



1309/19



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

Programa de REFRIGERACIÓN

1. NOMBRE DE LA UNIDAD CURRICULAR

Refrigeración

2. CRÉDITOS

8 créditos

3. OBJETIVOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

El objetivo es que el estudiante adquiera los conocimientos teórico-básicos sobre los distintos tipos de sistemas de refrigeración, así como sus aplicaciones y los cuidados ambientales que se debe atender, como se desarrollan comúnmente en la práctica profesional. Además, el estudiante debería complementar en esta unidad curricular las herramientas conceptuales ya adquiridas en los cursos de termodinámica básica y aplicada, al análisis, operación y control de los sistemas de refrigeración.

4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

En promedio, la dedicación semanal esperada se distribuirá de la siguiente forma:

- 4 horas de clases teórico-prácticas
- 3 horas de dedicación no presencial
- 1 hora de actividades complementarias

Las actividades complementarias consistirán en:

- Visitas a plantas industriales (o similares) y la elaboración de informes técnicos de las mismas.
- Presentación en clase de algunos temas del curso (o temas complementarios) por parte de los estudiantes.
- Prácticas de laboratorio y la elaboración de informes técnicos de las mismas.

Dichas actividades serán elegidas o diseñadas con el fin de acercar a los estudiantes a la aplicación real de los temas tratados en el curso, facilitando y complementando su

incorporación. También se espera que estas actividades incentiven a los estudiantes, despertando inquietudes e intereses en relación a la asignatura.

Cada año se propondrá una o más de estas actividades, en función de la cantidad de estudiantes, la disponibilidad docente, etc.

5. TEMARIO

1. Repaso de termodinámica: Leyes de la termodinámica. Equilibrio termodinámico. Procesos reversibles e irreversibles. Ciclo de Carnot. COP.
2. Ciclo real: Ciclo de Carnot con adición y rechazo de calor a presión constante, con un refrigerante en cambio de fase. Subenfriamiento y sobrecalentamiento. Ciclo real. Representación en el diagrama P-h. Flujo másico, efecto refrigerante y capacidad de refrigeración. Ciclos con tres o más presiones.
3. Compresores alternativos: Generalidades de los compresores alternativos. Espacio nocivo, rendimiento volumétrico y eficiencia volumétrica. Eficiencia adiabática. Efectos de la variación de temperaturas de evaporación y condensación. Influencia del subenfriamiento y sobrecalentamiento. Lubricación y refrigeración del compresor. Regulación de capacidad.
4. Compresores de tornillo: Generalidades de los compresores de tornillo. Efectos de la variación de temperaturas de evaporación y condensación. Regulación de capacidad. Regulación de la relación de compresión (V_i variable). Lubricación y refrigeración del compresor. Admisión a presiones intermedias.
5. Evaporadores: Transferencia de calor en el evaporador. Ebullición del refrigerante. Evolución de la condición del aire al circular por el evaporador. Selección y operación. Regulación del flujo de refrigerante hacia el evaporador (sistemas de expansión directa, inundados y recirculados). Formación de escarcha y métodos de descongelado.
6. Condensadores: Transferencia de calor en el condensador. Clasificación de condensadores (enfriados por aire, agua y de tipo evaporativos). Purga de gases incondensables. Enfriamiento de aceite por efecto termosifón.
7. Sistema total de compresión de vapor: Curva de funcionamiento del compresor. Curva de funcionamiento del condensador. Curva de funcionamiento de la unidad condensadora. Curva de funcionamiento del evaporador. Punto de equilibrio en sistemas de una y dos etapas de compresión.
8. Dispositivos de expansión, válvulas y controles: Dispositivos de expansión (válvulas termostáticas, electrónicas y manuales; tubos capilares). Válvulas de regulación de flujo. Controles de nivel. Visores de líquido. Sensores de temperatura y presión. Selección de válvulas y controles.

9. Cañerías y tanques: Tipos de cañerías. Pérdidas de carga en cañerías y accesorios. Dimensionamiento, pendientes y elevaciones. Materiales comúnmente utilizados. Aislación. Tanques en sistemas de refrigeración.
10. Refrigerantes: Refrigerantes industriales (composición, clasificación y nomenclatura). Efecto de los refrigerantes en la atmósfera. Propiedades de los refrigerantes. Aspectos de seguridad.
11. Aceites: El aceite en el sistema de refrigeración. Tipos de aceites y sus propiedades (viscosidad, punto de escurrimiento, puntos de floculación, etc.). Solubilidad de los refrigerantes en los aceites. Efectos del aceite en la transferencia de calor en los evaporadores. Separadores de aceite, purgas y filtros.
12. Cálculo de carga de refrigeración: Temperaturas de diseño. Transferencia de calor a través de paredes, piso y techo. Infiltraciones de aire por apertura de puertas. Cargas de personas, motores, iluminación y otros. Calor de descongelado. Carga del producto.

