

# TECNOLOGÍA FRIGORÍFICA

Curso 2016/2017

(Código: 68044055)

## 1. PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA

La experiencia nos dice, que la única forma de poder enfriar un sistema es disponiendo de otro a una temperatura inferior. Este hecho fue establecido de una manera formal en el enunciado de Clausius del 2º Principio de la Termodinámica, donde se formula la imposibilidad de que se establezca, de forma espontánea, un flujo de calor desde un sistema a otro más caliente.

Esta absorción de calor, o producción frigorífica, se efectúa normalmente con un fluido, por su fácil trasiego, y asociado a un cambio de estado, ya que implica una menor cantidad de fluido a trasegar.

Debemos por tanto disponer en el intercambiador de calor, denominado evaporador, de un flujo de sustancia frigorífica, refrigerante, a una temperatura inferior a la del recinto que deseamos refrigerar. Para ello habremos de conseguir que dicho refrigerante se encuentre a una presión tal, que le permita evaporarse a una temperatura inferior a la del recinto, consiguiéndose el efecto frigorífico buscado.

$$T_R > T_e$$

(Trecinto > Tevaporación)

Del mismo modo, para poder evacuar al ambiente el calor extraído del recinto, es preciso que el refrigerante alcance una temperatura superior a la del medio exterior. Para ello, los vapores procedentes del evaporador son sometidos a un aumento de presión, con lo que aumenta su temperatura, permitiendo que el refrigerante pueda ser condensado.

$$T_k > T_a$$

(Tcondensador > Tambiente)

El conseguir estas presiones de trabajo sólo es posible con un aporte continuo de energía del entorno, pudiendo distinguir:

- Si el aporte de energía se efectúa en forma de trabajo, las denominadas máquinas de compresión mecánica.
- Si el aporte de energía es en forma de calor, máquinas frigoríficas de compresión térmica (cuyas peculiaridades se estudiarán en la Unidad Didáctica III)

Sobre este enfoque, el estudio de la producción frigorífica engloba tres sistemas, los focos térmicos (recinto a refrigerar y el ambiente), la máquina frigorífica y el refrigerante, que deberán tenerse en cuenta a la hora de diseñar una instalación, sea cual fuere su naturaleza.

El primer paso de diseño será recoger información sobre las condiciones que rodean a la instalación, de modo que pueda establecerse:

¿Qué temperatura tiene que alcanzarse?

Esta dependerá del objeto de la refrigeración, que determina las condiciones de diseño, temperatura y humedad relativa fundamentalmente. Estos valores, normalmente resultado de extensos estudios empíricos, establecen las condiciones que han de mantenerse en el recinto para asegurar una óptima conservación o confort, disponiéndose actualmente de datos tabulados para un gran número de aplicaciones.

¿Cuánto calor debe extraerse?



La evaluación, denominada cálculo de cargas, consiste en determinar el flujo de calor que es preciso extraer del recinto, en todas las situaciones que es previsible que se registren. Para lo cual, se evalúan todos los flujos térmicos, a través de la envolvente, ocupación, iluminación, etc. Este punto no será objeto de estudio en el desarrollo de este texto.

¿Cuál es la temperatura del medio que se usará como sumidero de calor?

Para evacuar calor al exterior, será preciso superar la temperatura del medio que se emplee para condensar el fluido. En muchos de los casos se emplea como medio condensante el aire ambiente, estando disponibles tablas, de origen empírico, donde se ofrecen datos de temperatura y humedad específica para las distintas poblaciones.

Del mismo modo, en el caso de emplear agua, pérdida o recirculada.

Con estos datos, la *máquina frigorífica*, que deberá conseguir y mantener las condiciones deseadas, quedará definida, una vez se establezca:

*Su aspecto térmico:* (Unidad didáctica I)

- El ciclo termodinámico, que describe las evoluciones que deberá seguir el fluido refrigerante, para conseguir extraer las cargas térmicas del recinto a estudio.

*Su aspecto tecnológico:* (Unidad didáctica II)

- El fluido refrigerante, que constituye el medio de conexión entre la máquina frigorífica, el recinto y el exterior.
- Los elementos que deberán componer dicha máquina, para que el refrigerante ejecute el proceso descrito en el ciclo termodinámico seleccionado, en funcionamiento automático y seguro.

