



POLITÉCNICA

Guía Resumen de la Asignatura Refrigeración y Climatización en Buques

Datos Descriptivos

ASIGNATURA:	85002929/85001930 Refrigeración y Climatización en Buques (RyCB)
MATERIA:	INGENIERÍA TÉRMICA
CRÉDITOS EUROPEOS:	3
CARÁCTER:	OPTATIVA
TITULACIÓN:	GRADOS EN INGENIERÍA MARÍTIMA y ARQUITECTURA NAVAL
CURSO/SEMESTRE	CURSOS 3º o 4º, SEGUNDO SEMESTRE (S6 o S8)
ESPECIALIDAD:	

CURSO ACADÉMICO	2013-2014		
PERIODO IMPARTICION	Septiembre-Enero	Febrero-Junio	
		x	
IDIOMA IMPARTICIÓN	Sólo español	Sólo inglés	Ambos
	x		

DEPARTAMENTO:	SISTEMAS OCEÁNICOS Y NAVALES	
PROFESORADO		
NOMBRE Y APELLIDO (C=Coordinador)	DESPACHO	Correo electrónico
TERESA J. LEO MENA (C)	L-IT-1	teresa.leo.mena@upm.es
MARIA DEL CARMEN RODRÍGUEZ HIDALGO	L-IT-2	mariadelcarmen.rodriguez.hidalgo@upm.es
JOSÉ LUIS MORÁN GONZÁLEZ	L-IT-2	joseluis.moran@upm.es

CONOCIMIENTOS PREVIOS REQUERIDOS PARA PODER SEGUIR CON NORMALIDAD LA ASIGNATURA	
ASIGNATURAS SUPERADAS	Cálculo I, II y III; Álgebra lineal y geometría
	Química; Física I y II
	Termodinámica
	Ingeniería Térmica I
OTROS RESULTADOS DE APRENDIZAJE NECESARIOS	Aplicar los métodos de solución de sistemas de ecuaciones lineales
	Aplicar correctamente los métodos de integración elementales
	Aplicar los principios de la Termodinámica a sistemas cerrados
	Aplicar los principios de la Termodinámica a sistemas abiertos

Contenidos y Actividades de Aprendizaje

CONTENIDOS ESPECÍFICOS (TEMARIO)		
TEMA / CAPITULO	APARTADO	Indicadores Relacionados
(30 horas de profesor)		
Tema 1. Cargas térmicas. Tipos y cálculo RA1	Lección 1: Introducción	
	Lección 2: Criterios generales	
	Lección 3: Cálculo de las cargas térmicas de una cámara o bodega	
	Lección 4: Flujo de calor total de refrigeración	
Tema 2. Formas de producción de frío. Máquinas e instalaciones frigoríficas RA2, RA3	Lección 1: Formas de producción de frío. Máquinas frigoríficas. Refrigerantes	
	Lección 2: Instalaciones frigoríficas. Refrigeración por compresión de vapor	
	Lección 3: Instalaciones frigoríficas. Refrigeración por absorción	
	Lección 4: Otros sistemas de refrigeración en buques	
Tema3. Sistemas de enfriamiento centralizado en buques RA4, RA5	Lección 1: Antecedentes históricos	
	Lección 2: Materiales y tipos de intercambiadores	
	Lección 3: Mezcla de los sistemas de alta y baja temperatura	
	Lección 4: Aspectos económicos de los sistemas de enfriamiento centralizado	
Tema 4. Refrigeración en transporte marítimo RA6	Lección 1: Introducción al transporte marítimo de carga refrigerada	
	Lección 2: Transporte marítimo de productos congelados y refrigerados	
	Lección 3: Transporte marítimo de gases licuados. Gas Natural Licuado GNL (LNG)	
	Lección 4: Transporte marítimo de gases licuados. Gas Licuado del Petróleo GLP (LPG)	
Tema 5. Instalaciones frigoríficas en buques pesqueros RA7	Lección 1: Introducción	
	Lección 2: La descomposición del pescado	
	Lección 3: La conservación del pescado	
	Lección 4: Aislantes y aceites	
Tema 6. Climatización y ventilación en buques. Condiciones de confort en buques RA8, RA9	Lección 1: Sistemas de ventilación y climatización	
	Lección 2: Necesidades de ventilación en los buques. Ventilación natural. Ventilación forzada	
	Lección 3: Confort. Sistemas de climatización	
	Lección 4: Equipos de climatización para buques	

