

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura:	Intercambiadores de Calor
Carrera:	Ingeniería Mecánica
Clave de la asignatura:	DTD – 1302
(Créditos) SATCA ¹	2 – 3 – 5

2.- PRESENTACIÓN

Caracterización de la asignatura.

Esta asignatura aporta al perfil del ingeniero Mecánico, la capacidad para utilizar herramientas matemáticas, computacionales y métodos experimentales y aplicarlos en la resolución de problemas de intercambiadores de calor.

Los conocimientos y habilidades adquiridas harán que el alumno sea capaz de formular y evaluar proyectos de diseño de intercambiadores, así como participar en servicios de asesoría, certificación y capacitación, relacionados con los procesos de transferencia de calor en los equipos.

Esta asignatura consiste en proporcionar al alumno los conocimientos fundamentales acerca de los mecanismos de transferencia de calor, aplicados dentro de los equipos donde se efectúa el cambio de temperatura de los fluidos de trabajo, así como las herramientas matemáticas necesarias para el análisis, el diseño, selección y mantenimiento de estos sistemas térmicos.

La materia de intercambiadores de calor aplica los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridas en las asignaturas del área de las ciencias de la ingeniería, tales como termodinámica, mecánica de fluidos, sistemas hidráulicos, refrigeración y transferencia de calor. Así mismo provee la base para asignaturas de ciencias aplicadas, tales como sistemas térmicos, plantas térmicas, ciclos térmicos avanzados.

Intención didáctica.

Se organiza el temario en cinco unidades, combinando los contenidos conceptuales de la asignatura con ejemplos y problemas de aplicación en ingeniería de procesos donde intervienen estos equipos.

¹Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

En primera instancia se abordan los principios y conceptos básicos que intervienen en el análisis para el diseño de los intercambiadores.

En la segunda unidad se presenta el desarrollo analítico sobre el coeficiente global total de transferencia de calor, la diferencia de temperatura de los fluidos de trabajo, la eficiencia en los intercambiadores en base al fluido de menor capacidad calorífica y los efectos que ocasiona la incrustación dentro de los intercambiadores.

El diseño de los intercambiadores de calor se presenta en la tercera unidad, el cual se basa en las condiciones de los fluidos utilizados en los diferentes tipos y configuraciones de intercambiadores.

La unidad cuatro se enfoca a la aplicación que tienen los intercambiadores dentro de los procesos en la industria, el análisis de factores que deben considerarse para su instalación y las posibles desventajas que tiene cada uno de los diferentes tipos de intercambiadores para su mantenimiento.

Por último en la quinta unidad se realizan los cálculos necesarios utilizados en los intercambiadores de doble tubo, coraza y tubos, condensadores, evaporadores, y torres de enfriamiento.

Se sugiere que se diseñen problemas con datos faltantes o sobrantes de manera que el estudiante 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.

3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p>Competencias específicas:</p> <p>Comprender los mecanismos de transferencia de calor que se efectúan dentro de un intercambiador de calor. Conocer los tipos de intercambiadores de calor.</p> <p>Comprender la importancia que tienen las propiedades de los fluidos en la transferencia de calor dentro de estos equipos.</p> <p>Calcular las variables para el coeficiente convectivo y el coeficiente global total de transferencia de calor.</p> <p>Comprender el efecto que provoca la incrustación de sólidos en el interior y exterior de los tubos.</p> <p>Aplicar diferentes criterios para el diseño de intercambiadores.</p> <p>Conocer la aplicación que tienen los intercambiadores de calor en el sector industrial, así como su instalación y mantenimiento.</p> <p>Desarrollar diversos cálculos de equipos, mediante una metodología, que parte del análisis de las condiciones de diseño.</p>	<p>Competencias genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Competencias instrumentales • Capacidad de análisis • Conocimientos básicos sobre el área de la térmica. • Comunicación oral y escrita. • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. • Solución de problemas. • Toma de decisiones. <p>Competencias interpersonales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad crítica. • Trabajo en equipo. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas. <p>Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidad de investigación. • Capacidad de aprender. • Habilidad para trabajar en forma autónoma. • Búsqueda del logro. • Liderazgo.
--	---

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.	Nueva asignatura diseñada para el módulo optativo de especialidad de diseño térmico por competencias

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

Conocer, comprender la teoría y las leyes que rigen la transmisión de calor y su aplicación en el análisis, diseño su operación de equipos de termo transferencia. Analizar, formular y desarrollar problemas para la realización de cálculos de variables que intervienen en el cambio de temperatura de los fluidos de trabajo.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Conocer las leyes fundamentales de la termodinámica.
- Conocer los mecanismos de transferencia de calor, conducción, convección y radiación.
- Conocer el coeficiente convectivo de transferencia de calor.
- Conocer los principios básicos de flujo de fluidos.

