinado y sus equipos auxiliares.</li> <li>• Realizar una presentación de los componentes del recuperador de calor para generación de vapor y sus equipos auxiliares.</li> <li>• Investigar los arreglos de las centrales de ciclo combinado mostrando las turbinas de gas, los recuperadores de vapor para generación de vapor, las turbinas de gas, el sistema de extracción de condensado, los aerocondensadores y los generadores eléctricos.</li> <li>• Realizar una presentación indicando el proceso de combustión y generación de vapor: combustible-aire-gases-vapor-agua.</li> <li>• Elaborar balances de energía y cálculos de eficiencia energética utilizando diferentes combustibles.</li> <li>• Realizar modelos de diferentes propuestas de plantas de cogeneración y de ciclo combinado para evaluación de capacidades y eficiencias energéticas.</li> </ul> |
| 5 Centrales hidroeléctricas   |  |
| Competencias  | Actividades de aprendizaje   |
| <p>Específica(s):</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar una presentación de los componentes de la central hidroeléctrica y sus equipos auxiliares.</li> </ul>  |

|  |   |
|--|---|
| <p>Conoce y evalúa las características de diseño, comportamiento, especificaciones y selección de turbinas hidráulicas, incluyendo sus sistemas auxiliares, para la integración de centrales hidroeléctricas.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.</li> <li>• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar una presentación de las turbinas hidráulicas tipo Kaplan, Pelton y Francis y comentar en grupo sus diferencias y aplicaciones.</li> <li>• Investigar los arreglos de las centrales hidroeléctricas mostrando la presa, la cortina, la obra de toma, la turbina y el generador eléctrico.</li> <li>• Realizar cálculos de eficiencia de una central hidroeléctrica.</li> <li>• Elaborar un diagrama unifilar mostrando el generador, transformador elevador, transformador de auxiliares, interruptores y línea de transmisión.</li> </ul> |
| <p>6 Fuentes alternas y no convencionales</p>  |   |
| <p>Competencias</p>  | <p>Actividades de aprendizaje</p>   |
| <p>Específica(s):<br/>Conoce otras fuentes de energía y evalúa las características de diseño, especificaciones, comportamiento y selección de equipos, para estar conscientes del impacto en la sociedad y el medio ambiente.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.</li> <li>• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar una presentación de los componentes de la central nuclear y sus equipos auxiliares.</li> <li>• Investigar los arreglos de las centrales nucleares mostrando el reactor, la turbina y el proceso agua-vapor.</li> <li>• Elaborar balances de energía y cálculos de eficiencia energética utilizando fuentes alternas.</li> <li>• Analizar la situación de la energía en el país y comentarla en grupo.</li> <li>• Investigar el desarrollo de la energía a nivel mundial y comentarlo en grupo.</li> </ul>                                 |

### 8. Práctica(s)

|  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medir la carga hidráulica neta de la cuba que alimenta a la turbina hidráulica.</li> <li>• Medir el caudal que alimenta a la turbina y regulándolo para obtener una cierta frecuencia.</li> <li>• Calcular la potencia de la turbina considerando sus curvas de comportamiento según el tipo de turbina hidráulica disponible.</li> </ul> |
|--|



- Operación del generador de vapor
- Torres de enfriamiento y aerocondensadores
- Simulación de la operación de la turbina de vapor
- Simulación de la operación de la turbina de gas
- Simulación de la operación de la turbina hidráulica
- Simulación de la operación del reactor nuclear
- Simulación de la operación de una central convencional
- Simulación de la operación de una central de ciclo combinado

## 9. Proyecto de asignatura

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:

- **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

Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

- Reportes escritos de las observaciones hechas durante las actividades, así como de las conclusiones obtenidas de dichas observaciones.
- Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en documentos escritos.
- Descripción de otras experiencias concretas que podrían realizarse adicionalmente.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Reportes escritos de las visitas de campo.
- Reporte de los trabajos de simulación por computadora.
- Reporte de las prácticas de laboratorio.
- Presentación de los trabajos de investigación.

## 11. Fuentes de información

1. Klameh P. (2002). Power Generation Handbook. McGraw-Hill. (Recomendado como texto).
2. García Garrido S. (2011). Operación y mantenimiento de Centrales de Ciclo Combinado. España. Ediciones Díaz Santos.
3. Gasch R., Twele J. Editores. (2012) Wind Power Plants. (2ª Ed.). Germany. Springer.
4. Flynn D. Editor. (2003) Thermal Power Plant. Simulation and Control. London. The Institution of Electrical Engineering.
5. Black & Veatch. (1996) Power Plant Engineering. USA. Springer.
6. Kiameh P. (2011). Power Plant Equipment: operation and maintenance guide. USA. Mac gaw Hill Professional.
7. Deshpande M. V. (2010) Elements of Electrical Power Station Design. Prentice Hall International.
8. Rajput R. K.. (2006). A textbook of Power System Engineering. India. Laxmi Publications LTD.
9. Sivanagaraju S., BalasubbaReddy M., Srilatha D. (2010) Genation and Utilization of Electrica Energy. India. Dorling Kindersley and Pearson Education.
10. Boyce M. P. (2010). Handbook for Cogenerationand Combined Cycle Power Plants. (2ªEd.). USA. ASME International.
11. Breeze P. (2005). Power Generation Technologies. Elsevier Newnes.
12. Pansini A.J. & Smalling K. D. (2002). Guide to Electric Power Generation. (2ª Ed.). The Fairmont Press.
13. Morse F. T., Lepe Saucedo J. L. (1981) *Centrales Eléctricas: teoría y práctica de las plantas generadoras eléctricas estacionarias.*, Editorial CECSA,
14. Enríquez Harper G. (1983). *Elementos de Centrales Eléctricas tomos 1 y 2.* Editorial Limusa.
15. Enríquez Harper G. (2012). El ABC de las Energías Renovables en los Sistemas Eléctricos. Editorial Limusa.
16. Nemerow N. L. & Dasgupta A.. (1998). Tratamiento de Vertidos Industriales y Peligrosos. España. Ediciones Díaz de Santos S. A.
17. Valverde M., Valverde Ibáñez M., Jurado F. (2006). Generación de Energía Eléctrica con Pilas de Combustible. Koobeht International.
18. Villares Martín M. (2003). Cogeneración. (2ª Ed.).F. C. Editorial.
19. Mallitasig Panchi O. G. (2011). Pequeñas Centrales Hidroeléctricas: Energía Renovable. Editorial EAE.
20. Fink and Beaty. (2004) *Standard Handbook for Electrical Engineers.* (13ª Ed.) Editorial McGraw-Hill.
21. Sanz Osorio J. F. (2008). Energía Hidroeléctrica. Energías Renovables. Prensas Universitarias de Zaragoza.
22. Bloch H. P. (1998). Guía práctica para la tecnología de las turbinas de vapor. Mac Graw Hill.
23. Página *cfe.gob.mx* de la Comisión Federal de Electricidad
24. American Nuclear Society. <http://www.ans.org>
25. Comisión Reguladora de Energía, Balance Anual de Energía, última edición