

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura:	<b>Generadores de Vapor</b>
Carrera:	<b>Ingeniería Mecánica</b>
Clave de la asignatura:	<b>DTD – 1304</b>
(Créditos) SATCA <sup>1</sup>	<b>2 – 3 – 5</b>

## 2.- PRESENTACIÓN

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

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Mecánico la capacidad para formular, evaluar y administrar proyectos relacionados con generadores de vapor, teniendo conocimiento de su operación y funcionamiento de cada uno de sus componentes, para poder dar un mantenimiento adecuado, observando normas y especificaciones nacionales e internacionales para la seguridad en el diseño y mantenimiento y preservar el medio ambiente con un espíritu emprendedor y creativo para el manejo y transformaciones del uso de energía.

Para integrarla se ha hecho un análisis de la retícula genérica de la carrera, teniendo especial atención en la formación analítico-experimental del ingeniero mecánico.

El carácter terminal de este curso busca que el alumno aplique los conocimientos adquiridos a lo largo de toda la carrera, desde los elementales relacionados con el Energía térmica (termodinámica, intercambiadores de calor, etc), hasta los referidos en otras Ciencias de la Ingeniería (Taller de Investigación, Normalización, Costos, etc). El objetivo es fortalecer en el educando las habilidades propias de un profesional que propone soluciones objetivas a problemas de naturaleza mecánica.

### **Intención didáctica.**

El temario es distribuido de tal manera que en las tres primeras unidades se ven las bases de normas, diseño y propiedades térmicas que son necesarias para el diseño y reparación de los generadores de vapor, posteriormente en las siguientes tres unidades se integran los conceptos de controles y procedimientos de operación.

---

<sup>1</sup>Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

Inicialmente se abordan las normas y leyes que se deben considerar para la selección de materiales, construcción, pruebas, y organismos que rigen estos procedimientos para trabajos relacionados con generadores de vapor

En la segunda unidad se interpretan aplican en cálculos las normas para diseño de recipientes sujetos a presión y generadores de vapor, para que cualquier trabajo que realicemos en ellos sea autorizado por las autoridades que intervienen.

Posteriormente se trabaja con balances de materia y energía para conocer las eficiencias de operación y optimizarlas.

En las unidades cuarta y quinta, se realiza una descripción de toda la instrumentación requerida para una operación adecuada y segura, incluyendo los procedimientos de pruebas, y secuencias de arranque, paros y operación.

El proyecto terminal de este curso busca que el alumno aplique los conocimientos adquiridos a lo largo de toda la carrera, desde los elementales relacionados con el Energía térmica aplicados a los generadores de vapor y sus equipos periféricos.

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p><b>Competencias específicas:</b></p> <p>Proponer soluciones técnicas a necesidades de sistemas térmicos que resuelvan problemas reales del entorno social y/o académico del alumno.</p> <p>Calcular y/o seleccionar elementos y componentes de sistemas térmicos aplicando criterios de diseño normalizados, para las condiciones de trabajo y materiales utilizados. Representar sus resultados con apoyo de materia y energía.</p> <p>Diseñar y desarrollar procesos de fabricación mecánica que incluye maquinado, ensamble y soldadura de partes para lograr un prototipo operando bajo condiciones seguras.</p> <p>Tomar decisiones, con base en los elementos teóricos adquiridos, que permitan reducir consumos de energía.</p> <p>Tomar decisiones, con base en los elementos teóricos adquiridos, que permitan reducir consumos de energía.</p>	<p><b>Competencias genéricas:</b></p> <p><b>Competencias instrumentales</b></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><b>Competencias interpersonales</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Capacidad crítica y autocrítica</li> <li>b) Trabajo en equipo</li> <li>c) Habilidades interpersonales</li> </ol> <p><b>Competencias sistémicas</b></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	Observaciones (cambios y justificación)
Instituto Tecnológico de Orizaba del 16 al 20 de Enero de 2012.	Integrantes de la Academia de Ingeniería Mecánica.	Propuesta del módulo de Especialidad de Diseño Térmico para el modelo educativo por competencias

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

Aplicará los principios básicos para el diseño, operación y mantenimiento de generadores de vapor y sus equipos periféricos.

