

| | | | | | |
|--|-----------------|--|--------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| FACULTAD: Ingeniería | | ESCUELA: Ingeniería Mecánica | | DEPARTAMENTO: Energética | |
| ASIGNATURA: Refrigeración | | | | CÓDIGO: 4733 | PAG: 1 DE: 7 |
| REQUISITOS: Transferencia de Calor (4731). | | | | | UNIDADES: 3 |
| HORAS | | | | | |
| TEORÍA | PRÁCTICA | TRAB. SUPERV. | LABORATORIO | SEMINARIO | TOTALES DE ESTUDIO |
| 3 | 1 | | | | 4 |

Universidad Central de Venezuela
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica
Departamento de Energética
Unidad Docente y de Investigación
Transferencia de Calor

Asignatura

REFRIGERACIÓN

| | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--|--|---|-----------------------|--|
| Fecha Emisión: 3 marzo 2005 | | Nro. Emisión: Primera | | Período Vigente: Octubre 2007 – Actualidad | | Último Período | |
| Profesor (a): A. Berend | Jefe Dpto.: R. Berríos | Director: C. Ferrer | Aprob. Cons. de Escuela 3 marzo 2005 | | Aprob. Cons. Facultad 22 noviembre 2005 | | |

| | | | | | |
|--|----------------------------------|--|--|--|---|
| FACULTAD: Ingeniería | | ESCUELA: Ingeniería Mecánica | | DEPARTAMENTO: Energética | |
| ASIGNATURA: Refrigeración | | | | CÓDIGO: 4733 | PAG: 2 DE: 7 |
| REQUISITOS: Transferencia de Calor (4731). | | | | | UNIDADES: 3 |
| HORAS | | | | | |
| TEORÍA | PRÁCTICA | TRAB. SUPERV. | LABORATORIO | SEMINARIO | TOTALES DE ESTUDIO |
| 3 | 1 | | | | 4 |
| <p>1. PROPÓSITO El propósito de esta asignatura es el estudio de los aspectos básicos de la refrigeración en función de las situaciones que el futuro ingeniero podrá encontrar en los diversos campos de aplicación de esta industria en nuestro país, cuyo desarrollo requiere de un nivel adecuado de conocimientos sobre la concepción, diseño, montaje, operación y mantenimiento de los diferentes tipos de sistemas de refrigeración.</p> <p>2. OBJETIVOS DEL APRENDIZAJE</p> <p>Objetivo General</p> <p>El alumno será capaz de establecer las características que deberá tener un sistema de refrigeración en función de los requerimientos particulares de una aplicación.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>Tema 1. Introducción. Al concluir el Tema 1, el alumno debe ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tener una visión general sobre las diversas aplicaciones de la refrigeración. • Clasificar una aplicación. • Evaluar las opciones del Ing^o Mecánico en su participación en el campo de la refrigeración. • Justificar la intervención del Ing^o Mecánico en aplicaciones de la refrigeración. <p>Tema 2. Métodos de refrigeración. Al concluir el Tema 2, el alumno debe ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar el método de refrigeración más adecuado para una aplicación determinada. • Utilizar el ciclo de refrigeración de Carnot y sus derivaciones como herramienta fundamental en el diseño y en el análisis de funcionamiento de sistemas de refrigeración por compresión. • Dimensionar los componentes principales de un sistema de refrigeración por compresión. • Diseñar el ciclo termodinámico más adecuado para un sistema de refrigeración por compresión. • Evaluar la necesidad de incluir accesorios en un sistema de refrigeración por compresión y determinar sus características. • Determinar la carga de refrigerante requerida por un sistema de refrigeración. • Elaborar el diagrama de flujo del sistema de refrigeración requerido en una aplicación determinada. | | | | | |
| Fecha Emisión: 3 marzo 2005 | | Nro. Emisión: Primera | | Período Vigente: Octubre 2007 – Actualidad | |
| Profesor (a): A. Berend | Jefe Dpto.: R. Berríos | Director: C. Ferrer | Aprob. Cons. de Escuela 3 marzo 2005 | | Aprob. Cons. Facultad 22 noviembre 2005 |

