



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Sistemas de Refrigeración Integrados
Clave de la asignatura:	SRF-2506
SATCA¹:	3-2-5
Carreras:	Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería en Semiconductores.

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<ul style="list-style-type: none">• Esta asignatura permite al egresado aplicar los conocimientos de termodinámica, instrumentación, automatización y software para la evaluación, selección y automatización de Sistemas de Refrigeración con un enfoque responsable del impacto ambiental y del consumo de energía.• La materia Sistema de Refrigeración aporta al perfil del egresado de las carreras de Ingeniería, las competencias que utilizará en la solución de problemas relacionados con esta industria desarrollarán la capacidad para aplicar herramientas computacionales de acuerdo a las tecnologías de vanguardia en los sistemas, acordes a la demanda del sector industrial y de servicios.• Los temas abordados en el programa de estudios de la asignatura surgen del análisis de las competencias a desarrollar por los ingenieros propios del sector de aparatos eléctricos, refrigeración y aires acondicionados, que permite el desarrollo de productos adecuados para cada aplicación en particular.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



Intención didáctica

- En la primera unidad se incluyen los conceptos básicos de Termodinámica, aplicaciones de la refrigeración industrial, las propiedades, aplicaciones e impacto ecológico de los diferentes refrigerantes.
- En la unidad dos se estudian los ciclos de refrigeración básico y de etapas múltiples. Incluyendo los componentes, como funcionan, las variables que deben controlarse en cada uno y el cálculo del coeficiente de desempeño de sistemas de refrigeración.
- La unidad tres, está dedicada a interpretar y entender los diagramas de control de cada uno de los componentes que forman un subsistema. Para lo cual se incluyen la simbología y operación los sensores, controladores y válvulas.
- Para cubrir los temas de la unidad cuatro se utilizarán paquetes de software propietario. Software de selección, programación, simulación o monitorización de los componentes del sistema, así como de cálculo de la capacidad de un sistema de refrigeración si se utiliza refrigerante Low-GWP.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Linares Instituto Tecnológico de Nuevo León 24 de agosto al 27 de octubre del 2024.	Instituto Tecnológico de Linares Instituto Tecnológico de Nuevo León	<ul style="list-style-type: none">• Elaboración de los programas para las asignaturas del módulo de especialidad interinstitucional para las carreras de Ing. Electrónica, Mecatrónica, Electromecánica, Semiconductores; con la participación del Clúster Automotriz, de Electrodomésticos, Energético de Nuevo León, entre otras empresas del sector y organismos gubernamentales y privados



4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none">Desarrollar las competencias necesarias que utilizará en el entorno de producción de los electrodomésticos mayores (aires acondicionados y sistemas de refrigeración), utilizando herramientas adaptadas por el sector industrial; así también:Desarrollar las competencias necesarias que utilizará para evaluar, seleccionar y automatizar sistemas de refrigeración utilizando herramientas adaptadas para el sector industrial y tecnología de vanguardia.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none">A continuación, se hace un recuento de las competencias previas requeridas y obtenidas a través de las asignaturas en las que se desarrollan.Matemáticas: Conocimientos y uso de las matemáticas concernientes a las asignaturas de las ingenierías propuestas por ciencias básicas, con el fin de que puedan ser aplicadas en los cálculos para el desarrollo de elementos mecánicos.Termodinámica: Sistemas de unidades, propiedades, Leyes de conservación, fases, diagramas de fase, ciclo de Carnot, concepto de eficiencia.Física: Tener conocimiento de las leyes básicas de la física clásica y moderna, con el fin de hacer uso de tales conceptos en el proceso de ensamblado de productos a desarrollar a lo largo del curso.Instrumentación: Instrumentos de medición, sensores, controladores, válvulas.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Antecedentes de refrigeración	<ul style="list-style-type: none">1.1. Historia y aplicaciones de la refrigeración.1.2. Presión, temperatura y calor.1.3. Densidad y volumen específico; calor, trabajo y potencia.1.4. Tipos, características y aplicaciones de los sistemas de refrigeración.1.5. Fases y procesos de cambio de fase en sustancias puras.1.6. Diagramas de equilibrio de fases.1.7. Tabla de propiedades termodinámicas.



