

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura :	Refrigeración y aire acondicionado
Carrera :	Ingeniería Mecánica
Clave de la asignatura :	MED-1027
SATCA ¹	2-3-5

2.- PRESENTACIÓN

Caracterización de la asignatura.

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Mecánico la posibilidad de utilizar herramientas matemáticas, computacionales y métodos experimentales para resolver problemas en los que intervengan sistemas de refrigeración y acondicionamiento de aire. Podrá asimismo formular y desarrollar sistemas para el aprovechamiento racional de la energía en sistemas de refrigeración y acondicionamiento de aire. Con los conocimientos adquiridos, el profesional en ingeniería mecánica adquiere la capacidad de formular, gestionar, evaluar y administrar proyectos relacionados con el análisis termodinámico de sistemas de refrigeración y aire acondicionado. También se incorpora el conocimiento y las habilidades necesarias para proyectar, seleccionar y calcular los elementos que integran los sistemas de refrigeración y acondicionamiento de aire, participar en servicios de asesoría, peritaje, certificación o capacitación, relacionadas con los equipos que integran los sistemas de refrigeración y acondicionamiento de aire.

La asignatura le proporciona al estudiante las herramientas que le permitirán solucionar problemas de la especialidad desde una perspectiva sistémica, aplicando herramientas teóricas, experimentales, computacionales y mixtas, además de evaluar críticamente el significado de los resultados cuantitativos obtenidos en el ámbito de la ingeniería. Se requiere que el estudiante haya cursado las asignaturas de Mecánica de Fluidos, Transferencia de calor y Termodinámica para poder entender la metodología y terminología que se maneja en esta asignatura.

Esta materia tiene un carácter final en una de las aplicaciones prácticas que se pueden hacer de la térmica; esta puede ser conducida por parte del facilitador como una asignatura con visión aplicativa o de investigación, permitiendo al estudiante hacer uso y aplicación de estos conocimientos en el campo profesional donde se desenvuelva.

Intención didáctica.

Se organiza el temario en seis unidades, las cuales cubren los conceptos básicos de refrigeración. Ofrece un enfoque práctico sobre los temas a través de una variedad de aplicaciones reales y ejemplos; estimula al alumno para que vincule la teoría con la práctica y lo incentiva para que relacione los conceptos fundamentales con la especificación y selección de componentes prácticos.

Primeramente se revisa la conceptualización de la refrigeración, su importancia, sus aplicaciones y los métodos más utilizados para producirla; el ciclo termodinámico inverso de Carnot, el sistema de compresión de vapor y el sistema de compresión múltiple, con un enfoque de análisis para optimización.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

En la segunda unidad, se abordan la operación del sistema de compresión de vapor y de los elementos básicos que lo conforman: compresores, condensadores, elementos de expansión y evaporadores.

Los otros componentes de un sistema de refrigeración basado en compresión de vapor se revisan en la tercera unidad: refrigerantes, lubricantes, tuberías, válvulas y dispositivos de control y medición.

La unidad cuatro se dedica al estudio de otros sistemas de refrigeración, tales como: absorción, adsorción, ciclo de aire bombas de calor y un apartado especial sobre criogenia.

En la unidad cinco se revisan los fundamentos del aire acondicionado, el confort, la carta psicrométrica y los principios para calcular carga térmica para el dimensionamiento de un sistema de acondicionamiento de aire.

En la última unidad se estudian los equipos para tratamiento del aire acondicionado; se presenta la metodología de cálculo y selección de sistemas de acondicionamiento de aire, basado en condiciones propias de la zona donde se desarrolle el proyecto.

La forma de abordar los temas de esta manera será la de revisión de literatura, desarrollo de actividades prácticas que incluyan demostraciones con prototipos didácticos y comprobación de la teoría desarrollando modelos computacionales.