| | | | | | |
|--|-----------------|--|--------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| FACULTAD: Ingeniería | | ESCUELA: Ingeniería Mecánica | | DEPARTAMENTO: Energética | |
| ASIGNATURA: Refrigeración | | | | CÓDIGO: 4733 | PAG: 3 DE: 7 |
| REQUISITOS: Transferencia de Calor (4731). | | | | | UNIDADES: 3 |
| HORAS | | | | | |
| TEORÍA | PRÁCTICA | TRAB. SUPERV. | LABORATORIO | SEMINARIO | TOTALES DE ESTUDIO |
| 3 | 1 | | | | 4 |

Tema 3. Refrigerantes.

Al concluir el Tema 3, el alumno debe ser capaz de:

- Seleccionar el refrigerante que deberá utilizar un sistema de refrigeración por compresión considerando sus propiedades termodinámicas, factores de orden práctico y regulaciones vigentes.
- Determinar la viabilidad y el impacto del reemplazo del refrigerante utilizado en un sistema.
- Definir procedimientos sobre el manejo del refrigerante de un sistema y los de operación y mantenimiento de acuerdo al refrigerante utilizado.

Tema 4. Estimación de cargas térmicas.

Al concluir el Tema 4, el alumno debe ser capaz de:

- Definir los parámetros de diseño en una aplicación de refrigeración.
- Definir las características constructivas de cavas y frigoríficos.
- Estimar las cargas térmicas en una aplicación de refrigeración y determinar la capacidad que deberá tener el sistema de refrigeración.
- Decidir sobre el tipo más adecuado de sistema de refrigeración en una aplicación determinada.
- Seleccionar el método más adecuado para la descongelación de evaporadores utilizados en cavas.
- Definir el modo operativo de un sistema de refrigeración por compresión para una cava según el método de descongelación utilizado en el evaporador.

Tema 5. Componentes principales y accesorios del sistema de refrigeración por compresión.

Al concluir el Tema 5, el alumno debe ser capaz de:

- Seleccionar la opción más adecuada para cada uno de los componentes principales del sistema de refrigeración por compresión utilizando la data técnica y comercial suministrada por los respectivos fabricantes.
- Balancear la operación de un sistema de refrigeración por compresión y determinar sus condiciones de trabajo.
- Especificar las características fundamentales de los componentes principales de un sistema de refrigeración por compresión.
- Evaluar el comportamiento de un sistema de refrigeración por compresión, diagnosticar posibles causas de fallas operativas y determinar acciones para su solución.
- Definir procedimientos de operación y mantenimiento de un sistema de refrigeración por compresión.
- Definir los controles de operación y seguridad de un sistema de refrigeración.

| | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--|--|-----------------------|
| Fecha Emisión: 3 marzo 2005 | | Nro. Emisión: Primera | | Período Vigente: Octubre 2007 – Actualidad | Último Período |
| Profesor (a): A. Berend | Jefe Dpto.: R. Berríos | Director: C. Ferrer | Aprob. Cons. de Escuela 3 marzo 2005 | Aprob. Cons. Facultad 22 noviembre 2005 | |