		<ul style="list-style-type: none">1.7. Conceptos de Entalpía y entropía, diagrama P-h, diagrama T-s.1.8. Refrigerantes y el protocolo de Montreal.1.9. Sistemas de refrigeración subcríticos y transcríticos.
2	Ciclos de refrigeración	<ul style="list-style-type: none">2.1. Ciclo ideal de refrigeración – ciclo de Carnot.2.2. Operación de los componentes del ciclo estándar de refrigeración por compresión de vapor. (Compresor, Condensador, Dispositivo de expansión, Evaporador).2.3. Ecuación de energía de estado estable aplicada a los componentes del ciclo.2.4. COP, CEE, EER, SEER.2.5. Sistema de refrigeración de 2 etapas.2.6. Sistema de refrigeración en cascada utilizando CO₂.
3	Automatización de sistemas industriales y residenciales de refrigeración	<ul style="list-style-type: none">3.1. Simbología, operación y especificaciones de componentes de los sistemas de control (sensores, transmisores, controladores embebidos, PLC y válvulas)3.2. Control de humedad.3.3. Sistema de control del compresor.3.4. Sistema de control del condensador.3.5. Control del nivel de líquido.3.6. Sistema de control del evaporador.3.7. Diagrama de enfriamiento del aceite.3.8. Sistemas de seguridad.3.9. Sistema de control de la bomba de refrigerante.3.10. Sistema de comunicación: Wifi y bluetooth
4	Software para apoyo para el diseño	<ul style="list-style-type: none">4.1. Software de selección de los componentes del sistema4.2. Software de selección de intercambiadores de calor para enfriadores.4.3. Software de simulación, programación y monitorización.4.4. Herramienta de cálculo de capacidad utilizando refrigerantes.4.5. Retrofit, Low-GWP Tool.



7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Introducción a los Sistemas Operativos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none">• Manejo adecuado de los sistemas de unidades.• Selección de sensores especializados de refrigeración.• Selección, cálculo y aplicación de actuadores y motores para los sistemas de refrigeración.• Desarrollo de planos industriales y comerciales de refrigeración y aires acondicionados.• Diseño e implementación de sistemas de instrumentación aplicado en sistemas de aire acondicionado y refrigeración.• Desarrollo de proyectos básicos de refrigeración. <p>Genérica(s):</p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.• Capacidad para organizar y planificar el tiempo.• Capacidad de comunicación oral y escrita.• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.• Habilidades interpersonales.• Capacidad de trabajar en equipo.	<ul style="list-style-type: none">• Realizar la práctica de medición de temperatura de saturación del agua. Ejercicios de uso de las tablas de las propiedades termodinámicas.• Consulta de las constantes físicas como entalpía de vaporización y de fusión del agua.• Documentar las fórmulas de la entalpía y entropía describiendo los términos que intervienen.• Desarrollo de actividades basadas en grupos e individuos, motivando la participación en clase, con uso de técnicas didácticas como aula invertida y método de casos.



<ul style="list-style-type: none">• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.• Habilidad para trabajar en forma autónoma.• Aplicaciones y uso de sistemas de microcontroladores para sistemas de refrigeración y aire.• Uso de la IA para los sistemas de aire y refrigeración.	
2. Administración de Procesos y del Procesador	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none">• Identificará los componentes de un sistema de refrigeración y describe la función y las variables a controlar en cada uno de ellos.• Conocerá las variables críticas para la protección del compresor.• Calculará el coeficiente de operación de los sistemas (COP), EER. <p>Genérica(s):</p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica• Capacidad para organizar y planificar el tiempo• Capacidad de comunicación oral y escrita• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.• Habilidades interpersonales.• Capacidad de trabajo en equipo.	<ul style="list-style-type: none">• Realizar visita / práctica a una planta de refrigeración• Elaborar diagrama esquemático que muestre la fase, valores de temperatura y presión del refrigerante a la entrada y salida de cada componente identificando condiciones de sobrecalentamiento, subenfriamiento o mezcla.• Contactar con un proveedor de sistemas de refrigeración y documentar información de los puntos clave a considerar en el diseño y selección de los componentes y ajustes para bajas condiciones de carga térmica.• Realizar una investigación documental sobre los tipos de compresores y sus condiciones seguras de operación.