## 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Conocer y aplicar las leyes de la termodinámica, identificar las propiedades termodinámicas, así como identificar los mecanismos de transferencia de calor.
- Realizar cálculos para el manejo y transporte de fluidos
- Aplicar las ecuaciones adecuadas para el análisis de esfuerzos y diseño de elementos.
- Identificar los sistemas de medición y control de las propiedades térmicas, para el uso apropiado de los instrumentos de medición correspondientes.
- Conocer los principios básicos de electricidad y de química para su análisis y aplicación en los sistemas en relación con los generadores de vapor.
- Elaboración de informes finales.
- Desarrollo de balances de materia y energía.
- Aplicación de metodologías de investigación.

## 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Normas y legislaciones para la construcción y operación de los generadores de vapor	1.1. Legislación para generadores de vapor y recipientes a presión. 1.2. Normas de construcción 1.3. Normas para materiales 1.4. Normas para combustión 1.5. Normas para pruebas aplicadas a generadores de vapor. 1.6. Reglamento de la Secretaria del trabajo y previsión social.

2	Diseño y Cálculos de generadores de vapor	<ul style="list-style-type: none"> <li>2.1. Cálculos de recipientes a presión</li> <li>2.2. Diseño de generadores de vapor acuatubulares</li> <li>2.3. Diseño de generadores de vapor pirotubulares</li> <li>2.4. Selección de aislantes.</li> </ul>
3	Balances de materia y energía en generadores de vapor	<ul style="list-style-type: none"> <li>3.1. Producción de vapor</li> <li>3.2. Balance térmico</li> <li>3.3. Combustibles</li> <li>3.4. Combustión</li> <li>3.5. Relación aire combustible</li> <li>3.6. Análisis de gases humerales</li> </ul>
4	Instrumentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>4.1. Elementos de medición de temperatura, presión, caudal, niveles, voltaje, amperaje, potencia, frecuencia.</li> <li>4.2. Elementos de control de temperatura, presión, caudal, niveles, voltaje, amperaje, potencia, frecuencia.</li> <li>4.3. Sensores, actuadores y controladores</li> <li>4.4. Tableros de control</li> </ul>
5	Operación y mantenimiento de los generadores de vapor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>5.1. Prueba hidrostática</li> <li>5.2. Pruebas de arranque</li> <li>5.3. Procedimiento de arranque y operación</li> <li>5.4. Paros de emergencia y Secuencia de paro</li> <li>5.5. Mantenimiento a los generadores</li> </ul>
6	Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>6.1. Selección del tema</li> <li>6.2. Presentación de protocolo</li> <li>6.3. Ejecución del proyecto</li> <li>6.4. Entrega de reporte final</li> </ul>

## **8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS (desarrollo de competencias genéricas)**

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 y como obstáculo 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, etc. Al principio lo hará el profesor, luego será el alumno quien lo identifique. Ejemplos: reconocer la función matemática a la que se ajusta cada una de las leyes de los gases: reconocimiento de patrones; elaboración de un principio a partir de una serie de observaciones producto de un experimento: síntesis.

Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes. Ejemplo: buscar y contrastar definiciones de las leyes identificando puntos de coincidencia entre unas y otras definiciones e identificar cada ley 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.

Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios a las que ésta da soporte para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante. Ejemplos: identificar las formas de transmisión de calor en instalaciones agronómicas, hallar la relación entre cambios de fase y enfriamiento producido por evapotranspiración.

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 agricultura sustentable.

Cuando los temas lo requieran, utilizar medios audiovisuales para una mejor comprensión del estudiante.

Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de la asignatura (paquetes de dibujo y diseño, procesador de texto, hoja de cálculo, base de datos, graficador, Internet, etc.).

## **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:
  1. Reportes escritos de las observaciones hechas durante las actividades, así como de las conclusiones obtenidas de dichas observaciones.
  2. Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en documentos escritos.
  3. Descripción de otras experiencias concretas que podrían realizarse adicionalmente.
  4. Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
  5. Exposiciones de los trabajos de investigación realizados.