Código	RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA
RA1.	Conocer, distinguir y estimar las cargas térmicas en buques.
RA2.	Conocer las distintas formas de producción de frío en buques.
RA3.	Saber calcular el ciclo frigorífico de las principales máquinas frigoríficas usadas en buques.
RA4.	Conocer los distintos sistemas de enfriamiento centralizado utilizados en buques.
RA5.	Conocer y evaluar las ventajas funcionales y económicas de los distintos sistemas de enfriamiento centralizado utilizados en buques.
RA6.	Conocer los sistemas de refrigeración utilizados en cada tipo de buque de transporte.
RA7.	Conocer las técnicas de refrigeración y congelación del pescado a bordo.
RA8.	Conocer los sistemas utilizados para climatización en buques (calefacción, ventilación y aire acondicionado).
RA9.	Saber calcular sistemas de climatización en buques.

EVALUACION		
Ref	INDICADOR DE LOGRO	Relacionado con RA:
L.01	Identificar los distintos tipos de cargas térmicas que pueden ser relevantes en buques.	RA1
L.02	Listar los criterios generales que deben tenerse en cuenta al abordar el estudio de las cargas térmicas en buques.	RA1
L.03	Saber calcular los distintos tipos de cargas térmicas en buques.	RA1
L.04	Saber estimar el flujo de calor total de refrigeración.	RA1
L.05	Distinguir las propiedades importantes de una sustancia para ser utilizada como refrigerante.	RA2
L.06	Identificar los principales componentes de las distintas máquinas frigoríficas utilizadas en buques.	RA2
L.07	Identificar los principales componentes de las instalaciones frigoríficas en buques.	RA2
L.08	Saber calcular el ciclo frigorífico de refrigeración por compresión de vapor y de refrigeración por aire.	RA2, RA3
L.09	Conocer las máquinas frigoríficas de absorción adecuadas para su instalación en buques.	RA2
L.10	Saber esquematizar los distintos sistemas de enfriamiento centralizado utilizados en buques.	RA4
L.11	Conocer los materiales y los tipos de intercambiadores de calor comúnmente utilizados.	RA4
L.12	Asociar la función de los intercambiadores de calor al tipo de los mismos en los sistemas de enfriamiento centralizado.	RA4
L.13	Clasificar por orden de importancia las ventajas funcionales y económicas de los distintos sistemas de enfriamiento centralizado utilizados en buques.	RA5
L.14	Utilizar criterios para evaluar las ventajas funcionales y	RA5

	económicas de los distintos sistemas de enfriamiento centralizado utilizados en buques.	
L.15	Conocer las principales características de cada tipo de buque de transporte marítimo en función del tipo de carga refrigerada.	RA6
L.16	Distinguir el sistema de refrigeración instalado en los buques de transporte en función de su carga.	RA6
L.17	Conocer las principales características de los buques de transporte de productos congelados y refrigerados.	RA6
L.18	Conocer las principales características de los buques de transporte de gases licuados LNG y LPG.	RA6
L.19	Enumerar los principales elementos que componen las instalaciones frigoríficas de los buques pesqueros.	RA7
L.20	Conocer los procesos y condiciones que intervienen en la descomposición del pescado.	RA7
L.21	Conocer y clasificar los distintos métodos que pueden emplearse en la conservación del pescado a bordo de un buque pesquero.	RA7
L.22	Distinguir entre los distintos tipos de aislantes y aceites que pueden emplearse en las instalaciones frigoríficas de los buques pesqueros.	RA7
L.23	Saber esquematizar un sistema de acondicionamiento de aire en un buque.	RA8, RA9
L.24	Conocer y manejar la normativa sobre ventilación y condiciones de confort establecidas para las zonas de habitación del buque.	RA8
L.25	Saber calcular un sistema típico de acondicionamiento de aire y de calefacción propio de las zonas de habitación del buque.	RA8, RA9

EVALUACIÓN

El alumno podrá optar por evaluación continua o solo examen final. Dispondrá de dos semanas a partir del primer examen parcial para decidir la modalidad de evaluación a la que se acoge.

