

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Refrigeración y Aire Acondicionado
Clave de la asignatura:	EMF-1023
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería Electromecánica

2. Presentación

<p>Caracterización de la asignatura</p> <p>Esta asignatura aporta al perfil profesional del ingeniero electromecánico conocimientos que le permiten adquirir competencias en el campo de la refrigeración y el aire acondicionado y lo involucran en los procesos para el uso eficiente de la energía; para integrarla se ha hecho un análisis de este campo, identificando toda la información que existe sobre nuevas tecnologías que cumple con el principio de evitar al máximo el grado de contaminación del medio ambiente y que tienen una mayor aplicación en el desempeño profesional de este ingeniero.</p> <p>Es importante destacar que se trata de una materia terminal que puede generar al nuevo profesionista un autoempleo, además de ser un campo de aplicación con mayor demanda cada día.</p>
<p>Intención didáctica</p> <p>Se organiza la asignatura, en seis temas, agrupando los contenidos conceptuales, lo que permite visualizar cada tema a estudiar buscando una visión de conjunto, para hacer un tratamiento más significativo, oportuno e integrado.</p> <p>La idea es abordar los conceptos fundamentales hasta conseguir su comprensión. Se propone desarrollar cada tema desde un punto de vista conceptual, partiendo de la identificación en el entorno cotidiano y el desempeño profesional.</p> <p>El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como:</p> <p>Identificación, manejo y control de variables; planteamiento de problemas reales y trabajo en equipo; que permitan al alumno desarrollar procesos lógicos como <i>inducción-deducción</i> y <i>análisis-síntesis</i>.</p> <p>En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de las actividades a realizar y registrar sus observaciones, se sugieren sobre todo las actividades necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. 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.</p> <p>Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los fenómenos físicos en su alrededor y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos 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 excedentes de manera que el alumno se ejercite en la identificación de datos relevantes.</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

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

Es necesario que el profesor ponga atención y cuidado en estos aspectos y los considere 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: Apizaco, Centla, Ciudad Jiménez, Ciudad Juárez, Delicias, Huichapan, Irapuato, Jocotitlán, La Sierra Norte de Puebla, Lagos de Moreno, Lázaro Cárdenas, Lerdo, Libres, Linares, Los Mochis, Minatitlán, Occidente del Estado de Hidalgo, Ocotlán, Oriente del Estado de Hidalgo, Parral, Puerto Vallarta, Tamazula De Gordiano, Tijuana, Tlalnepantla, Tlaxco, Toluca, Tuxtepec, Xalapa y Zacatecas.	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: Apizaco, Centla, Ciudad Jiménez, Ciudad Juárez, Huichapan, Irapuato, Jocotitlán, La Sierra Norte de Puebla, Lagos de Moreno, Lázaro Cárdenas, Lerdo, Libres, Los Mochis, Mexicali, Minatitlán, Occidente del Estado de Hidalgo, Ocotlán, Oriente del Estado de Hidalgo, Parral, Puerto Vallarta, Tamazula de Gordiano, Tlaxco, Toluca, Tuxtepec, Xalapa y Zacatecas.	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: Apizaco, Oriente del Estado de Hidalgo, La Paz, La Región	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de

	Sierra, Los Cabos, Delicias, Ensenada, Chihuahua, Iguala, Lázaro Cárdenas, Lerdo, Los Ríos, Matamoros, Minatitlán, Mulegé, Nuevo Casas Grandes, Puerto Progreso, Puerto Vallarta, Tapachula y Zacatepec.	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: 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: 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, Progreso, Reynosa, Saltillo, Santiago Papasquiari, Tantoyuca, Tlalnepantla, Toluca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec. Representantes de Petróleos Mexicanos (PEMEX).	Reunión de trabajo para la actualización de los planes de estudio del sector energético, con la participación de PEMEX.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Diseña, evalúa y mantiene sistemas de aire acondicionado y refrigeración, utilizando tecnologías de la información y software para programar mantenimientos correctivo y preventivo, evaluando el impacto ambiental y el ahorro de energía.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Interpreta y aplica los conceptos básicos y las leyes de la termodinámica para seleccionar y evaluar sistemas y equipos térmicos relacionados con la ingeniería electromecánica • Aplica, interpreta y evalúa, las leyes de transferencia de calor donde intervienen los sistemas electromecánicos. • Determina de las propiedades termodinámicas de los fluidos. • Habilidades en el manejo de software y equipo de cómputo (por ejemplo Thermoflow, CyclePad, TermoGraf v5.5). • Selecciona y evalúa bombas, compresores y ventiladores.
--

