



Teaching Guide				
Identifying Data				2017/18
Subject (*)	Air Conditioning and Cooling Techniques		Code	631G02355
Study programme	Grao en Tecnoloxías Mariñas			
Descriptors				
Cycle	Period	Year	Type	Credits
Graduate	1st four-month period	Third	Obligatoria	6
Language	Galician			
Teaching method	Face-to-face			
Prerequisites				
Department	Ciencias da Navegación e Enxeñaría MariñaEnxeñaría Naval e Industrial			
Coordinador	Garcia-Bustelo Garcia, Enrique Juan	E-mail	enrique.garcia-bustelo@udc.es	
Lecturers	Garcia-Bustelo Garcia, Enrique Juan	E-mail	enrique.garcia-bustelo@udc.es	
Web	www.udc.es			
General description	<p>Achegar os conceptos tecnolóxicos do frío a partir dos fundamentos físicos sobre termodinámica aplicada á refrixeración e as transformacións implicadas nos procesos.</p> <p>Proporcionar coñecementos sobre a estrutura e o funcionamento das instalacións frigoríficas terrestres, mariñas e a bordo dos buques mercantes en xeral, de forma que permitan optimizar o seu funcionamento e mantemento, así como de buques de transporte de cargas especiais, tales como LNG e LPG. Ao mesmo tempo achegar coñecementos teórico-práctico necesarios para o cálculo e deseño das instalacións frigoríficas e dos seus equipos.</p>			

Study programme competences / results	
Code	Study programme competences / results
A1	CE1 - Capacidade para a realización de inspeccións, medicións, valoracións, taxacións, peritacións, estudos, informes, planos de labores e certificacións nas instalacións do ámbito da súa especialidade.
A2	CE2 - Capacidade para a dirección, organización e operación das actividades obxecto das instalacións marítimas no ámbito da súa especialidade.
A3	CE3 - Capacidade para o manexo de especificacións, regulamentos e normas de obrigado cumprimento.
A4	CE4 - Capacidade de analizar e valorar o impacto social e ambiental das solucións técnicas, así como a prevención de riscos laborais no ámbito da súa especialidade.
A7	CE7 - Capacidade para a operación e posta en marcha de novas instalacións ou que teñan por obxecto a construción, reforma, reparación, conservación, instalación, montaxe ou explotación, realización de medicións, cálculos, valoracións, taxacións, peritacións, estudos, informes, e outros traballos análogos de instalacións enerxéticas e industriais mariñas, nos seus respectivos casos, tanto con carácter principal como accesorio, sempre que quede comprendido pola súa natureza e característica na técnica propia da titulación, dentro do ámbito da súa especialidade, é dicir, operación e explotación.
A8	CE8 - Capacidade para realizar actividades inspectoras de acordo co establecido na normativa europea referente ao control polo estado do porto.
A21	CE37 - Capacidad para ejercer como Oficial de Máquinas de la Marina Mercante, una vez superados los requisitos exigidos por la Administración Marítima.
A22	CE38 - Capacidade para manter e reformar instalacións e reformas de equipos de cuberta, instalacións contra incendios, dispositivos e medios de salvamento e todos aqueles elementos relacionados coa seguridade da navegación, dentro do ámbito da súa especialidade, é dicir, operación e explotación.
A23	CE39 - Capacidade para a realización das actividades inspectoras relacionadas co cumprimento dos convenios internacionais de obrigado cumprimento, en todo o referido a buques en servizo, sempre que se circunscriban ao ámbito Da súa especialidade.
A26	CE22 - Contribuír a que as relacións humanas a bordo do buque sexan boas.
A29	CE41 - Realizar operacións de explotación óptima das instalacións do buque.