Se pretende conducir al estudiante a la aplicación práctica o científica de los conocimientos adquiridos en las materias relacionadas con el área de térmica, por lo que se le induce al conocimiento aplicativo del uso de dispositivos térmicos aprovechando las ventajas físicas para obtener el máximo provecho de un sistema ya sea que se trate de refrigeración y/o aire acondicionado. El estudiante será capaz de comprender la operación de los diferentes elementos presentes en un sistema, la lógica operacional de cada elemento y los relacionará con los conceptos físicos adquiridos con anterioridad, así como los factores que ocasionan pérdidas en el sistema y la manera de reducirlas. Por último el estudiante deberá ser capaz de construir proyectos de refrigeración y aire acondicionado desde el punto de vista de la ingeniería, lo cual enmarca la gran diferencia entre una competencia estrictamente técnica y una competencia profesional o de formación superior.

Por esta razón esta asignatura deberá ser impartida de manera práctica, sin dejar de observar el carácter científico de la misma. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados de las observaciones. Se debe hacer reflexionar al estudiante sobre la importancia de esta asignatura al inicio del curso, ya que puede ofrecer un modo de vida a futuro en el ejercicio de su profesión.

Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer la relación teórica con los aspectos prácticos y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos, ya sean construidos, 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. Se sugiere que se diseñen prácticas donde el alumno tenga la libertad de estructurar su reporte e implementación de una manera creativa para conseguir un diseño personalizado donde se pueda cuantificar el grado de comprensión que ha obtenido

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, la ética, la creatividad y la autonomía.

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

3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p>Competencias específicas:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Describir el principio de operación de un sistema de refrigeración por compresión de vapor y sus elementos principales.▪ Clasificar y seleccionar los refrigerantes, lubricantes, tuberías, accesorios y dispositivos de control necesarios.▪ Describir el principio de funcionamiento y los elementos principales de los sistemas de refrigeración por: adsorción, absorción, ciclo de aire; así como aquellos que utilizan bombas de calor y técnicas criogénicas.▪ Describir el principio de funcionamiento y los elementos principales de un sistema de acondicionamiento de aire.▪ Calcular la carga térmica para un local determinado.▪ Resolver problemas reales relacionados con acondicionamiento de aire y/o refrigeración, seleccionando el equipo adecuado.▪ Realizar un proyecto para resolver un problema relacionado con acondicionamiento de aire y/o refrigeración.	<p>Competencias genéricas:</p> <p><u>Competencias instrumentales</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de análisis y síntesis• Comunicación oral y escrita• Habilidades básicas de manejo de la computadora• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas• Solución de problemas• Toma de decisiones. <p><u>Competencias interpersonales</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad crítica y autocrítica• Trabajo en equipo• Habilidades interpersonales. <p><u>Competencias sistémicas</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica• Habilidades de investigación• Capacidad de aprender• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)• Habilidad para trabajar en forma autónoma• Búsqueda del logro• Liderazgo.
--	--

4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
<p>Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec del 9 al 13 de noviembre de 2009.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Superior de Alvarado, Boca del Río, Campeche, Celaya, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Superior de Ciudad Serdán, Ciudad Victoria, Superior de Coahuila de Zaragoza, Culiacán, Durango, Estudios Superiores de Ecatepec, Hermosillo, La Laguna, Mérida, Superior de Monclova, Orizaba, Pachuca, Saltillo, San Luis Potosí, Superior de Tepexi de Rodríguez y Tuxtla Gutiérrez.</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Mecánica.</p>
<p>Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 16 de noviembre de 2009 al 26 de mayo de 2010.</p>	<p>Academias de Ingeniería Mecánica de los Institutos Tecnológicos de: Tuxtla Gutiérrez, Pachuca, Boca del Río, Superior de Coahuila de Zaragoza, Campeche, Hermosillo, Superior de Alvarado y Superior de Ciudad Serdán.</p>	<p>Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Mecánica.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Zacatecas del 12 al 16 de abril de 2010.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Superior de Alvarado, Boca del Río, Campeche, Celaya, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Superior de Ciudad Serdán, Ciudad Victoria, Superior de Coahuila de Zaragoza, Culiacán, Durango Estudios Superiores de Ecatepec, Hermosillo, La Laguna, La Piedad, Mérida, Superior de Monclova, Orizaba, Pachuca, Saltillo, San Luis Potosí, Superior de Tepexi de Rodríguez y Tuxtla Gutiérrez.</p>	<p>Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Mecánica.</p>