1) Evaluación continua

Para aprobar la asignatura por evaluación continua el alumno deberá presentarse a **todas las pruebas** abajo detalladas y obtener una calificación igual o superior a 2,0 puntos sobre 10 en cada una de ellas. También, la nota mínima requerida para superar las prácticas de Laboratorio será de 5,0 puntos sobre 10.

La **nota final** se obtendrá realizando una media ponderada según el porcentaje aproximado reflejado a continuación:

- Prueba 1 Teoría (15%) Semana 7
- Prueba 2 Problema (30%) Semana 7
- Prueba 3 Teoría (15%) Semana 14
- Prueba 4 Problema (30%) Semana 14
- Actividades de clase (5%) Semanas 1-6 y 8-14.
- Prácticas de Laboratorio (5%)

Para superar la asignatura es necesario obtener una calificación mayor o igual a 5,0 puntos. Los alumnos que no habiendo alcanzado esta calificación hayan demostrado aprovechamiento en la asignatura, podrán realizar un examen global de la misma al terminar el semestre. Dicho examen coincidirá con el examen final y se realizará con las mismas condiciones que este.

2) Examen final. Convocatoria ordinaria

Los alumnos que hayan optado por sólo examen final realizarán un examen conjunto de los contenidos de la asignatura, siendo la nota del acta la obtenida en este examen. Para la convocatoria ordinaria se realizará un examen final, consistente en 1 prueba de teoría y 2 problemas, calificadas cada una independientemente sobre 10. Para hacer media, la nota mínima en cada una de estas pruebas deberá ser igual o superior a 2,0 sobre 10. En caso de no poder realizar media, la nota máxima que podrá aparecer en actas será 4,0.

- Teoría (30%)
- Problema 1 (35%)
- Problema 2 (35%)

Se aprobará con una media ponderada igual o superior a 5,0.

3) Examen final. Convocatoria extraordinaria

Los alumnos que hayan optado por sólo examen final realizarán un examen conjunto de los contenidos de la asignatura, siendo la nota del acta la obtenida en este examen. Para la convocatoria extraordinaria se realizará un examen final, consistente en 1 prueba de teoría y 2 problemas, calificadas cada una independientemente sobre 10. Para hacer media, la nota mínima en cada una de estas pruebas deberá ser igual o superior a 2,0 sobre 10. En caso de no poder realizar media, la nota máxima que podrá aparecer en actas será 4,0.

- Teoría (30%)
- Problema 1 (35%)
- Problema 2 (35%)

Se aprobará con una media ponderada igual o superior a 5,0.

4) Prácticas de laboratorio (opción evaluación continua)

Se propondrán varias prácticas de laboratorio, cuya nota se conservará únicamente durante el curso académico en el que se realizaron.

Las prácticas de Laboratorio se evaluarán con los criterios siguientes:

- Cuestionario eliminatorio sobre el guión de las prácticas (30%)
- Realización de la totalidad de las mismas (30%)
- Entrega de las memorias solicitadas tras su realización (40%)

En total, se ofrecen al alumno 30 horas presenciales: 27 en aula y 3 en laboratorio.

5) Evaluación formativa (Trabajo Autónomo)

Periódicamente se propondrán cuestionarios de autoevaluación en la plataforma virtual de enseñanza. Permitirán al alumno comprobar la asimilación de conocimientos y preparar las pruebas correspondientes a la evaluación. Su realización con aprovechamiento puede aumentar la nota final, hasta en 2 puntos, de aquellos alumnos que hayan aprobado, siempre que hayan realizado el 80%, o más, de dichos cuestionarios.