## 2.CONTEXTUALIZACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS

El estudio de cada tema debe comenzar con la lectura detallada del correspondiente capítulo del texto base, para después proceder al estudio propiamente dicho: identificación y análisis de los puntos fundamentales; elaboración de esquemas conceptuales y sinópticos; relaciones del tema en estudio con otros; etc. Cuando se haya comprendido el tema perfectamente, se pasará a la resolución de los ejercicios incluidos en el texto al final de cada capítulo, repasando todos aquellos conceptos que se hayan manifestado "oscuros" por algún "tropiezo" en la resolución de los ejercicios.

La labor personal y continuada del alumno es imprescindible para el proceso de aprendizaje, siendo aconsejable que se resuelva de forma completa y personal el mayor número posible de ejercicios. También es importante hacer un análisis de los resultados de los ejercicios, con el doble fin de relacionar unos procesos con otros y de adquirir un cierto sentido de la "medida".

Si después de un esfuerzo personal razonable no puede resolver cualquier "pega", no dude en acudir a su tutor (si existe en su Centro Asociado) o bien, en cualquier caso, directamente al equipo docente de la asignatura en la Sede Académica Central.

## 3.REQUISITOS PREVIOS REQUERIDOS PARA CURSAR LA ASIGNATURA

Los conocimientos previos que se precisan con carácter general corresponden a materias ya cursadas, impartidos en las asignaturas Termodinámica I, Termodinámica II y Transmisión de Calor. Por otra parte, los conocimientos adquiridos en esta asignatura son básicos para poder cursar posteriormente la asignatura Aire Acondicionado.

## 4.RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Con el estudio de esta asignatura, se pretende en primer lugar que el alumno llegue a comprender los fundamentos teóricos del funcionamiento de las máquinas frigoríficas de compresión mecánica de vapor, para lo cual se procede en primer lugar a un análisis detallado, desde un punto de vista rigurosamente termodinámico, de los distintos ciclos frigoríficos. Al finalizar esta primera parte, el alumno debe ser capaz de efectuar los balances de materia, energía y exergía de máquinas frigoríficas de compresión mecánica de vapor, así como de seleccionar el tipo de máquina frigorífica más adecuado para una



determinada aplicación.

En segundo lugar, se pretende que el alumno conozca e identifique los distintos elementos fundamentales y accesorios que constituyen las distintas máquinas frigoríficas de compresión mecánica de vapor, así como los procedimientos y equipos que se emplean para la regulación automática de su funcionamiento. Al finalizar esta segunda parte, el alumno, además, debe ser capaz de dimensionar y seleccionar los distintos elementos constitutivos de estas máquinas.

En tercer lugar, se pretende que el alumno adquiera habilidades semejantes en el caso de otras máquinas frigoríficas, como las de compresión mecánica de gas, las de absorción de vapor o las denominadas bombas de calor.

## 5.CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

### Unidad Didáctica 1

1. Generalidades.
2. La máquina frigorífica de compresión mecánica simple de vapor.
3. Ciclos frigoríficos de doble compresión de vapor y de compresión en cascada.

### Unidad Didáctica 2

1. Elementos fundamentales.
2. Elementos accesorios.
3. Instrumentación y control.

### Unidad Didáctica 3

1. Bombas de calor de compresión mecánica de vapor.
2. Ciclos de compresión mecánica de gas.
3. Máquinas de absorción.

## 6.EQUIPO DOCENTE

- [ALICIA MAYORAL ESTEBAN](#)

## 7.METODOLOGÍA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

El estudio de cada tema debe comenzar con la lectura detallada del correspondiente capítulo del texto base, para después proceder al estudio propiamente dicho: identificación y análisis de los puntos fundamentales; elaboración de esquemas conceptuales y sinópticos; relaciones del tema en estudio con otros; etc. Cuando se haya comprendido el tema perfectamente, se pasará a la resolución de los ejercicios incluidos en el texto al final de cada capítulo, repasando todos aquellos conceptos que se hayan manifestado "oscuros" por algún "tropiezo" en la resolución de los ejercicios.

La labor personal y continuada del alumno es imprescindible para el proceso de aprendizaje, siendo aconsejable que se resuelva de forma completa y personal el mayor número posible de ejercicios. También es importante hacer un análisis de los resultados de los ejercicios, con el doble fin de relacionar unos procesos con otros y de adquirir un cierto sentido de la "medida".