5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Analizar y desarrollar sistemas térmicos y mecánicos para proyectar sistemas de refrigeración y acondicionamiento de aire, desarrollando una visión responsable del uso de la energía con un enfoque al desarrollo sustentable.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Aplicar los principios de la dinámica de los fluidos.
- Aplicar los principios del flujo de fluidos incompresibles en ductos.
- Conocer y aplicar las ecuaciones que rigen el comportamiento de las mezclas de gases ideales y reales
- Conocer y aplicar los mecanismos básicos de transferencia de calor.
- Elaborar e interpretar planos de instalaciones industriales, domésticas y comerciales.
- Conocer y seleccionar máquinas eléctricas y accesorios requeridos en todo tipo de instalaciones.
- Conocer y seleccionar ventiladores y accesorios requeridos en todo tipo de instalaciones.
- Conocer y seleccionar compresores y accesorios requeridos en todo tipo de instalaciones.
- Realizar análisis de primera y segunda ley de la termodinámica.
- Conocer y aplicar los mecanismos de transferencia de calor en la solución de problemas.
- Conocer el principio de funcionamiento de los instrumentos de medición y control.

7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1.	Fundamentos de refrigeración y el sistema por compresión de vapor	1.1. Definición, importancia y aplicaciones de refrigeración. 1.2. Métodos de refrigeración. 1.3. Ciclo de Carnot y Ciclo invertido de Carnot 1.4. Refrigeración por compresión de vapor. 1.5. Refrigeración por compresión de vapor de pasos múltiples.
2.	Elementos del sistema de refrigeración por compresión	2.1. Clasificación y funcionamiento de compresores. 2.2. Clasificación y funcionamiento de condensadores. 2.3. Clasificación y funcionamiento de los dispositivos de expansión. 2.4. Clasificación y funcionamiento de evaporadores.
3.	Refrigerantes, lubricantes, tuberías y accesorios	3.1. Clasificación y selección de Refrigerantes 3.2. Clasificación y selección de lubricantes. 3.3. Tuberías, válvulas y accesorios de refrigeración. 3.4. Sistemas de control en refrigeración.
4.	Otros sistemas de refrigeración	4.1. Sistemas de refrigeración por adsorción.

		<p>4.2. Sistemas de refrigeración por absorción.</p> <p>4.3. Sistemas de refrigeración por ciclo de aire</p> <p>4.4. Bombas de calor.</p> <p>4.5. Criogenia.</p>
5.	Fundamentos de aire acondicionado	<p>5.1. Definición, importancia y aplicaciones del aire acondicionado.</p> <p>5.2. Aire acondicionado para confort.</p> <p>5.3. Psicrometría, carta psicrométrica, procesos fundamentales.</p> <p>5.4. Carga térmica para calefacción.</p> <p>5.5. Carga térmica para refrigeración.</p>
6.	Equipos de tratamiento de aire.	<p>6.1. Ventiladores, humidificadores, secadores, filtros, calentadores, enfriadores</p> <p>6.2. Datos necesarios para un proyecto de aire acondicionado.</p> <p>6.3. Ejemplo de estimación de carga térmica para un local dado.</p> <p>6.4. Diseño de sistemas de aire acondicionado para condiciones de verano e invierno.</p>

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

El docente debe:

- Fomentar la investigación.
- Técnicas grupales que permita analizar y discutir temas básicos de refrigeración y aire acondicionado.
- Resolver problemas de refrigeración y aire acondicionado utilizando análisis termodinámico.
- Utilización de software adecuado para los cálculos de capacidades de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado (Programa EES de termodinámica, programa para el estudio de la psicrometría, programas para la carga térmica y programa en fortran para el diseño de ductos).
- Conferencias de refrigeración y aire acondicionado organizado por empresas afines.
- Prácticas de taller y laboratorio con reportes que incluyan los cálculos correspondientes para analizar el comportamiento real del ciclo de refrigeración y el acondicionamiento de aire.
- Visitas a organismos y empresas locales que se dediquen al diseño o mantenimiento de sistemas de aire acondicionado y sistemas de refrigeración.
- Desarrollo de proyectos y reportes en grupos y/o individuales de aplicaciones de la refrigeración y el aire acondicionado (proyectar fábricas de hielo, sistemas de refrigeración, aire acondicionado para grandes oficinas, etc).