| | | | | | |
|--|----------------------------------|--|--|--|---|
| FACULTAD: Ingeniería | | ESCUELA: Ingeniería Mecánica | | DEPARTAMENTO: Energética | |
| ASIGNATURA: Refrigeración | | | | CÓDIGO: 4733 | PAG: 4 DE: 7 |
| REQUISITOS: Transferencia de Calor (4731). | | | | | UNIDADES: 3 |
| HORAS | | | | | |
| TEORÍA | PRÁCTICA | TRAB. SUPERV. | LABORATORIO | SEMINARIO | TOTALES DE ESTUDIO |
| 3 | 1 | | | | 4 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar alternativas en el diseño de un sistema de refrigeración en función de sus costos iniciales y operacionales. <p>Tema 6: Dimensionamiento de tuberías. Al concluir el Tema 6, el alumno debe ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dimensionar la red de tuberías del sistema de refrigeración por compresión en función del impacto sobre el costo inicial y operacional del mismo. • Resolver problemas de operación de un sistema de refrigeración por compresión originados por el dimensionamiento de su red de tuberías. • Especificar las características de las tuberías y detalles de su instalación. • Iniciar la preparación de los planos y cómputos de obra en un proyecto de refrigeración. <p>3. EVALUACIÓN</p> <p>La asignatura se evaluará en la siguiente forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tres (3) exámenes parciales. Para aprobar la asignatura, la nota final debe ser mayor o igual que diez (10) puntos, que se obtiene del promedio de los exámenes parciales. • Examen de reparación, para aquellos alumnos que no obtuvieron la calificación mínima aprobatoria y tiene una ponderación del 100%. <p>4. CONTENIDO</p> <p>4.1 Sinóptico</p> <p>Introducción. Métodos de refrigeración. Refrigerantes. Estimación de cargas térmicas. Componentes principales y accesorios del sistema de refrigeración por compresión. Dimensionamiento de tuberías.</p> <p>4.2 Detallado</p> <p>Tema 1. Introducción. Utilización de la refrigeración en áreas prioritarias. Industria alimenticia, aire acondicionado, construcción de represas y túneles subterráneos, industria manufacturera, industria petrolera y petroquímica, industria del hielo, medicina, industria metalurgia y minera, industria gráfica, transporte, deporte y recreación. Refrigeración doméstica, comercial e industrial. La refrigeración en Venezuela y la participación del</p> | | | | | |
| Fecha Emisión: 3 marzo 2005 | | Nro. Emisión: Primera | | Período Vigente: Octubre 2007 – Actualidad | |
| Profesor (a): A. Berend | Jefe Dpto.: R. Berríos | Director: C. Ferrer | Aprob. Cons. de Escuela 3 marzo 2005 | | Aprob. Cons. Facultad 22 noviembre 2005 |

| | | | | | |
|---|----------------------------------|--|--|--|---|
| FACULTAD: Ingeniería | | ESCUELA: Ingeniería Mecánica | | DEPARTAMENTO: Energética | |
| ASIGNATURA: Refrigeración | | | | CÓDIGO: 4733 | PAG: 5 DE: 7 |
| REQUISITOS: Transferencia de Calor (4731). | | | | | UNIDADES: 3 |
| HORAS | | | | | |
| TEORÍA | PRÁCTICA | TRAB. SUPERV. | LABORATORIO | SEMINARIO | TOTALES DE ESTUDIO |
| 3 | 1 | | | | 4 |
| <p>ingeniero mecánico en el diseño, fabricación, montaje, operación y mantenimiento de sistemas de refrigeración.</p> <p>Tema 2. Métodos de refrigeración. Elevación de temperatura de un fluido. Cambio de fase. Expansión de un líquido. Ciclo de refrigeración de Carnot y sus limitaciones. Ciclo estándar de compresión de vapor. Refrigerantes primarios y secundarios. Dimensionamiento de componentes principales del sistema de refrigeración por compresión. Inclusión de accesorios. Carga de refrigerante del sistema. Ciclo estándar de compresión de vapor en 2 etapas. Ciclo de refrigeración con múltiples temperaturas. Sistemas independientes y centrales. Ciclo real de refrigeración por compresión. Diagrama de flujo del sistema real de refrigeración por compresión. Otros métodos de refrigeración.</p> <p>Tema 3. Refrigerantes. Factores que influyen en la selección del refrigerante a ser utilizado en el sistema. Inclusión de accesorios según el refrigerante seleccionado. El protocolo de Montreal y sus implicaciones. Sustitución de refrigerantes en sistemas existentes. Producción y distribución de refrigerantes en Venezuela. Procedimiento de carga y evacuación de refrigerante del sistema.</p> <p>Tema 4. Estimación de cargas térmicas. Parámetros de diseño de cavas y frigoríficos. Descripción de cargas térmicas en cavas. Alternativas en función del costo inicial y de operación del sistema de refrigeración. Opciones de construcción de cavas. Descripción y selección de materiales de aislamiento térmico para construcción de cavas. La barrera antivapor. Consideraciones especiales en cavas de baja temperatura. Procedimiento de estimación de cargas térmicas en cavas y frigoríficos. Aplicación de factores de simultaneidad de cargas térmicas. Determinación de la capacidad de refrigeración requerida por el sistema y su influencia en la selección del tipo de sistema. Métodos de descongelación en evaporadores utilizados en cavas. Modo operativo del sistema de refrigeración por compresión según el método de descongelación utilizado. Estimación de cargas térmicas en otras aplicaciones de la refrigeración.</p> <p>Tema 5. Componentes principales y accesorios del sistema de refrigeración por compresión. Descripción y selección de compresores. Descripción y selección de evaporadores. Descripción y selección de condensadores. Balance requerido en el diseño del sistema. Diseño final del sistema considerando sus costos iniciales y operacionales. Utilización del balance del sistema para evaluar el comportamiento del sistema y diagnosticar fallas operativas. Descripción y selección de dispositivos de expansión. Descripción</p> | | | | | |
| Fecha Emisión: 3 marzo 2005 | | Nro. Emisión: Primera | | Período Vigente: Octubre 2007 – Actualidad | |
| Profesor (a): A. Berend | Jefe Dpto.: R. Berríos | Director: C. Ferrer | Aprob. Cons. de Escuela 3 marzo 2005 | | Aprob. Cons. Facultad 22 noviembre 2005 |

