



## Teaching Guide

Identifying Data					2016/17
Subject (*)	Termodinámica	Code		631111209	
Study programme	Diplomado en Máquinas Navais				
Descriptors					
Cycle	Period	Year	Type	Credits	
First and Second Cycle	1st four-month period	Second	Obligatoria	3	
Language	Spanish				
Teaching method	Face-to-face				
Prerequisites					
Department	Enerxía e Propulsión Mariña				
Coordinador			E-mail		
Lecturers			E-mail		
Web	www.udc.es/grupos/gjfc				
General description	<p>En esta asignatura se desarrollan conceptos básicos para la comprensión de la mayor parte de los procesos ligados a la energía en una instalación, tanto a bordo de un buque como en tierra.</p> <p>A modo de ejemplo, permite conocer, analizar y optimizar el funcionamiento de un motor de combustión interna, de una caldera o de una turbina.</p> <p>Sin el conocimiento de los principios termodinámicos resulta muy difícil la comprensión de numerosas asignaturas del plan de estudios, entre las que se encuentran Termotecnia, Turbinas de vapor y gas, Motores de combustión interna, Sistemas auxiliares del buque, Generadores de vapor, Técnicas de frío, etc.</p> <p>Para cursar la asignatura es conveniente tener conocimientos previos de Física y Matemáticas.</p>				

## Study programme competences / results

Code	Study programme competences / results
A44	Realizar operacións de optimización enerxética das instalacións de a bordo utilizando convenientemente os equipos de medida, a nivel operacional.
A49	Modelizar situacións e resolver problemas con técnicas ou ferramentas físico-matemáticas.
A50	Avaliación cualitativa e cuantitativa de datos e resultados, así coma representación e interpretación matemáticas de resultados obtidos experimentalmente.
A53	Operar, reparar, manter, reformar, optimizar a nivel operacional as instalacións industriais relacionadas coa enxeñaría marítima, coma motores alternativos de combustión interna e subsistemas; turbinas de vapor, caldeiras e subsistemas asociados; ciclos combinados; propulsión eléctrica e propulsión con turbinas de gas.
A54	Operar, manter, seleccionar, e reparar os equipos eléctricos, electrónicos, e de regulación e control do buque.
A55	Operar, reparar, substituír e optimizar a nivel operacional as instalacións auxiliares do buque, tales coma instalacións frigoríficas, sistemas de goberno, instalacións de aire acondicionado, plantas potabilizadoras, separadores de sentinas, grupos electrógenos, etc.
A56	Operar, reparar, manter e optimizar as instalacións auxiliares dos buques que transportan cargas especiais, tales coma quimiqueiros, LPG, LNG, petroleiros, cimenteiros, etc.
A57	Coñecer o balance enerxético xeral, que inclúe o balance termo-eléctrico do buque, o sistema de mantemento da carga, así coma a xestión eficiente da enerxía respectando o medio ambiente.
A58	Diagnose e supervisión de tódolos equipos que compoñen a planta propulsora dun buque utilizando as ferramentas adecuadas.
B2	Resolver problemas de forma efectiva.
B3	Aplicar un pensamento crítico, lóxico e creativo.
B14	Capacidade de análise e síntese.

## Learning outcomes

Learning outcomes	Study programme competences / results



Realizar el balance energético de cualquier equipo térmico y tomar decisiones desde el punto de vista de la optimización energética	A50 A53 A55 A56 A57 A58	B2 B3 B14	
Conocer y analizar los procesos termodinámicos que tienen lugar en los distintos equipos térmicos	A44 A49 A53 A55 A56 A57	B2 B3	
Determinar las propiedades termodinámicas más relevantes a la hora de analizar el funcionamiento de los equipos térmicos	A53 A54 A55 A56 A57		