A30	CE42 - Operar, reparar, manter, reformar, optimizar a nivel operacional as instalacións industriais relacionadas coa enxeñaría mariña, como motores alternativos de combustión interna e subsistemas; turbinas de vapor, caldeiras e subsistemas asociados; ciclos combinados; propulsión eléctrica e propulsión con turbinas de gas; equipos eléctricos, electrónicos, e de regulación e control do buque; as instalacións auxiliares do buque, tales como instalacións frigoríficas, sistemas de goberno, instalacións de aire acondicionado, plantas potabilizadoras, separadores de sentinas, grupos electrógenos, etc.
A31	CE43 - Operar, reparar, manter e optimizar as instalacións auxiliares dos buques que transportan cargas especiais, tales como quimiqueiros, LPG, LNG, petroleiros, cementeiros, Ro-Ro, Pasaxe, botes rápidos, etc.
A34	CE26 - Asegurar o cumprimento das prescricións sobre prevención da contaminación.
A38	CE45 - Manter os sistemas de maquinaria naval, incluídos os sistemas de control.
A45	CE50 - Utilizar as ferramentas apropiadas para as operacións de fabricación e reparación que adoitan efectuarse a bordo o buque.
A46	CE51 - Utilizar as ferramentas manuais e o equipo de medida para o desmantelado, mantemento, reparación e montaxe das instalacións e o equipo da bordo.
A48	CE33 - Vigilar el cumplimiento de las prescripciones legislativas.
A50	Capacidade para a óptima explotación de industrias relacionadas coa náutica e o transporte marítimo, tanto en competencias referidas á calidade, medio, seguridade mariña e prevención de riscos laborais.
A58	Observar o cumprimento da lexislación vixente neste ámbito.
B1	CT1 - Capacidad para gestionar los propios conocimientos y utilizar de forma eficiente técnicas de trabajo intelectual
B2	CT2 - Resolver problemas de forma efectiva.
B3	CT3 - Comunicarse de xeito efectivo nun ámbito de traballo.
B4	CT4 - Traballar de forma autónoma con iniciativa.
B5	CT5 - Traballar de forma colaboradora.
B8	CT8 - Versatilidade.
B9	CT9 - Capacidad para a aprendizaxe de novos métodos e teorías, que lle doten dunha gran versatilidade para adaptarse a novas situacións.
B10	CT10 - Comunicar por escrito e oralmente os coñecementos procedentes da linguaxe científica.
B11	CT11 - Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisións, creatividade, razoamento crítico e de comunicar e transmitir coñecementos habilidades e destrezas.
C6	C6 - Valorar criticamente o coñecemento, a tecnoloxía e a información dispoñible para resolver os problemas cos que deben enfrontarse.
C10	CB2 - Aplicar os coñecementos no seu traballo ou vocación dunha forma profesional e poseer competencias demostrables por medio da elaboración e defensa de argumentos e resolución de problemas dentro da área dos seus estudos
C11	CB3 - Ter a capacidade de reunir e interpretar datos relevantes para emitir xuícios que inclúan unha reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica ou ética
C12	CB4 - Poder transmitir información, ideas, problemas e solucións a un público tanto especializado como non especializado.
C13	CB5 - Ter desenvolvido aquelas habilidades de aprendizaxe necesarias para emprender estudos posteriores con un alto grao de autonomía.

Learning outcomes	
Learning outcomes	Study programme competences / results



Realizar eficazmente a operación e o mantemento das instalacións de climatización e refrixeración dos buques civís.	A1	B1	C6
	A2	B2	C10
Será capaz de analizar e optimizar os parámetros de funcionamento das instalacións.	A3	B3	C11
	A4	B4	C12
Usar e identificar os subsistemas das instalacións frigoríficas e de Aire Acondicionado.	A7	B5	C13
	A8	B8	
Realizar o balance térmico das instalacións frigoríficas e de climatización.	A21	B9	
Seleccionar os equipos necesarios para o deseño de instalacións de climatización e refrixeración dos buques civís.	A22	B10	
	A23	B11	
Manexar as ferramentas informáticas para o cálculo de instalacións.	A26		
Coñecer a normativa aplicable ás instalacións frigoríficas e de climatización dos buques.	A29		
	A30		
Coñecer e aplicar as técnicas que permitan aumentar o aforro enerxético de as instalacións frigoríficas e de climatización dos buques.	A31		
	A34		
Coñecer as instalacións frigoríficas de refrixeración dos buques pesqueiros.	A38		
Coñecer as instalacións de conxelación dos buques pesqueiros de altura.	A45		
Coñecer as instalacións de relicuación dos buques LPG.	A46		
Coñecer as instalacións de relicuación dos buques LNG.	A48		
Coñecer os distintos fluídos frigoríficos e seleccionar o máis conveniente segundo o tipo de instalación, tendo en conta o impacto ambiental.	A50		
	A58		
Avaliar o impacto ambiental producido polas instalacións frigoríficas e de aire acondicionado utilizadas a bordo dos buques.			
Coñecer as técnicas de conservación de produtos perecedoiros polo frío.			
Coñecer as técnicas de refrixeración e conxelación utilizadas no transporte marítimo de produtos perecedoiros.			