| | | | | | |
|---|----------------------------------|--|--|--|---|
| FACULTAD: Ingeniería | | ESCUELA: Ingeniería Mecánica | | DEPARTAMENTO: Energética | |
| ASIGNATURA: Refrigeración | | | | CÓDIGO: 4733 | PAG: 6 DE: 7 |
| REQUISITOS: Transferencia de Calor (4731). | | | | | UNIDADES: 3 |
| HORAS | | | | | |
| TEORÍA | PRÁCTICA | TRAB. SUPERV. | LABORATORIO | SEMINARIO | TOTALES DE ESTUDIO |
| 3 | 1 | | | | 4 |
| <p>y selección de accesorios del sistema. Descripción y selección de controles del sistema. Consideraciones generales sobre la operación y mantenimiento del sistema.</p> <p>Tema 6: Dimensionamiento de tuberías. Impacto del dimensionamiento de las tuberías del sistema de refrigeración sobre su costo inicial y de operación. Materiales utilizables para las tuberías del sistema. Dimensionamiento de tuberías según el refrigerante que utiliza el sistema. Consideraciones generales sobre el montaje de tuberías. Planos y cómputos del proyecto de refrigeración.</p> <p>5. ESTRATEGIAS INSTRUCCIONALES Para la consecución de los objetivos planteados, el curso está dividido en dos sesiones semanales de dos (2) horas cada una. Estas cuatro horas se distribuyen en tres (3) horas teóricas y una (1) hora de práctica. En las sesiones teóricas el profesor expondrá los conceptos indicados en los contenidos. Durante su exposición, el profesor realizará preguntas para comprobar que los estudiantes están comprendiendo los tópicos del tema. Adicionalmente, estas formulaciones se consolidan en las horas prácticas mediante el planteamiento y solución de ejercicios de la asignatura, así como también la presentación de casos reales relacionados con la misma.</p> <p>6. MEDIOS INSTRUCCIONALES Se utilizarán los siguientes medios o recursos: Material impreso (Textos indicados en la bibliografía, catálogos de fabricantes) Pizarrón Transparencias Multimedia Posible visita a una instalación</p> <p>7. REQUISITOS Formales: Transferencia de calor (4731). Académicos: Resolver problemas que involucren la aplicación de conceptos fundamentales de termodinámica, transferencia de calor, mecánica de fluidos e instrumentación y control. Resolver problemas que impliquen toma de decisiones. Plantear y analizar alternativas de solución.</p> <p>8. UNIDADES</p> | | | | | |
| Fecha Emisión: 3 marzo 2005 | | Nro. Emisión: Primera | | Período Vigente: Octubre 2007 – Actualidad | |
| Profesor (a): A. Berend | Jefe Dpto.: R. Berríos | Director: C. Ferrer | Aprob. Cons. de Escuela 3 marzo 2005 | | Aprob. Cons. Facultad 22 noviembre 2005 |