Si después de un esfuerzo personal razonable no puede resolver cualquier "pega", no dude en acudir a su tutor (si existe en su Centro Asociado) o bien, en cualquier caso, directamente al equipo docente de la asignatura en la Sede Académica Central.

## 8.EVALUACIÓN

### 6.1. PRUEBAS DE EVALUACIÓN A DISTANCIA

Durante el presente curso no habrá Pruebas de Evaluación a Distancia. Sin embargo, el equivalente a las mismas se podrá encontrar en el curso virtualizado.



## 6.2. PRÁCTICAS DE LABORATORIO

No hay Prácticas de Laboratorio. Sin embargo sí se podrían organizar visitas a empresas y a instalaciones de interés relevante. A tal efecto, es preciso que el alumno comunique al equipo docente, antes de finales de octubre, su dirección postal, teléfonos y dirección de correo electrónico.

## 6.3. PRUEBAS PRESENCIALES

Al tratarse de una asignatura de duración cuatrimestral, impartida en el segundo cuatrimestre, existe una única Prueba Presencial al finalizar éste. Aquellos alumnos que no superen la asignatura en la misma pueden hacer uso de la convocatoria de septiembre.

En las pruebas presenciales se permitirá el empleo de cualquier tipo de material de consulta como apoyo. Los ejercicios propuestos no consistirán, en ningún caso, en la redacción de temas; se tratará siempre de ejercicios activos: resolución de problemas, análisis de cuestiones no incluidas en el texto o contestación breve y razonada de algunas preguntas. En cada Prueba Presencial, el alumno dispondrá de un tiempo máximo de dos horas para la resolución del conjunto de ejercicios propuestos.

Es muy importante tener presente a la hora de preparar la asignatura, que el examen no es el momento más adecuado, por tiempo disponible y por situación emocional, para aprender un concepto o la metodología de resolución de un problema. El material de consulta se debe utilizar exclusivamente con el fin de no recargar la memoria de un modo innecesario, es decir para confirmar una ecuación o un matiz, pues en caso contrario no se dispondrá de tiempo necesario.

## 6.4. CRITERIOS GENERALES DE EVALUACIÓN

Para superar la asignatura es preciso obtener una calificación mínima de aprobado (5 puntos). En el enunciado del examen se indicará la puntuación máxima asignada a cada uno de los ejercicios propuestos.

En la evaluación se tendrá en cuenta prioritariamente el planteamiento coherente del ejercicio, la decisión razonada de hipótesis de cálculo, el conocimiento de las fuentes de datos y la capacidad de detectar resultados claramente erróneos o incoherentes. En segundo lugar la estimación correcta de los datos precisos para la resolución del ejercicio y sólo en tercer lugar la obtención de resultados numéricamente correctos. Debe ponerse aquí de manifiesto que en Ingeniería el resultado numérico correcto es fundamental, sin embargo el Equipo Docente estima que la situación anímica del alumno en el examen puede ser fuente de generación de errores de cálculo, que evidentemente no podrían tolerarse en el ejercicio profesional.

## 9. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Comentarios y anexos:

AROCA LASTRA, S. y A. MAYORAL ESTEBAN: Unidades Didácticas de Tecnología Frigorífica. UNED, Madrid (2004).

Este texto es autosuficiente para un aprovechamiento óptimo de la asignatura. Se desarrollan todos los temas del programa y contiene un número suficiente de ejemplos y ejercicios prácticos, que deben servir para alcanzar sobradamente los objetivos propuestos.

## 10. BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Comentarios y anexos:

ASHRAE HANDBOOK: Fundamentals. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., Atlanta (2001).

HVAC Applications. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., Atlanta (1999).

HVAC Systems & Equipments. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., Atlanta (2000).



Refrigeration. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., Atlanta (2002).

LÓPEZ, A.: Las instalaciones Frigoríficas en las industrias agroalimentarias. A. Madrid Vicente Ed., Madrid (1994).

RAPIN, P. J.: Instalaciones Frigoríficas, 2 vol. Marcombo, Barcelona (1986).

## 11.RECURSOS DE APOYO

La asignatura se encuentra virtualizada, por lo que es conveniente la utilización de este medio.

## 12.TUTORIZACIÓN

Los horarios de tutoría son los indicados en la plataforma virtual ALF