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Refrigeración.	1.1. Ciclo mecánico de refrigeración. 1.2. Ciclo de Carnot. 1.3. Ciclos reales de refrigeración por compresión y absorción. 1.4. Ciclos de refrigeración de doble etapa y cascada. 1.5. Cálculo de la potencia frigorífica. 1.6. Selección de: compresores, condensadores, válvulas de expansión, evaporador y accesorios. 1.7. Propiedades de los refrigerantes. 1.8. Manejo de tablas de propiedades y nomenclatura de los refrigerantes. 1.9. Sustitución y reciclado de refrigerantes.
2	Aire acondicionado y Confort.	2.1 Tablas y carta psicométrica. 2.2 Análisis de la carta psicométrica. 2.3 Procesos de calentamiento-enfriamiento con humidificación y deshumidificación del aire. 2.4 Creación de las condiciones de confort. 2.5 Carta de confort. 2.6 Factores de carga de calor. 2.7 Calculo de Carga – Residencial. 2.8 Calculo de Carga – Comercial.
3	Características del aire de ventilación.	3.1. Cantidad de aire necesario. 3.2. Ciclo completo de aire suministrado. 3.3. Cálculo de humedad agregada o eliminada al aire de ventilación. 3.4. Cálculo del calor latente. 3.5. Cálculo del calor sensible. 3.6. Factor de calor sensible. 3.7. Aire de retorno.
4	Cálculo de las cargas térmicas.	4.1. Carga por transmisión a través de barreras: paredes, techos, puertas, ventanas, pisos. 4.2. Carga por radiación solar a través de: ventanas, paredes y techos. 4.3. Carga debida a las personas de acuerdo a su actividad. 4.4. Carga por iluminación. 4.5. Carga por equipos misceláneos. 4.6. Cálculo de la carga de enfriamiento. 4.7. Cálculo de la carga de calentamiento.

5	Normas y selección del equipo de refrigeración y aire acondicionado.	<p>5.1. Normas NOM para equipos de refrigeración y ventilación.</p> <p>5.2. Normas NOM de equipos para instalaciones diversas.</p> <p>5.3. Tipos de sistemas de aire acondicionado.</p> <p>5.4. Selección de equipos de refrigeración: compresor, condensador, válvula de expansión, evaporador y accesorios.</p> <p>5.5. Selección de equipo de enfriamiento.</p> <p>5.6. Selección de accesorios.</p> <p>5.7. Programación del mantenimiento de equipos de refrigeración y de aire acondicionado.</p>
---	--	---

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Refrigeración	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Analiza e interpreta el funcionamiento de los sistemas de refrigeración de vapor por compresión así como selección de los equipos que los componen con el objeto de determinar sus indicadores fundamentales de eficiencia de acuerdo con las necesidades específicas de los mismos.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de comunicación oral y escrita • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar el funcionamiento de un sistema de refrigeración por compresión de vapor y por absorción. • Conocer un ciclo mecánico de refrigeración por compresión de vapor y realizar las mediciones necesarias en la operación del mismo. • Calcular un sistema de refrigeración por compresión de vapor, a partir de las tablas, diagramas, software especializado para tal efecto. • Realizar un informe técnico sobre las observaciones de una visita a una instalación de refrigeración por compresión de vapor (IRCV).
2. Aire Acondicionado y Confort	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Calcula y evalúa los diferentes procesos psicométricos mediante el uso de tablas y monogramas para determinar las condiciones y propiedades del aire para cualquier aplicación.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar y calcular todas las propiedades en la carta psicométrica y en software especializado. • Investigar las condiciones de diseño para las principales ciudades de México. • Desarrollar un proyecto de aire acondicionado para instalaciones de confort e industriales. • Desarrollar un proyecto de aire acondicionado para instalaciones particulares o específicas.

<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar correctamente la carta de confort para determinar las condiciones de diseño interior para una aplicación específica
3. Características del aire de ventilación	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Calcula las características del aire de ventilación, evaluando la ganancia de humedad por ocupantes del espacio ocupado y decidir cuánto y donde debe re-circularse aire.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de comunicación oral y escrita • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad de trabajo en equipo. • Capacidad de investigación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar la carga sensible y sensible del espacio a acondicionar. • Calcular el calor que debe agregarse o eliminarse al aire de ventilación. • Calcular la humedad que debe agregarse o eliminarse al aire de ventilación. • Aplicar cantidades de aire de ventilación recomendadas, de acuerdo al uso y actividad desarrollada en el espacio acondicionado. • Desarrollar un proyecto utilizando software especializado para calcular y evaluar las características del aire de ventilación incluyendo el equipamiento.
4. Cálculo de las cargas térmicas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Determina la carga total de calor para un sistema de refrigeración para aplicación de aire acondicionado y seleccionar la capacidad de cada uno de sus componentes, así como sus aplicaciones.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad de trabajo en equipo. • Capacidad de investigación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar la transferencia de calor: por conducción, por radiación solar, además del calor y la humedad introducidos por el aire de infiltración. • Cuantificar el calor y la humedad cedidos por ocupantes, según la actividad realizada incluyendo por alumbrado y equipo eléctrico. • Evaluar el calor y humedad que debe agregarse o eliminarse al aire de ventilación. • Elaborar una hoja de cálculo referente a las partidas que conforman la carga total. • Desarrollar un proyecto utilizando software especializado para el cálculo de cargas térmicas.