7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Conceptos básicos y fundamentos de diseño.	1.1. Definiciones 1.2. Flujo de fluidos 1.3 Tipos de intercambiadores de calor
2	Transferencia de calor y fundamentos de convección de calor.	2.1 Coeficiente de película 2.2. Coeficiente total de transmisión de calor 2.3. Área de transferencia 2.4 Diferencia de temperatura logarítmica 2.5 Eficiencia de intercambiadores de calor 2.6 Coeficiente de incrustación
3	Diseño de intercambiadores de calor.	3.1 Intercambiador de doble tubo 3.2 Intercambiador de coraza y tubos 3.3 Intercambiador de paso sencillo 3.4 Intercambiador de múltiples pasos 3.5 Caída de presión en intercambiadores 3.6 Diseño del intercambiador

4	Aplicaciones de los intercambiadores de calor, instalación y mantenimiento.	4.1 Intercambiador liquido-liquido 4.2 Condensadores 4.3 Líquidos en ebullición 4.4 Mantenimiento y servicio
5	Cálculo de equipos.	5.1 Intercambiador de doble tubo 3.2 Intercambiador de coraza y tubos 3.3 Condensadores 3.4 Evaporadores 3.5 Torres de enfriamiento 3.6 Torres de destilación .

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS (desarrollo de competencias genéricas)

El profesor debe propiciar:

- La Investigación bibliográfica de los alumnos en forma individual o grupal sobre los temas del curso.
- La consulta de diversas fuentes para conocer publicaciones científicas y tecnológicas.
- La organización de un debate entre los alumnos sobre algunos de los temas del curso.
- Que los alumnos de forma individual o grupal efectúen una búsqueda en internet sobre simuladores de uso gratuito.
- Que el alumno efectúe tareas sobre ejemplos de modelación que el profesor exponga en clase.
- Para abordar las simulaciones numéricas, es imprescindible contar con las licencias suficientes de software comercial.
- Diseñar problemas prácticos relativos a cada uno de los mecanismos de transmisión de calor.
- Elaborar un programa de simulación aplicable a un intercambiador de calor, para que los alumnos asimilen integralmente los pasos a seguir para el diseño térmico de estos equipos.
- Preparar un paquete de elementos dañados de intercambiadores de calor, tales como: tuberías erosionadas y obstruidas, elementos con fracturas y perforaciones, etc., este material dará al alumno una mayor visión de las fallas que se presentan en estas unidades.
- Ilustrar los mecanismos de transmisión de calor con ayuda de material didáctico, tales como: modelos físicos, experimentos didácticos, diapositivas, etc.
- Resolver problemas prácticos utilizando programas de cómputo.

- Realizar experimentos sencillos de determinación experimental de coeficientes de transferencia de calor en convección forzada y libre, y compararlos con las correlaciones ya existentes en los textos
- Presentar acetatos, diapositivas, artículos de investigación y videos para una mayor asimilación de los distintos conceptos.
- Utilizar programas de simulación disponibles en el mercado para el análisis de intercambiadores de calor.
- Prácticas de taller y laboratorio con reportes que incluyan los cálculos correspondientes para analizar el comportamiento de los intercambiadores de calor.
- Visitas a organismos y empresas locales que utilicen o fabriquen: intercambiadores de calor o donde se apliquen.

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. Desarrollo de proyectos y reportes en grupos y/o individuales de aplicaciones de los intercambiadores de calor
 2. Buscar información de fabricantes y distribuidores de intercambiadores de calor en Internet y en su área de influencia.
 3. Desarrollo de modelos didácticos con intervenciones de los alumnos para equipar el laboratorio.
 4. Elaboración de material didáctico, acetatos, videos, etc. relacionados con el área, para la exposición de sus trabajos e investigaciones.
 5. Se sugiere que el profesor aplique 3 exámenes parciales (por tiempo y no por unidad) y un proyecto final,
 6. Que se tome en cuenta la participación en trabajos de investigación presentados por el alumno en forma escrita,
 7. Además del peso que el maestro considere necesario a las prácticas de laboratorio.
 8. Deberá considerar la evaluación, no solo como un medio de medir el aprendizaje, sino como un indicador para enriquecer el proceso enseñanza-aprendizaje. Además de los exámenes tradicionales se recomienda se tome en cuenta: presentaciones en equipos de trabajo, investigaciones de algunos temas específicos, reportes técnicos y prácticas de laboratorio, visitas industriales.
 9. Exámenes escritos.
 10. Prácticas de laboratorio o simulación en software.
 11. Solución de casos prácticos, participación individual y en grupo
 12. Reportes de visitas.
 13. Presentación de proyecto

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1: Conceptos básicos y fundamentales del diseño