6. BIBLIOGRAFÍA

Tema	Básica	Complementaria
Repaso de termodinámica	3 y 1	
Ciclo real	1, 2 y 3	
Compresores alternativos	1, 2 y 3	
Compresores de tornillo	1, 2 y 3	
Evaporadores	1, 2 y 3	
Condensadores	1, 2 y 3	
Sistema total de compresión de vapor	3	
Dispositivos de expansión, válvulas y controles	1, 2 y 3	
Cañerías y tanques	1 y 2	
Refrigerantes	1, 2 y 3	
Aceites	1	
Cálculo de carga de refrigeración	1 y 3	

6.1 Básica

1. Stoecker, Wilbert F. (1998). Industrial Refrigeration Handbook. Estados Unidos de América: Mc Graw-Hill.
2. Stoecker, Wilbert F. y Pérez Blanco, H. (1992). Refrigeración Industrial. Estados Unidos de América: Business News Publishing Company.
3. Stoecker, Wilbert F. y Jones, J. W. (1982). Refrigeration and Air Conditioning. Estados Unidos de América: Mc Graw-Hill.

6.2 Complementaria

4. 2018 ASHRAE Handbook - Refrigeration. Estados Unidos de América: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
5. 2017 ASHRAE Handbook - Fundamentals. Estados Unidos de América: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
6. 2016 ASHRAE Handbook - HVAC Systems and Equipment. Estados Unidos de América: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
7. 2015 ASHRAE Handbook - HVAC Applications. Estados Unidos de América: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

7. CONOCIMIENTOS PREVIOS EXIGIDOS Y RECOMENDADOS

7.1 Conocimientos Previos Exigidos: Termodinámica básica, transferencia de calor y masa, intercambiadores de calor, aire húmedo, hidráulica, nociones de compresores y bombas.

7.2 Conocimientos Previos Recomendados: Nociones de ciencia e ingeniería de materiales, electrotecnia e instrumentación industrial.

ANEXO A

Para todas las Carreras

A1) INSTITUTO

Instituto de Ingeniería Industrial Mecánica y Producción Industrial (IIMPI)

A2) CRONOGRAMA TENTATIVO

Semana 1	Tema 1 (2 hs de clase). Tema 2 (2 hs de clase).
Semana 2	Tema 2 (4 hs de clase).
Semana 3	Tema 3 (4 hs de clase).
Semana 4	Tema 3 (2 hs de clase). Tema 4 (2 hs de clase).
Semana 5	Tema 4 (4 hs de clase).
Semana 6	Tema 4 (2 hs de clase). Tema 5 (2 hs de clase).
Semana 7	Tema 5 (4 hs de clase).
Semana 8	Tema 6 (4 hs de clase).
Semana 9	Tema 7 (4 hs de clase). Actividad complementaria
Semana 10	Tema 8 (4 hs de clase). Actividad complementaria
Semana 11	Tema 9 (4 hs de clase).
Semana 12	Tema 10 (4 hs de clase).
Semana 13	Tema 11 (4 hs de clase). Actividad complementaria
Semana 14	Tema 12 (4 hs de clase). Actividad complementaria
Semana 15	Repaso para la prueba final y el examen. (4 hs de clase)

A3) MODALIDAD DEL CURSO Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

La evaluación durante el curso se realizará a partir de tres instancias:

A) Primer parcial: Consta de una prueba escrita de 25 puntos. En este parcial se le exigirá al estudiante un mínimo de 10 puntos para habilitarlo a realizar las actividades complementarias y continuar con el curso.

B) Actividades complementarias: El estudiante podrá sumar hasta 15 puntos con estas actividades. Como se menciona en el ítem 4 - "Metodología de enseñanza", cada año se propondrá una o más de estas actividades. Al menos una de las actividades complementarias propuestas será de carácter obligatorio, teniendo en cuenta la carga horaria estipulada para las mismas.

Las actividades complementarias consistirán en:

- Visitas a plantas industriales y elaboración de informes técnicos de las mismas.
- Presentación en clase de algunos temas del curso por parte de los estudiantes.
- Prácticas de laboratorio y la elaboración de informes técnicos de las mismas.

C) Segundo parcial: Consta de una prueba final escrita de 60 puntos.

El conjunto de pruebas y actividades complementarias totalizan 100 puntos.

Para **aprobar el curso** (ganar el derecho a examen):

- se requiere un mínimo de 25 puntos y la realización de las actividades complementarias que se establezcan como obligatorias cada año.

La **exoneración de la prueba de ejercicios** del examen (ver siguientes párrafos):

- se alcanzará con un mínimo de 70 puntos, además de la realización de las actividades complementarias obligatorias.

Los estudiantes que **aprueben el curso** deberán rendir el examen completo, el cual contará con dos instancias: una prueba de ejercicios eliminatoria (habitualmente escrita), seguido de una prueba teórica (habitualmente oral).

Los estudiantes que en el curso **exoneren la prueba de ejercicios** del examen rendirán únicamente la prueba teórica.

A4) CALIDAD DE LIBRE

Los estudiantes no podrán acceder a la calidad de libre.

A5) CUPOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

No tiene cupos.

ANEXO B para las carreras Ingeniería Industrial Mecánica e Ingeniería Naval

B1) ÁREA DE FORMACIÓN

Fluidos y Energía

B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS

Curso:

Elementos de Mecánica de los Fluidos (Examen)
Transferencia de Calor 1 (Examen)
Transferencia de Calor 2 (Curso)
Máquinas para Fluidos I (Curso)

Examen:

Transferencia de Calor 2 (Examen)
Refrigeración (Curso)

APROB. RES. CONSEJO DE FAC. ING.
Fecha 3/9/18 Exp. 061130-018424-12