Contents	
Topic	Sub-topic
INTRODUCCIÓN	Aplicación das tecnoloxías do frío
DISTINTAS FORMAS DE PRODUCCIÓN DE FRÍO. MÁQUINAS FRIGORÍFICAS MAIS UTILIZADAS NA ACTUALIDADE.	Por medios físicos Por medios químicos Por compresión de vapor. Ciclos frigoríficos de exacción de vapor Ciclos frigoríficos de absorción
SISTEMAS DE REFRIXERACIÓN DE COMPRESIÓN CON VAPOR	Introdución: Conceptos básicos Ciclo de refrixeración de Carnot. Desviacións respecto ao ciclo de Carnot Ciclo Rankine Zonas do diagrama de Mollier Escala do diagrama. Táboas de fluídos frigoríficos Principais irreversibilidades dos ciclos reais
SISTEMAS DE REFRIXERACIÓN CON GAS	Ciclo Brayton inverso



INSTALACIÓNS FRIGORÍFICAS DE ABSORCIÓN	Instalación de auga e Bromuro de Litio. Instalación de Amoníaco e auga. Representación nos diagramas de equilibrio. Descrición dos elementos que compoñen unha instalación de absorción. Parámetros de funcionamento. Cristalización Causas da cristalización. Seguridades pasivas. Descristalización. Vantaxes das instalacións de absorción. Coxeración e absorción. Instalacións con enerxía solar.
CALCULO DE INSTALACIÓN DE COMPRESIÓN SIMPLE.	Ciclo teórico: -Cálculo da carga de enfriamiento. -Potencia frigorífica nominal e efectiva. -Producción frigorífica específica. -Caudal de refrixerante. -Producción frigorífica volumétrica. -Caudal volumétrico. -Traballo de compresión teórico. -Coeficiente de efecto frigorífico. -Potencia frigorífica específica. -Potencia teórica. Calor cedida no condensador. -Rendemento económico. Ciclo real: -Perdidas. -Rendemento volumétrico. -Rendemento indicado. -Rendemento mecánico. -Rendemento neto ou efectivo. -Producción frigorífica volumétrica real. -Potencia efectiva. Influencia da variación das condicións térmicas da máquina
CALCULO DAS INSTALACIÓNS FRIGORÍFICAS DE COMPRESIÓN MÚLTIPLE, TIPOS, DISCUSIÓN E ELECCIÓN	Melloras do COP do ciclo de Refrixeración Compresión múltiple directa con inxección parcial. -Ciclo de funcionamento. -Balance enerxético. Compresión múltiple directa con inxección total. - Ciclo de funcionamento. - Balance enerxético. Compresión múltiple en cascada. - Ciclo de funcionamento. - Balance enerxético. Existencia de varios evaporadores Sistemas de refrixeración directos e indirectos Elección da instalación frigorífica.