9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- Exámenes escritos.
- Solución de casos prácticos.
- Participación individual y en grupo.
- Prácticas de laboratorio.
- Uso de software.
- Reportes de visitas a empresas afines.
- Presentación de proyecto final.

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1: Fundamentos de refrigeración y el sistema por compresión de vapor

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Comprender los conceptos y el campo de aplicación de la refrigeración así como su base termodinámica.</p> <p>Describir el principio de operación de un sistema de refrigeración por compresión de vapor y sus elementos principales, así como sus diversas aplicaciones especiales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar el concepto de refrigeración, su importancia y aplicaciones, así como los métodos de refrigeración más comúnmente utilizados. Comparar el ciclo de Carnot y el ciclo invertido. Exposición de ideas y discusión utilizando dinámicas de grupo. • Identificar los elementos que integran los sistemas de refrigeración. • Preparar experiencias didácticas, objetivas, concretas, procurando que el estudiante se forme su propia percepción de los conceptos de la unidad. • Resolver problemas del Ciclo invertido de Carnot. • Analizar el sistema simple de Refrigeración por compresión de vapor y resolver problemas. • Analizar el sistema de Refrigeración de vapor de pasos múltiples, resolver problemas. • Utilizar el programa EES que proporciona el libro de termodinámica o algún otro software para resolver los problemas en esta unidad. • Resolver problemas relacionados con el comportamiento de un sistema de refrigeración de una etapa y de etapas múltiples. • Discutir en grupo las diferencias del comportamiento teórico y real de sistemas de refrigeración.

Unidad 2: Elementos del sistema de refrigeración por compresión

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Conocer el funcionamiento y la clasificación de los dispositivos del</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Discutir en grupo la clasificación de cada

<p>sistema de refrigeración por compresión de vapor.</p>	<p>uno de estos dispositivos mostrando figuras y explicando en que sistemas se utilizan.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizar el funcionamiento de los diversos dispositivos del sistema de refrigeración por compresión de vapor: compresores, condensadores, dispositivos de expansión, evaporadores y su comportamiento dentro del sistema. • Identificar los elementos de un sistema de refrigeración en equipos reales o un modelo didáctico para un caso concreto proporcionado por el profesor. • Elaborar prototipos didácticos de los elementos de un sistema de refrigeración y explicar su funcionamiento. Tomando en cuenta la disponibilidad económica y de tiempo. • Redactar informes de investigación documental, resúmenes de lecturas y conclusiones de discusiones.
--	---

Unidad 3: Refrigerantes, lubricantes, tuberías y accesorios

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Clasificar y seleccionar los refrigerantes, lubricantes, tuberías, accesorios y dispositivos de control necesarios para un sistema de refrigeración.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar acerca de las propiedades de los refrigerantes así como los criterios para su clasificación y selección según el código ASRHAЕ. Discutir los resultados utilizando una dinámica grupal. • Investigar acerca de las propiedades de los aceites lubricantes utilizados en refrigeración así como los criterios de selección en cada equipo. Discutir los resultados utilizando una dinámica grupal. • Identificar y explicar correctamente cada accesorio que se utiliza en los sistemas de refrigeración. • Elaborar un trabajo escrito para identificar los tipos y aplicaciones de refrigerantes, aceites, tuberías y accesorios que se utilizan en los sistemas de refrigeración. • Explicar los criterios y metodología para la selección de refrigerantes, lubricantes, tuberías y accesorios. • Redactar informes de investigación documental, resúmenes de lecturas y conclusiones de discusiones.

Unidad 4: Otros sistemas de refrigeración

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Describir el principio de funcionamiento y los elementos principales de los sistemas de refrigeración por: adsorción, absorción, ciclo de aire; así como aquellos que utilizan bombas de calor y técnicas criogénicas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar en qué consisten los sistemas de refrigeración por adsorción y por absorción • Resolver ejercicios de aplicación de los sistemas de refrigeración por adsorción y por absorción • Realizar una investigación sobre la criogenia y sus aplicaciones, elaborando un reporte por escrito.