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Aplicar el mecanismo de transferencia de calor por conducción y convección, que se efectúan en el interior de un intercambiador de calor.</p> <p>Comprender el efecto que provoca el flujo de fluidos en la transmisión del calor dentro de un cambiador así como también las propiedades que influyen en el cambio de temperatura de dichos fluidos.</p> <p>Conocer los diferentes tipos de intercambiadores y variables a considerar para el diseño de estos.</p>	<p>1.1 Investigar acerca de los principios y conceptos relacionados con los mecanismos de transferencia de calor: conducción convección, conductividad térmica, resistencia térmica.</p> <p>1.2 Investigar y analizar acerca de flujo de fluidos: flujo laminar, flujo turbulento, de transición así como sus propiedades: densidad, calor específico, viscosidad dinámica y cinemática, conductividad térmica.</p> <p>1.3 Analizar los números adimensionales que intervienen como: número de Reynolds, número de Prandtl, número de Nusselt.</p>

Unidad 2: Transferencia de calor y fundamentos de convección de calor

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Conocer y comprender los factores y variables que intervienen en el cálculo de intercambiadores.</p> <p>Conocer la razón de transferencia de calor entre los dos fluidos en un lugar dado.</p> <p>Comprender la magnitud que la diferencia de temperaturas de los fluidos de trabajo tiene lugar en el interior de estos equipos.</p>	<p>2.1 Desarrollar trabajos y resolver problemas que pongan en práctica estos conceptos.</p> <p>2.2 Analizar el efecto que provoca el coeficiente de transferencia de calor total sobre la transferencia de calor.</p> <p>2.3 Desarrollar un conocimiento de la incrustación de sedimentos sobre las superficies de los equipos.</p>

Unidad 3: Diseño de intercambiadores de calor

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Adquirir práctica en el cálculo del diseño de intercambiadores de calor que tiene lugar en el interior de estos equipos.</p> <p>Aplicar los criterios para el diseño de estos equipos.</p>	<p>3.1 Desarrollar e ilustrar ejemplos de cálculos de algunas modalidades de intercambiadores.</p> <p>3.2 Mediante programas de simulación aplicada a intercambiadores los alumnos desarrollar trabajos de diseño y cálculo.</p>

Unidad 4: Aplicaciones de los intercambiadores de calor, instalación y mantenimiento

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Conocer y comprender las diferentes aplicaciones a nivel industrial de los intercambiadores.</p> <p>Conocer los factores que deben considerarse en la instalación de un intercambiador de calor.</p> <p>Conocer y comprender las consideraciones importantes para el servicio y el mantenimiento de los equipos.</p>	<p>4.1 Investigar, analizar y desarrollar trabajos individuales o grupales relativos a las aplicaciones y mantenimiento de equipos y sistemas de intercambio de calor.</p> <p>4.2 Analizar el cambio de temperatura y la transferencia de calor en los fluidos de trabajo en los intercambiadores de calor de líquido-líquido y los efectos del calor latente desarrollado en los condensadores.</p>

Unidad 5: Cálculo de equipos

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Desarrollar la práctica y cálculo de las diferentes tipos y aplicaciones de los equipos de intercambio de calor, para lograr el cambio de temperatura específica de una corriente de fluido de gasto conocido, o bien, predecir las temperaturas de salida del fluido caliente y del frío.	5.1 Desarrollar el cálculo de los intercambiadores mediante diferentes métodos como la diferencia de temperatura media logarítmica, el método de efectividad-NTU, utilización de un factor de corrección y elaborar dentro de lo posible programas de simulación. 5.2 Desarrollar cálculos utilizando gráficas para la obtención de la efectividad de los intercambiadores.

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

Kern, D. Q.

Procesos de transferencia de calor
Ed. C.E.C.S.A

Crane Co. Chicago

Flow of fluids
Technical paper No. 410

Yunus A Cengel

Transferencia de calor
Mc. Graw Hill

Ernest E Luwis

Chemical and Petrochemical Plants
Volumen 3
Gulf Publishing Co.

Cecil H Chilton

Cost Engineering in process industries
Mc. Graw Hill

Brown y Asociados

Unit operation
John Wiley

Holman, J.P.
Transferencia de calor
Ed. C.E.C.S.A

Karlecar, B. V. , y Desmond R.M
Transferencia de calor
Ed. Interamericana

Manrique J. A.
Transferencia de calor
Ed. Harla

Ozisik M. N.
Transferencia de calor
Mc Graw Hill

12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS (aquí sólo se da el nombre de la práctica, queda pendiente la descripción con detalle).

Se sugiere realizar prácticas con los distintos equipos disponibles en los laboratorios de ingeniería mecánica y química del instituto, en relación a intercambio de calor, considerando:

1. Intercambiadores,
2. Torres de destilación,
3. Torres de enfriamiento,
4. Condensadores,
5. Evaporadores,
6. Generadores de vapor,
7. Reactores.