FLUIDOS FRIGORÍFICOS, PROPIEDADES, COMPARACIÓN E ELECCIÓN.	Definición e propiedades Identificación dos refrixerantes Tipos de refrixerantes; Refrixerantes orgánicos puros Mestura de refrixerantes orgánicos; Mesturas xeotrópicas Mestura de refrixerantes orgánicos; Mesturas Azeotrópicas Vantaxes dos Azeótropos como Refrixerantes Fluídos frigoríferos: Salmoiras Propiedades Desexables nas Salmoiras Tipos de salmoiras Os inconvenientes do uso das salmoiras
COMPRESORES	Compresores, clasificación e reseña de funcionamento Compresores Alternativos. Control de capacidade. Compresores Rotativos Compresores de rolo ou pistón rodante Compresores de paletas Compresores Scroll Compresores de Parafuso. Control de capacidade Turbocompresores
CÁLCULO, FUNCIÓN E ESTUDO DO CONDENSADOR.	Cálculo do condensador Zonas de funcionamento. Transmisión térmica. Clasificación dos condensadores. Caudal de fluído de condensación. Diferencia media logarítmica de temperaturas. Condensadores de aire. Cálculo dun condensador multitubular horizontal
CÁLCULO FUNCIÓN E ESTUDO DO EVAPORADOR.	Cálculo dos evaporadores. Clasificación Desxee nos evaporadores. Diferentes sistemas de desxeos
DISPOSITIVOS DE EXPANSIÓN	Clasificación e funcionamento Tubos capilares. Válvulas de expansión Termostáticas. Válvulas automáticas de presión constante. Reguladores de flotador. Reguladores colocados no lado de alta Presión e colocados no lado de baixa presión. Sistemas de inxección pilotados. Válvulas solenoides. Dispositivos de expansión electronicos
ACCESORIOS DUNHA INSTALACIÓN FRIGORÍFICA.	Separador de líquido. Intercambiador de calor Separador de aceite. Recipiente de líquido. Filtro deshidratador. Filtros de partículas. Desaireadotes. Válvulas de retención. Bombas de líquido.



INSTRUMENTOS DE CONTROL E INSTRUMENTACIÓN	Presostatos. Termostatos. Válvulas electromagnéticas Regulación de la presión de condensación
CONDUCCIÓN DE INSTALACIONES.	Mantemento. Lubricación. Carga de refrixerante. Detección de fugas. Secado da planta. Diagnose e corrección de defectos de funcionamento máis correntes.
AIRE ACONDICIONADO. PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DO AIRE HÚMEDO.	O aire atmosférico e o aire húmido. O aire húmido saturado. Grao de saturación e humidade relativa. Volume específico do aire húmido. Entalpía específica do aire húmido. Saturación adiabática. Temperatura de bulbo húmido. Diagrama de Mollier. Diagrama de Ashrae
PROCESOS PSICROMÉTRICOS.	Mestura adiabática de dúas correntes de aire húmido. Quentamento e arrefriamento sensible. Deshumidificación por arrefriamento. Quentamento con humidificación. Recta de manobra do local. Recta de manobra do climatizador. Réxime de verán. Réxime de inverno
CALCULO DE CARGAS.	Radiación solar Aire exterior Achegas de orixe eléctrica. Fontes caliríficas diversas.
SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE.	Sistemas todo aire. Sistema todo agua. Fa-coils con aire primario. Inductores.
ELECTRICIDAD APLICADA A INSTALACIONES FRIGORÍFICAS	Esquemas de forza e manobra de arranque e protección de motores trifásicos -Simboloxía básica -Arranque directo -Investimento de xiro -Arranque YD -Arranque en dobre YY Esquemas de manobra de instalacións frigoríficas
RELICUACIÓN A BORDO DE BUQUES LPG y LNG	Relicuación en buques LPG. - Principios de funcionamento - Visualización de plantas Relicuación en buques LNG. Introdución á tecnoloxía aplicada - Ciclo Brayton rexenerativo de refrixeración - Instalacións implantadas a bordo - Principios de regulación e control. - Análise termodinámica



PROGRAMA DE PRACTICAS	<p>Coñecer e identificar todos os compoñentes dunha planta frigorífica de compresión en instalacións a bordo de buques e terrestres. Estudo e recoñecemento de compresores frigoríficos. Practicas cos distintos sistemas de regulación das instalacións.</p> <p>Carga e descarga de fluido frigorífico das instalacións. Carga e descarga de aceite de lubricación. Condución e regulación dunha instalación. Balances enerxéticos.</p> <p>Practicas de psicometría na instalación de aire acondicionado.</p>
<p>CUMPLIMIENTO PARA JEFE DE MAQUINAS DE LA MARINA MERCANTE HASTA UN MAXIMO DE 3000 kW.</p> <p>El desarrollo y superación de estos contenidos, junto con los correspondientes a otras materias que incluyan la adquisición de competencias específicas de la titulación, garantizan el conocimiento, comprensión y suficiencia de las competencias recogidas en el cuadro AIII/2, del Convenio STCW, relacionadas con el nivel de gestión de Oficial de Máquinas de Primera de la Marina Mercante, sin limitación de potencia de la planta propulsora y Jefe de Máquinas de la Marina Mercante hasta un máximo de 3000 kW.</p>	<p>Cuadro A-III/2 del Convenio STCW.</p> <p>Especificación de las normas mínimas de competencia aplicables a los Jefes de máquinas y Primeros Oficiales de máquinas de buques cuya máquina propulsora principal tenga una potencia igual o superior a 3000 kW</p>