DESARROLLO TEMPORAL DE LA ASIGNATURA

A esta asignatura le corresponden 30 horas de docencia con profesor, incluyendo las clases, las pruebas 1 a 4 de evaluación y las prácticas de laboratorio. La asignatura tiene asignadas 2 horas por semana en el aula, pero teniendo en cuenta lo anterior, las actividades quedan distribuidas a lo largo de 15 semanas como se muestra en el cronograma.

SEMANA	ACTIVIDADES				
SEMANA 1	Actividad	Modalidad	Met.Ense.	Lugar	Duración
	Tema 1 Lección 1	Teórico-practico	Lección magistral participativa	Aula	60 min
	Tema 1 Lección 2	Teórico-practico	Lección magistral participativa	Aula	60 min
SEMANA 2	Actividad	Modalidad	Met.Ense.	Lugar	Duración
	Tema 1 Lección 3	Teórico-practico	Lección magistral participativa	Aula	60 min
	Tema 1 Lección 4	Teórico-practico	Lección magistral participativa	Aula	60 min
SEMANA 3	Actividad	Modalidad	Met.Ense.	Lugar	Duración
	Tema 1 Ejercicios prácticos complejos	Clase de problemas impartida por los alumnos	Técnica expositiva	Aula	60 min
	Tema 1 Ejercicios prácticos complejos	Clase de problemas impartida por los alumnos	Técnica expositiva	Aula	60 min
SEMANA 4	Actividad	Modalidad	Met.Ense.	Lugar	Duración
	Tema 2 Lección 1	Teórico-practico	Lección magistral participativa	Aula	60 min
	Tema 2 Lección 2	Teórico-practico	Lección magistral participativa	Aula	60 min
	<i>Autoevaluación</i>	<i>Trabajo autónomo</i>		<i>Plataforma virtual</i>	<i>30 min</i>
SEMANA 5	Actividad	Modalidad	Met.Ense.	Lugar	Duración
	Tema 2 Lección 3	Teórico-practico	Lección magistral participativa	Aula	60 min
	Tema 2 Lección 4	Teórico-practico	Lección magistral participativa	Aula	60 min
SEMANA 6	Actividad	Modalidad	Met.Ense.	Lugar	Duración
	Tema 3 Lección 1 Lección 2	Teórico-practico	Lección magistral participativa	Aula	60 min
	Tema 3 Lección 3 Lección 4	Teórico-practico	Lección magistral participativa	Aula	60 min
SEMANA 7	Actividad	Modalidad	Met.Ense.	Lugar	Duración
	Examen Teoría	Prueba evaluación continua		Aula exámenes	30 min
	Examen Problema	Prueba evaluación continua		Aula exámenes	60 min
SEMANA 8	Actividad	Modalidad	Met.Ense.	Lugar	Duración
	Tema 4 Lección 1	Teórico-practico	Lección magistral participativa	Aula	60 min
	Tema 4 Lección 2	Teórico-practico	Lección magistral participativa	Aula	60 min
SEMANA 9	Actividad	Modalidad	Met.Ense.	Lugar	Duración
	Tema 4 Lección 3	Teórico-practico	Lección magistral participativa	Aula	60 min
	Tema 4 Lección 4	Teórico-practico	Lección magistral participativa	Aula	60 min
SEMANA 10	Actividad	Modalidad	Met.Ense.	Lugar	Duración
	Tema 5 Lección 1	Teórico-practico	Lección magistral participativa	Aula	60 min
	Tema 5 Lección 2	Teórico-practico	Lección magistral participativa	Aula	60 min
SEMANA 11	Actividad	Modalidad	Met.Ense.	Lugar	Duración
	Tema 5 Lección 3	Teórico-practico	Lección magistral participativa	Aula	60 min
	Tema 5 Lección 4	Teórico-practico	Lección magistral participativa	Aula	60 min
	<i>Autoevaluación</i>	<i>Trabajo autónomo</i>		<i>Plataforma virtual</i>	<i>30 min</i>