| | | | | | |
|--|-----------------|--|--------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| FACULTAD: Ingeniería | | ESCUELA: Ingeniería Mecánica | | DEPARTAMENTO: Energética | |
| ASIGNATURA: Refrigeración | | | | CÓDIGO: 4733 | PAG: 7 DE: 7 |
| REQUISITOS: Transferencia de Calor (4731). | | | | | UNIDADES: 3 |
| HORAS | | | | | |
| TEORÍA | PRÁCTICA | TRAB. SUPERV. | LABORATORIO | SEMINARIO | TOTALES DE ESTUDIO |
| 3 | 1 | | | | 4 |

Esta asignatura tiene un total de tres (3) Unidades, de acuerdo a las horas de docencia establecidas.

9. HORAS DE CONTACTO

La asignatura Refrigeración se dicta en dos sesiones semanales de dos horas cada una. Las horas de distribuyen en tres (3) de teoría y una (1) de práctica de problemas.

10. PROGRAMACIÓN CRONOLÓGICA

| Tema | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Totales |
|-------------------|---|----|---|----|----|---|---------|
| Horas | 2 | 12 | 4 | 16 | 20 | 4 | 58 |
| Horas de teoría | 2 | 9 | 3 | 12 | 15 | 3 | 44 |
| Horas de práctica | | 3 | 1 | 4 | 5 | 1 | 14 |

Se dejan 6 horas para la realización de los exámenes previstos.

11. BIBLIOGRAFÍA

11.1 Textos Básicos

Dossat, R. 1980. *Principios de Refrigeración*. Compañía Editorial Continental, México
Dossat, R. 1998. *Principles of Refrigeration. SI version*. John Wiley & Sons, Inc., U.S.A.

11.2 Textos Complementarios

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. 2002. (Ediciones anteriores son igualmente válidas). *ASHRAE Handbook – Refrigeration*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., U.S.A.

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. 2001 (Ediciones anteriores son igualmente válidas). *ASHRAE Handbook – Fundamentals*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., U.S.A.

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. 1988 (Ediciones anteriores son igualmente válidas). *ASHRAE Handbook – Equipment*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., U.S.A.

King, G. R. 1971. *Modern Refrigeration Practice*. McGraw-Hill, Inc., U.S.A.

| | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--|--|-----------------------|
| Fecha Emisión: 3 marzo 2005 | | Nro. Emisión: Primera | | Período Vigente: Octubre 2007 – Actualidad | Último Período |
| Profesor (a): A. Berend | Jefe Dpto.: R. Berríos | Director: C. Ferrer | Aprob. Cons. de Escuela 3 marzo 2005 | Aprob. Cons. Facultad 22 noviembre 2005 | |

| | | | | | |
|---|----------------------------------|--|--|--|---|
| FACULTAD: Ingeniería | | ESCUELA: Ingeniería Mecánica | | DEPARTAMENTO: Energética | |
| ASIGNATURA: Refrigeración | | | | CÓDIGO: 4733 | PAG: 8 DE: 7 |
| REQUISITOS: Transferencia de Calor (4731). | | | | | UNIDADES: 3 |
| HORAS | | | | | |
| TEORÍA | PRÁCTICA | TRAB. SUPERV. | LABORATORIO | SEMINARIO | TOTALES DE ESTUDIO |
| 3 | 1 | | | | 4 |
| <p>Stoecker, W. F.1998. <i>Industrial Refrigeration Handbook</i>. McGraw-Hill, Inc., U.S.A. Pita, E. G..1998. <i>Principios y Sistemas de Refrigeración</i>. Editorial Limusa , México</p> | | | | | |
| Fecha Emisión: 3 marzo 2005 | | Nro. Emisión: Primera | | Período Vigente: Octubre 2007 – Actualidad | |
| Profesor (a): A. Berend | Jefe Dpto.: R. Berríos | Director: C. Ferrer | Aprob. Cons. de Escuela 3 marzo 2005 | | Aprob. Cons. Facultad 22 noviembre 2005 |