

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

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

## 2.- PRESENTACIÓN

### **Caracterización de la asignatura.**

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.

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.

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.

### **Intención didáctica.**

Se organiza el temario en seis unidades, agrupando los contenidos conceptuales por tipo de central generadora en cada unidad, analizando los equipos y procesos auxiliares en la segunda unidad.

En la primera unidad 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.

Se abordan las leyes de la termodinámica y ciclos térmicos en la segunda unidad buscando una visión de conjunto de este campo de estudio relativo a las centrales

---

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

termoeléctricas. Al estudiar cada ciclo se incluyen los conceptos involucrados con ellos para hacer un tratamiento más significativo, oportuno e integrado de dichos conceptos.

En la tercera unidad 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.

En la unidad 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 esta unidad se incluyen actividades de modelaje de instalaciones aplicado a anteproyectos específicos.

En el aspecto de las energías renovables la unidad 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 centrales nucleares para generación de energía eléctrica se estudian en la unidad 6. Se analizan los procesos de fisión y fusión nuclear, los tipos de reactores y generadores de vapor. Se tratan los temas de seguridad, manejo y confinamiento de los residuos radioactivos. 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 abordar 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 actue 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.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p><b>Competencias específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Evaluar, en base al conocimiento general de diseño y operación de las centrales de generación eléctrica 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, así como su impacto al medio ambiente</li><li>▪ Diseñar modelos de plantas de generación de ciclo combinado para el sistema de suministro público o para autoconsumo particular</li></ul>	<p><b>Competencias genéricas:</b></p> <p><u>Competencias instrumentales</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de análisis y síntesis</li><li>• Capacidad de organizar y planificar</li><li>• Conocimientos básicos de la carrera</li><li>• Comunicación oral y escrita</li><li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora</li><li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li><li>• Solución de problemas</li><li>• Toma de decisiones.</li></ul> <p><u>Competencias interpersonales</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad crítica y autocrítica</li><li>• Trabajo en equipo</li><li>• Habilidades interpersonales</li></ul> <p><u>Competencias sistémicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li><li>• Habilidades de investigación</li><li>• Capacidad de aprender</li><li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li><li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li><li>• Búsqueda del logro</li></ul>
---	--

#### 4.- HISTORIA 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: Aguascalientes, Chetumal, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Coahuila, 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 la Carrera de Ingeniería en Eléctrica.
Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 1 de septiembre al 15 de diciembre de 2009.	Academias de Ingeniería Eléctrica de los Institutos Tecnológicos de: Cd. Juárez, Durango, Hermosillo, Aguascalientes y Veracruz	Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.
Instituto Tecnológico de Mexicali del 25 al 29 de enero del 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Chetumal, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Coahuila, 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 la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

## 5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

- Evaluar, en base al conocimiento general de diseño y operación de las centrales de generación eléctrica 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, así como su impacto al medio ambiente.
- Diseñar modelos de plantas de generación de ciclo combinado para el sistema de suministro público o para autoconsumo particular.

## 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Selecciona, opera y mantiene el equipo mecánico asociado a los sistemas y equipos eléctricos de los procesos industriales o de uso generalizado.
- 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.

## 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Centrales Termoeléctricas Convencionales	1.1 Arreglos generales de sistemas convencionales. 1.2 Combustibles fósiles; características y situación actual. 1.3 Ciclos de vapor, equipos térmicos y producción eléctrica. 1.4 Balances de energía, pérdidas y eficiencias por equipos y generales. 1.5 Impactos al medio ambiente.
2	Equipos Termomecánicos	2.1 Generalidades y clasificación de calderas. 2.2 Sistemas de alimentación y quemado de combustible. 2.3 Producción y características del vapor. 2.4 Turbinas de vapor, clasificación y características de diseño. 2.5 Ciclos térmicos con calderas y turbinas. 2.6 Sistemas de recuperación de condensado y torres de enfriamiento 2.7 Sistemas y equipos de tratamiento de agua.

3	Turbinas de gas	<p>3.1 Generalidades de diseño, clasificación y capacidades de turbogás.</p> <p>3.2 Arreglos básicos con turbogeneradores de 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	Centrales Nucleoeléctricas	<p>6.1 Fisión Nuclear</p> <p>6.2 Tipos de reactores y generadores de vapor.</p> <p>6.3 Seguridad, manejo y confinamiento de residuos radiactivos.</p> <p>6.4 Situación actual y perspectivas en México y en el mundo</p>

## 8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

El profesor debe ser conocedor de la disciplina que está bajo su responsabilidad, conocer su origen y desarrollo histórico para considerar este conocimiento al abordar los temas. Desarrollar la capacidad para coordinar y trabajar en equipo, orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo y la toma de decisiones. Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciar la interacción entre los estudiantes. Tomar en cuenta el conocimiento de los estudiantes como punto de partida para la construcción de nuevos conocimientos.