Planning				
Methodologies / tests	Competencies / Results	Teaching hours (in-person & virtual)	Student?s personal work hours	Total hours
Laboratory practice	A1 A2 A3 A4 A7 A8 A21 A22 A23 A26 A29 A30 A31 A34 A38 A45 A46 A48 A50 A58 B1 B2 B3 B4 B5 B8 B9 B10 B11 C6 C10 C11 C12 C13	8	14	22
Case study	A1 A2 A3 A4 A7 A8 A21 A23 A26 A29 A30 A31 A34 A38 A45 A46 A48 A50 A58 B1 B2 B3 B4 B5 B8 B9 B11 C6	5	10	15
Problem solving	A1 A2 A3 A4 A7 A8 A21 A23 A26 A29 A30 A31 A34 A38 A45 A46 A48 A50 A58 B1 B2 B3 B4 B5 B8 B9 B10 B11 C6	5	10	15
Guest lecture / keynote speech	A1 A2 A3 A4 A7 A8 A21 A23 A26 A29 A30 A31 A34 A38 A45 A46 A48 A50 A58 B1 B2 B3 B4 B5 B8 B9 B10 B11 C6	30	66	96
Personalized attention		2	0	2

(\*)The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.



Methodologies	
Methodologies	Description
Laboratory practice	<p>Detección de fugas.                      Solución de problemas.                      Carga de fluído.                      Balances térmicos.                      Regulación da instalación                      Interpretación de planos eléctricos</p>
Case study	<p>Proposta de casos e posibles situacións técnicas para a súa análise e estudo                      Proposta de problemas de cálculo                      Resolución de dúbidas</p>
Problem solving	Resolución de problemas propostos e dúbidas
Guest lecture / keynote speech	<p>Exposición de contidos con presentacións.                      Interpretación de material audiovisual: Debates, Foros                      Proposta e solución de problemas de cálculo                      Resolución de dúbidas</p>

Personalized attention	
Methodologies	Description
Laboratory practice Case study	<p>Os alumnos deberán presentarse no despacho do profesor, co fin de concretar os aspectos esenciais das materias para axudar ao seu estudo nas datas que se indiquen.                      Os alumnos deberán efectuar todas as prácticas que figuran no programa no laboratorio.</p>

Assessment			
Methodologies	Competencies / Results	Description	Qualification
Laboratory practice	A1 A2 A3 A4 A7 A8 A21 A22 A23 A26 A29 A30 A31 A34 A38 A45 A46 A48 A50 A58 B1 B2 B3 B4 B5 B8 B9 B10 B11 C6 C10 C11 C12 C13	Realizar y superar satisfactoriamente todas las prácticas propuestas	30
Guest lecture / keynote speech	A1 A2 A3 A4 A7 A8 A21 A23 A26 A29 A30 A31 A34 A38 A45 A46 A48 A50 A58 B1 B2 B3 B4 B5 B8 B9 B10 B11 C6	Prueba escrita de cuestiones teoricas y resolución de problemas propuestos	70
Others			

Assessment comments
<p>Proba final: requirirá un mínimo de 80% de asistencias, realizar a totalidade de prácticas de taller coa memoria correspondente, e ter entregado un 85% dos traballos propostos ao grupo ou individualmente.                      Os criterios de avaliación considerados nos cadros A-III/1 e A-III/2 do Código STCW e as súas emendas relacionados con esta materia teranse en conta á hora de deseñar e realizar a súa avaliación</p>