SEMANA 12	Actividad	Modalidad	Met.Ense.	Lugar	Duración
	Tema 6 Lección 1	Teórico-practico	Lección magistral participativa	Aula	60 min
	Tema 6 Lección 2	Teórico-practico	Lección magistral participativa	Aula	60 min
SEMANA 13	Actividad	Modalidad	Met.Ense.	Lugar	Duración
	Tema 6 Lección 3	Teórico-practico	Lección magistral participativa	Aula	60 min
	Tema 6 Lección 4	Teórico-practico	Lección magistral participativa	Aula	60 min
SEMANA 14	Actividad	Modalidad	Met.Ense.	Lugar	Duración
	Examen Teoría	Prueba evaluación continua		Aula exámenes	30 min
	Examen Problema	Prueba evaluación continua		Aula exámenes	60 min

SEMANA 15	Actividad	Modalidad	Met.Ense.	Lugar	Duración
	Práctica Laborat I	Prácticas	Lección magistral participativa	Laboratorio	90 min
	Práctica Laborat II	Prácticas	Lección magistral participativa	Laboratorio	90 min

CARGA DE TRABAJO DE LA ASIGNATURA (por horas): (Para el alumno que opta por el sistema de evaluación continua)					
TEMARIO	Teoría	Prácticas	Total Aula	Prácticas de Lab.	Trabajo Personal Alumno
Tema 1. Cargas térmicas. Tipos y cálculo	3h	3h	6h	-	13h
Tema 2. Formas de producción de frío. Máquinas e instalaciones frigoríficas	2h	2h	4h	1,25h	7h
Tema 3. Sistemas de enfriamiento centralizado en buques	1h	1h	2h	1,25h	4h
Tema 4. Refrigeración en transporte marítimo	2h	2h	4h	-	4h
Tema 5. Instalaciones frigoríficas en buques pesqueros	2h	2h	4h	-	5h
Tema 6. Climatización y ventilación en buques. Condiciones de confort en buques	2h	2h	4h	-	12h
TOTAL:	12h	12h	24h	2,5h	45h
Evaluaciones parciales	1h	2h	3h	0,5	
TOTAL EVALUACIONES PARCIALES:					3,5h
Total asignatura:	30 Horas con Profesor (10 horas/Crédito ECTS)				45 Horas Alumno

RECURSOS DIDÁCTICOS

Bibliografía

- Instituto Internacional del Frío. Guía del transporte frigorífico. Mundi Prensa, Madrid, 2002.
- Carrier. Manual de Aire Acondicionado. Marcombo S.A., Barcelona 2009.
- Ashrae Handbook.HVAC Applications SI Edition. Atlanta, 2003.
- Merritt JH. Refrigeration on fishing vessels. Fishing News Books. Kent, 1978.
- Munton R; Stott JR. Refrigeration at sea. Maclaren & Sons Ltd. London, 1967.
- González de Lema FJ. Habilitación del buque, 2ª ed. Univ. da Coruña. La Coruña, 2007.
- Harrys S. Fully Refrigerated LPG Carriers. Witherby & Company Limited. London, 2004.
- "Transferencia de calor y masa. Un enfoque práctico", Y.A. Çengel, Edit. McGraw-Hill, 2007. Versión Española, Edit. Edit. McGraw-Hill 2007.
- Apuntes y presentaciones disponibles en la plataforma virtual.
- Tablas y diagramas disponibles en la plataforma virtual de la asignatura.

Recursos web

<http://moodle.upm.es>

<http://www.ashrae.org>

<http://webserver.dmt.upm.es/-isidoro/bk3/index.html>

Equipamiento

Aula y Aulas de exámenes
Laboratorio
Centro de Cálculo
Biblioteca
Salas de estudio