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

**Unidad 1:** Normas y legislaciones para la construcción y operación de los generadores de vapor

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
Conocer e interpretar las normas y legislaciones en relación a los generadores de vapor	<ul style="list-style-type: none"><li>• Realizar búsqueda de normas oficiales que intervienen en el diseño de generadores de vapor.</li><li>• Comprender y aplicar los conceptos y características de las normas</li><li>• Identificar la normatividad correspondiente para el diseño de los sistemas que intervienen en los generadores de vapor</li></ul>

**Unidad 2:** Diseño y Cálculos de generadores de vapor

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
Diseñara y calculara un generador de vapor	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aplicará las normas para el diseño y construcción de los elementos del generador de vapor</li><li>• Seleccionara el tipo de generador de vapor a diseñar en base a las necesidades planteadas.</li><li>• Seleccionara el tipo de combustible a utilizar</li><li>• Seleccionara todos los materiales de construcción de acuerdo a sus características y propiedades térmicas marcados en normas oficiales</li><li>• Diseñara y calculara de acuerdo a procedimientos validados en las normas oficiales mexicanas</li></ul>

### Unidad 3: Balances de materia y energía en generadores de vapor

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<p>Conocer y aprender la diferencia entre combustibles y el proceso de combustión.</p> <p>Calcular la Relación de aire combustible, balance térmico.</p> <p>Realizar el análisis de gases humerales</p> <p>Realizar el balance de producción de vapor</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Realizara los balances de materia y energía en relación a la cantidad de vapor a producir y las necesidades de agua a utilizar</li><li>• Realizara el balance térmico de combustión</li><li>• Realizara el balance de energía general del generador de vapor</li></ul>

### Unidad 4: Instrumentación

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<p>Conocer y aplicar los conceptos y elementos de la instrumentación en generadores de vapor.</p> <p>Diseñar sistemas de seguridad para la operación y control de generadores de vapor</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aprenderá a seleccionar, medir y controlar las diferentes variables manejadas en los generadores de vapor e interpretar los resultados de los tableros de control.</li><li>• Interpretara planos para la detección de fallas.</li><li>• Efectuara diagnósticos de fallas y realizara el mantenimiento adecuado para su corrección.</li><li>• Evaluara las condiciones del equipo en base a las lecturas de sus parámetros ; físicos y térmicos</li></ul>

**Unidad 5:** Operación y mantenimiento de los generadores de vapor.

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<p>Conocer y aplicar los procedimientos para la preparación, encendido y operación de los generadores de vapor</p> <p>Desarrollara programas de mantenimiento</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Realizara las pruebas hidrostáticas requeridas al equipo bajo normas oficiales</li><li>• Conocerá y realizara el procedimiento de arranque</li><li>• Verificara las condiciones de operación normal detectando las anomalías</li><li>• Conocerá y realizara los procedimientos de paro de emergencia</li><li>• Elaborara los programas de mantenimiento requeridos</li></ul>

**Unidad 6:** Proyecto

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<p>Desarrollara un proyecto de diseño de un sistema o equipo del generador de vapor para mejorar su eficiencia, facilitar su mantenimiento o de aplicación tecnológica,</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Presentara un protocolo del proyecto</li><li>• Realizara investigación sobre los equipos involucrados</li><li>• Realizara cálculos necesarios y balances de materia y energía</li><li>• Ejecución del proyecto</li><li>• Elaborara un reporte indicando los beneficios obtenidos</li><li>• Realizara una presentación del proyecto</li></ul>

## **11.- FUENTES DE INFORMACIÓN**

- Babcock and Wilcox, Steam its generation and use, Ed. New York 1990..
- Garfet, G. A ,Centrales de vapor, Ed. Revererte, 1980
- Severs, Energía mediante gas, aire y agua Ed. Revererte,
- Selmec, Manual de calderas, Ed. Selmec
- Holman, J.P., Transferencia de calor, Ed. C.E.C.S.A
- Karlecar, B. V. , y Desmond R.M, Transferencia de calor, Ed. Interamericana
- Kern, D. Q., Procesos de transferencia de calor,Ed. C.E.C.S.A
- Manrique J. A.,Transferencia de calor, Ed. Harla
- Ozisik M. N.,Transferencia de calor, Mc Graw Hill
- Internet paginas con relación a generadores de vapor.

## **12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS**

- Revisión de equipos de seguridad del generador de vapor
- Análisis y control del tratamiento de aguas
- Preparación del sistema de combustible
- Levantamiento y análisis del circuito eléctrico
- Puesta en marcha de un generador de vapor
- Parámetros de operación del generador de vapor
- Calibración del control de nivel de agua
- Calibración de los controles de presión
- Verificación del control de falla de flama
- Apagado normal del generador de vapor
- Sistemas de paro de emergencia
- Análisis de gases