- Propiciar actividades de metacognición. Ante la ejecución de una actividad, señalar o identificar el tipo de proceso intelectual que se realizó: una identificación de patrones, un análisis, una síntesis, la creación de un heurístico. Al principio lo hará el profesor, luego será el alumno quien lo identifique. Ejemplo: reconocer ciclo termodinámico al que se ajusta cada tipo de central: reconocimiento de patrones; elaboración de un principio a partir de una serie de observaciones producto de un experimento.
- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes. Ejemplo: buscar y contrastar principios de operación de las centrales eléctricas identificando puntos de coincidencia entre unos y otros tipos e identificar cada proceso de generación en situaciones concretas.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes. Ejemplo: al socializar los resultados de las investigaciones y las experiencias prácticas solicitadas como trabajo extra clase.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional. Ejemplo: los trabajos de investigación a realizar en cada unidad.
- Propiciar el desarrollo de capacidades intelectuales relacionadas con la lectura, la escritura y la expresión oral. Ejemplos: trabajar las actividades prácticas a través de guías escritas, redactar reportes e informes de las actividades de experimentación, exponer al grupo las conclusiones obtenidas durante las observaciones.
- Facilitar el contacto directo con materiales e instrumentos, al llevar a cabo actividades prácticas, para contribuir a la formación de las competencias para el trabajo experimental como: identificación manejo y control de variables y datos relevantes, planteamiento de hipótesis, trabajo en equipo.
- Propiciar el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, que encaminen hacia la investigación.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente; así como con las prácticas de una utilización sustentable de la energía eléctrica.



- Cuando los temas lo requieran, utilizar medios audiovisuales para una mejor comprensión del estudiante.
- Propiciar el uso de las tecnologías de información y comunicación en el desarrollo de la asignatura (procesador de texto, hoja de cálculo, base de datos, graficador, e Internet).

## 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 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.

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Centrales Térmicas Convencionales

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Reconocer y evaluar 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.	<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><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</li></ul>

	la construcción y operación de una central termoeléctrica.
--	--

## Unidad 2: Equipos Termomecánicos

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Conocer y evaluar las características de diseño, comportamiento, especificaciones y selección de calderas y turbinas de vapor, incluyendo sus sistemas auxiliares para la integración de centrales termoeléctricas.	<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. Comentar en grupo las coincidencias y las diferencias.</li> <li>• Explicar el principio de operación del sistema de tratamiento de agua mediante el método de ósmosis inversa.</li> </ul>

## Unidad 3: Turbinas de gas

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Conocer y evaluar las características de diseño, comportamiento, especificaciones y selección de turbogeneradores de gas y recuperadores de calor, incluyendo sus sistemas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar una presentación de los componentes de la turbina de gas convencional y sus equipos auxiliares.</li> <li>• Realizar una presentación de los componentes de la turbina de gas con</li> </ul>

<p>auxiliares, para la integración de centrales termoeléctricas.</p>	<p>recuperación de calor y sus equipos auxiliares.</p> <ul style="list-style-type: none"> <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>
--	--

#### Unidad 4: Centrales de Ciclo Combinado

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Modelar y evaluar las características de diseño, capacidades y comportamiento para plantas de cogeneración y centrales de ciclo combinado.</p>	<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>

#### Unidad 5: Centrales Hidroeléctricas

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Conocer y evaluar las características de diseño,</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar una presentación de los</li> </ul>

<p>comportamiento, especificaciones y selección de turbinas hidráulicas, incluyendo sus sistemas auxiliares, para la integración de centrales hidroeléctricas.</p>	<p>componentes de la central hidroeléctrica y sus equipos auxiliares.</p> <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>
--	---

### **Unidad 6: Centrales Nucleoeléctricas**

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Conocer y evaluar las características de diseño, comportamiento, especificaciones y selección de reactores, cambiadores de calor especiales, contenedores y equipos auxiliares, para la integración de centrales nucleoeléctricas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar una presentación de los componentes de la central nuclear y sus equipos auxiliares.</li> <li>• Realizar una presentación de los componentes del reactor nuclear para generación de vapor 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>• Realizar una presentación indicando el proceso de generación de vapor en un reactor nuclear.</li> <li>• Elaborar balances de energía y cálculos de eficiencia energética utilizando.</li> <li>• Analizar la situación de la energía nuclear en el país y comentarla en grupo.</li> <li>• Investigar el desarrollo de la energía nuclear a nivel mundial y comentarlo en grupo.</li> </ul>

## 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Philip Klameh. Power Generation Handbook. McGraw-Hill. 2002  
(Recomendado como texto)
2. A.J. Pansini & K. D. Smalling. Guide to Electric Power Generation. The Fairmont Press. Second Ed. 2002
3. Frederick T. Morse, *Centrales Eléctricas*, Editorial CECSA, Ed. 1978
4. Página [cfe.gob.mx](http://cfe.gob.mx) de la Comisión Federal de Electricidad
5. Gilberto Enríquez Harper. *Elementos de Centrales Eléctricas*. Editorial Limusa. Ed. 1998
6. R. K. Evans. *Nuclear Power Reactor*. Editorial McGraw-Hill. Ed. 2002
7. Fink and Beaty. *Standard Handbook for Electrical Engineers*. Editorial McGraw-Hill. 13th. Ed. 2004
8. American Nuclear Society. <http://www.ans.org>
9. Comisión Reguladora de Energía, Balance Anual de Energía, última edición

## 12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Medir la carga hidráulica neta de la cuba que alimenta a la turbina hidráulica.
- Medir el caudal que alimenta a la turbina y regulándolo para obtener una cierta frecuencia.
- Calcular la potencia de la turbina considerando sus curvas de comportamiento según el tipo de turbina hidráulica disponible.
- Calcular el número de polos que debe tener el generador eléctrico considerando la frecuencia medida y velocidad de la turbina.
- 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