## Sources of information

<p><b>Basic</b></p>	<p>- Javier Romero (2012). Relicuação del boil off en buques LNG. Principios tecnológicos. Ingeniería Química.Nº 504. Editores:Alción</p> <p>- Javier Romero (2007). Análisis de los ciclos de compresión en doble etapa y cascada aplicado a la producción de frío industrial. Montajes e instalaciones.Nº 416 Editores:Alción</p> <p>- Javier Romero (2008). Análisis de la relicuação del boil off en buques de GNL. Ingeniería Química.Nº 462. Editores:Alción</p> <p>- Javier Romero (2010). Tipos de tanques para gases licuados. Ingeniería de Mantenimiento Marítimo</p> <p>BIBLIOGRAFÍA BÁSICA DE LA ASIGNATURA:Instalaciones frigoríficas. Tomo 1: Física aplicada. Autor: Rapin. 1998Instalaciones frigoríficas. Tomo 2: Tecnología. Autor: rapin. 1998 (2ª edición)Prácticas de las máquinas frigoríficas. Sistemas y aplicaciones. (Tomo II). Samir saydaoui 2010Refrigeración: principios, prácticas y funcionamiento. Autor Chris Langley. 2009Los refrigerantes en las instalaciones frigoríficas. Autor: Ernesto Rodríguez. 2005Manual de instalaciones frigoríficas. Autor: Joan Balboa Batlle. 2008Frío industrial (volumen 1). Mantenimiento y servicios a la producción. Autor: Richard Jiménez Prontuario del frío. Autor: P. Rapin. 2002Tratado práctico de refrigeración automática. Autor: José Alarcón CreusPrincipios de refrigeración por Roy J. y Dossat de C.E.C.S.A.Refrigeración por Juan Antonio Ramírez de CEACPrincipios y Sistemas de refrigeración por Edward G. Pita de LIMUSATecnología de los alimentos congelados por C.P. Mallet de A. Madrid Vicente?Análisis de los ciclos de compresión en doble etapa y cascada aplicado a la producción de frío industrial? Revista: Montajes e instalaciones, ISSN: 0210-184X, Nº 416 Mayo 2007. Autor: Javier Romero?Análisis de la relicuação del boil off en buques de GNL? Revista: Ingeniería Química, ISSN: 0210-2064, Nº 462 Septiembre 2008. Autor: Javier romero?Relicuação del boil off en buques LNG. Principios tecnológicos? Revista: Ingeniería Química, ISSN: 0210-2064, Nº 504. Abril 2012. Autor: Javier Romero ?Tipos de tanques para gases licuados?. Revista: Ingeniería de Mantenimiento Marítimo, ISSN: 1135-1950, segundo semestre 2010 Nº 12. Autor: Javier Romero</p>
<p><b>Complementary</b></p>	<p>Direcciones Web Relacionadas<a href="http://www.ramonvizcaino.es/">http://www.ramonvizcaino.es/</a> <a href="http://www.frimetal.es/">http://www.frimetal.es/</a> <a href="http://www.hitsa.es/">http://www.hitsa.es/</a> <a href="http://www.fripanel.com/">http://www.fripanel.com/</a> <a href="http://www.carrier.es/">http://www.carrier.es/</a> <a href="http://www.pecomark.com">http://www.pecomark.com</a> Direcciones Web Relacionadas<a href="http://www.ramonvizcaino.es/">http://www.ramonvizcaino.es/</a> <a href="http://www.frimetal.es/">http://www.frimetal.es/</a> <a href="http://www.hitsa.es/">http://www.hitsa.es/</a> <a href="http://www.fripanel.com/">http://www.fripanel.com/</a> <a href="http://www.carrier.es/">http://www.carrier.es/</a> <a href="http://www.pecomark.com">http://www.pecomark.com</a></p>

## Recommendations

### Subjects that it is recommended to have taken before

Termodinámica/631111209

Termotecnia e Mecánica de Fluídos/631111203

### Subjects that are recommended to be taken simultaneously

### Subjects that continue the syllabus

Termodinámica/631111209

Física/631111105

Termotecnia e Mecánica de Fluídos/631111203

### Other comments

(\*)The teaching guide is the document in which the URV publishes the information about all its courses. It is a public document and cannot be modified. Only in exceptional cases can it be revised by the competent agent or duly revised so that it is in line with current legislation.