Unidad 5: Fundamentos de aire acondicionado

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Conocer, comprender y aplicar los conceptos de aire acondicionado en problemas reales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar acerca de la importancia del aire acondicionado y sus aplicaciones. Discutirlo en dinámica grupal. • Indagar acerca de los parámetros que deben variarse para obtener condiciones confort. Discutirlo en grupo. • Analizar y explicar termodinámicamente el concepto de psicrometría y aprender a utilizar la carta psicrométrica. • Realizar ejercicios de procesos psicrométricos utilizados en el acondicionamiento de aire. • Utilizar software de aplicación para resolver problemas de psicrometría. • Elaborar un mapa conceptual acerca del concepto de carga térmica y los factores que la determinan. • Aprender las técnicas para realizar los cálculos de cargas térmicas tanto de aire acondicionado como de calefacción y refrigeración. • Utilizar software de aplicación y manuales de fabricantes para el cálculo de la carga térmica de aire acondicionado. • Explicar la metodología para la selección de un sistema de ductos, utilizando para ello gráficas, tablas y software de aplicación. • Redactar informes de investigación documental, resúmenes de lecturas y conclusiones de discusiones.

Unidad 6: Equipos de tratamiento de aire

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Describir el principio de</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar acerca del principio de

<p>funcionamiento y los elementos principales de los equipos de tratamiento de aire.</p> <p>Calcular la carga térmica para un local determinado.</p> <p>Resolver problemas reales relacionados con acondicionamiento de aire y/o refrigeración, seleccionando el equipo adecuado.</p>	<p>funcionamiento de los principales equipos de tratamiento de aire y discutirlo por medio de técnicas grupales.</p> <ul style="list-style-type: none">• Conocer los elementos principales de los sistemas de acondicionamiento de aire• Resolver problemas relacionados con la estimación de la carga térmica (verano-invierno) de un local dado.• Resolver problemas de diseño de equipo de aire acondicionado bajo diferentes condiciones.• Realizar un proyecto para resolver un problema real relacionado con acondicionamiento de aire y/o refrigeración.• Aplicar la metodología y criterios para la selección de equipos y sistemas de acondicionamiento de aire, utilizando software de aplicación y manuales de fabricantes.• Elaborar y comparar propuestas de diseño de sistemas de acondicionamiento de aire.
---	---

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Cengel, Yunus & Boles, Michael, *Termodinámica*, Ed. Mc. Graw Hill, 6ª Ed.
2. Boletín informativo Valycontrol.
3. Manual Copelan, parte 3.
4. Lewis Samuel, Aire acondicionado y refrigeración, Ed. CECSA.
5. Dossat Roy J. Principios de Refrigeración. México: Editorial C.E.C.S.A. 1992.
6. Air-Conditioning And Refrigeration Institute. Manual de refrigeración y aire acondicionado. México, Editorial Prentice Hall International. 1999.
7. Carrier. Manual de aire acondicionado. España: Editorial Marcombo. 1992.
8. Hernández Goribar. Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración. México: Editorial Limusa. 1993.
9. Jennings-Lewis. Aire acondicionado y refrigeración. México: Editorial C.E.C.S.A. 1978.

12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

Refrigeración:

- Conocimiento de componentes y elementos auxiliares del sistema
- Cálculo de carga térmica
- Medición y cálculo de un sistema
- Manejo de refrigerantes (carga y descarga al sistema)
- Análisis de falla de un sistema
- Detección de fallas y corrección

Aire Acondicionado:

- Conocimiento del equipo de Aire Acondicionado y Refrigeración
- Características del aire atmosférico y carta psicrométrica.
- Medición del flujo de aire.
- Calentamiento sensible del aire.
- Enfriamiento y Deshumidificación del aire
- Humidificación del aire.
- Calentamiento y Humidificación

Adicionales:

- Análisis y comparación de los ciclos teórico y real en sistemas de refrigeración por compresión de vapor de una etapa y etapas múltiples.
- Elaboración de prototipos de los elementos de un sistema de refrigeración y demostración de su funcionamiento.
- Presentación de muestrario de los diferentes refrigerantes, aceites, tuberías y accesorios utilizados en los sistemas de refrigeración.
- Modelación de procesos psicrométricos utilizando la carta psicrométrica y/o software.
- Estimación de carga térmica para verano y/o invierno en aplicaciones específicas.