5 Normas y selección del equipo de refrigeración y aire acondicionado	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Selecciona el equipamiento de un sistema de aire acondicionado y refrigeración con base a normatividades nacionales (NOM, CENAM), con el objeto cuidar y proteger el medio ambiente.</p> <p>Genéricas: Capacidad de abstracción, análisis y síntesis, comunicación oral y escrita, trabajo en equipo e investigación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar el tipo de equipos de aire acondicionado que se fabrican y se venden en el mercado nacional. • Decidir la selección de equipo cuidando que su operación no dañe el medio ambiente. • Investigar las normas nacionales de equipos de aire acondicionado. • Aplicar la información de selección de equipamiento en el proyecto realizado.

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un experimento que permita visualizar un proceso de calor sensible y un proceso de calor latente. • Determinar con un medidor, si hay fugas en un ciclo de refrigeración mecánica. • Medir: presión dinámica, presión estática, carga de velocidad, de un ducto, para medir el gasto de un ventilador axial, con un tubo de pitot. • Graficar los valores de presión y temperatura para un ciclo teórico de refrigeración en el diagrama P-H. • Analizar los parámetros de operación en un sistema para un Ciclo real de refrigeración por compresión mecánica. • Prácticas para la puesta en marcha de un sistema de refrigeración (pruebas de vacío y de presión positiva, carga de aceite y de refrigerante).
--

9. Proyecto de asignatura

<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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

Debe aplicarse evaluaciones:

- **Diagnóstica**, al inicio del curso, sin que se considere para la evaluación sumativa.
- **Formativa**, durante el desarrollo de la asignatura, apoyándose en los instrumentos y herramientas que se señalan a continuación.
- **Sumativa**, al final, para determinar la valoración numérica de la asignatura se debe basar en los niveles de desempeño establecidos en el Lineamiento para la Evaluación y Acreditación de Asignaturas vigente.

Se recomienda el uso de la coevaluación, autoevaluación y heteroevaluación.

Todos los productos deben de estar contenidos en el portafolio de evidencias que el alumno integrará durante el desarrollo de la asignatura. El docente tendrá en resguardo dicho portafolio al finalizar el curso. El portafolio de evidencias puede ser electrónico.

Instrumentos y herramientas:

- Mapa conceptual
- Problemario
- Examen
- Esquemas
- Representaciones gráficas o esquemáticas
- Mapas mentales
- Ensayos
- Reportes de prácticas
- Resúmenes
- Rúbrica
- Lista de cotejo
- Matriz de valoración
- Guía de observación

11. Fuentes de información

1. Edward G. Pita. Acondicionamiento de aire. México: CECSA.
2. Hernández Gombar. Fundamentos de aire acondicionado. México: Limusa.
3. Roy J. Dossat. Principios de refrigeración. México: CECSA.
4. Trane Co. Ltd. Manual de aire acondicionado.
5. Carrier. Manual de aire acondicionado. México: Marcombo.
6. A.R.I. Aire acondicionado y refrigeración. México: Prentice may.
7. Jenning Lewis. Aire acondicionado y refrigeración. Editorial CECSA.
8. Hernández, Eduardo. Fundamentos De Aire Acondicionado Y Refrigeración México: Limusa
9. Burgess H. Jennings.Samuel R. Aire Acondicionado Y Refrigeración. México: CECSA.
10. Roberto Best y Brown. Sistemas De Aire Acondicionado Solar Por Absorción. México: Centro De Investigación En Energía De La Unam.
11. Alarcón, José Tratado Práctico De Refrigeración Automática. México: Marcombo,
12. Manual de refrigeración y aire acondicionado, Tomo 1, 2, 3 y 4, Prentice Hall & Air-Conditioning and Refrigeration Institute.
13. <http://bc.unam.mx/index-alterno.html> (base de datos de tesis de la UNAM).
14. <http://www.universia.net.mx/> (portal de universidades mexicanas).