<ul style="list-style-type: none">• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas• Habilidad para trabajar en forma autónoma.• Preocupación por la calidad.	
3. Administración de Memoria	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none">• Interpretará los diagramas de automatización y control de los diferentes componentes del sistema. <p>Genérica(s):</p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.• Capacidad para organizar y planificar el tiempo.• Capacidad de comunicación oral y escrita.• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.• Habilidades interpersonales.	<ul style="list-style-type: none">• Investigación documental de los diagramas de automatización de los componentes de un sistema de refrigeración.• Consulta de las especificaciones y operación de los sensores y controladores en manuales de proveedores de los instrumentos utilizados.• Realiza práctica de medición de humedad con psicrómetro.• Elaborar un reporte de las condiciones a considerar en la refrigeración de alimentos.
4. Sistemas de Archivos y Entrada/Salida	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none">• Seleccionará componentes fabricados por marcas comerciales de refrigeración para asegurar un rendimiento óptimo.• Identificará el intercambiador de calor idóneo para un enfriador.• Calculará la diferencia de capacidad al utilizar un refrigerante de reconversión.	<ul style="list-style-type: none">• Realizar práctica con el software propietario de marcas de refrigeración industrial y residencial.• Realizar práctica con el software.• Realizar práctica con herramientas especiales.• Realizará práctica con el software para el diseño de un sistema de refrigeración.



<ul style="list-style-type: none">• Programará, simulará y monitorizará plantas de refrigeración. <p>Genérica(s): Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.• Capacidad para organizar y planificar el tiempo.• Capacidad de comunicación oral y escrita.• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.• Habilidades interpersonales.• Capacidad de trabajo en equipo.• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.• Habilidad para trabajar en forma autónoma.	
--	--

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none">• Sensores de temperatura y presión.• Temperatura saturación, presión de saturación.• Uso de tablas de propiedades termodinámicas.• Sensores de temperatura y presión.• Temperatura de saturación, presión de saturación.• Uso de tablas de propiedades termodinámicas.• Identificación de los componentes de un Sistema de Refrigeración.• Medición de humedad con psicrómetro.• Software de selección de componentes.• Software de simulación, programación y monitorización.• Buenas prácticas de instalación.



9. Proyecto de asignatura

- 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:
 - **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- profesional, 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

- Aplicación de examen diagnóstico.
- Resolución de casos prácticos de problemas reales.
- Tareas de investigación.
- Estudio de casos.
- Participación en talleres de resolución de problemas.
- Prácticas en software de propósito general y especializado.
- Reportes en diversos formatos (resúmenes, informes, mapas mentales, etc.) de las observaciones hechas durante las actividades, así como de las conclusiones obtenidas de dichas observaciones.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Exámenes prácticos para evaluar las competencias desarrolladas en el manejo de herramientas de software y del equipo de cómputo.



11. Fuentes de información

1. Barber, D. A. (2023). Modern architecture and climate: Design before air conditioning. Princeton University Press.
2. McQuiston, F. C., Parker, J. D., Spitler, J. D., & Taherian, H. (2023). Heating, ventilating, and air conditioning: analysis and design. John Wiley & Sons.
3. Sasidharan, M., Mohd Sabri, M. F., Wan Muhammad Hatta, S. F., & Ibrahim, S. (2023). A review on the progress and development of thermoelectric air conditioning system. International Journal of Green Energy, 1-17.
4. Thermal Environmental Engineering (Edition), Thomas H. Kuehn, Prentice Hall, ISBN-13: 978-0139172205, ISBN-10: 0139172203.
5. The 2014 ASHRAE Handbook—Refrigeration American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, Georgia ISBN 978-1-936504-71-8. Fundamentals of Refrigeration, Second Edition, 2010 Donald L. Fenton, ASHRAE Learning Institute ISBN 978-1-933742-71-7.
6. 2013 ASHRAE Handbook-Fundamentals ISBN 978-1-936504-45-9.
7. Understanding Psychrometrics, third Edition, ASHRAE, Donald P. Galley. 2013 ISBN 978-1-936505-31-2.
8. Roy J. Dossat. Principios de refrigeración. Editorial CECSA.
9. Instalaciones Frigoríficas. Tomo I. Tomo I.P. J.Rapi. Editorial Marcombo.
10. S.A. Boixareu Editores. Manual De Refrigeración Y Aire Acondicionado. Tomo I. Tomo II. Luis Lesur. Editorial Trillas.