Contents	
Topic	Sub-topic
1.- INTRODUCCIÓN	<p>1.1.- OBJETIVOS DE LA TERMODINÁMICA.</p> <p>2.1.- SISTEMA Y PROPIEDADES TERMODINÁMICAS</p> <p>2.1.1.- Sistema Termodinámico.</p> <p>2.1.2.- Propiedades Termodinámicas. Primitivas-Derivadas. Intensivas-Extensivas.</p> <p>2.1.3.- Estados de un sistema. Postulado I (de estado). Postulado II (de equilibrio).</p> <p>2.1.4.- Procesos Termodinámicos.</p>
2.- TRABAJO, ENERGÍA Y CALOR.	<p>1.2.- TRABAJO. FORMAS DE TRABAJO CUASIESTÁTICO.</p> <p>1.2.1.- Formas mecánicas del trabajo</p> <p>1.2.2.- Definición termodinámica del trabajo. Formas de trabajo cuasiestático.</p> <p>2.2.- INTERACCIÓN ADIABÁTICA DE TRABAJO. ENERGÍA TOTAL</p> <p>2.2.1.- Interacciones adiabáticas de trabajo.</p> <p>2.2.2.- Energía total. Postulado III.</p> <p>2.2.3.- Energía interna. Primer principio para un sistema cerrado.</p> <p>3.2.- INTERACCIONES DE CALOR.</p> <p>3.2.1.- Postulado III y trabajo no adiabático.</p> <p>3.2.2.- Equilibrio térmico. Postulado IV.</p> <p>3.2.3.- El Postulado IV como base de la termometría. Escalas termométricas</p> <p>4.2.- LEYES DE LOS GASES.</p> <p>4.2.1.- Ecuación de estado de gas ideal.</p> <p>4.2.2.- Mezclas de gases ideales.</p>



<p>3.- ESTADOS Y PROPIEDADES DE LAS SUSTANCIAS PURAS</p>	<p>1.3.- SUSTANCIAS PURAS. 1.3.1.- Sistema simple compresible. 1.3.2.- Superficie pV de una sustancia pura. Proyecciones. 1.3.3.- Propiedades térmicas.</p> <p>2.3.-VALORES DE LAS PROPIEDADES. 2.3.1.- Tablas de propiedades de sustancias puras. 2.3.2.- Propiedades del vapor húmedo. 2.3.3.- Aproximaciones para líquido comprimido y modelo de sustancia incompresible. 2.3.4.- Gas real. Factor de compresibilidad. Ecuaciones de estado Carta generalizada. Ley de los estados correspondientes.</p>
<p>4.- PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA PARA SISTEMAS ABIERTOS</p>	<p>1.4.- PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA PARA SISTEMAS ABIERTOS. 1.4.1.- Masa, volumen y superficie de control. Ecuación de la Primera Ley. 2.4.2.- Balances de materia y energía en un volumen de control. Energía de flujo. 3.4.3.- Análisis integral y diferencial. 3.4.4.- Balances de materia y energía en régimen permanente y no permanente.</p>
<p>5.- SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA</p>	<p>1.5.- ENTROPÍA Y SEGUNDA LEY. 1.5.1.- Limitaciones del Primer Principio. 1.5.2.- Máquina Térmica. Interacciones energéticas entre dos focos. 1.5.3.- Enunciados del Segundo Principio. Kelvin-Plank. Clausius. Equivalencia de ambos enunciados. 1.5.4.- Reversibilidad. Enunciados de Carnot. 1.5.5.- Escala termodinámica de temperatura. 1.5.6.- Ciclo de Carnot.</p>



<p>6.- ENTROPÍA E IRREVERSIBILIDAD</p>	<p>1.6.- TEOREMA DE CLAUSIUS. FUNCIÓN ENTROPÍA.</p> <p>2.6.- ENTROPÍA</p> <p>3.6.- PRINCIPIO DE INCREMENTO DE ENTROPÍA IRREVERSIBILIDAD.</p> <p>3.6.1.- Balance de entropía para un sistema cerrado.</p> <p>3.6.2.- Principio de incremento de entropía.</p> <p>4.6.- CAMBIO DE ENTROPÍA.</p> <p>4.6.1.- Ecuaciones Tds.</p> <p>Modelo de gas ideal. Mezclas líquido-vapor.</p> <p>Hipótesis de calores específicos constantes o variables.</p> <p>Sustancia incompresible.</p> <p>5.6.- DIAGRAMAS T-S Y H-S.</p> <p>Interpretación gráfica de la transferencia de calor en un proceso internamente reversible.</p> <p>Diagrama de Mollier.</p> <p>6.6.- BALANCE DE ENTROPÍA PARA VOLUMENES DE CONTROL.</p> <p>6.6.1.- Balance de entropía para volúmenes de control.</p> <p>Aplicación a flujo estacionario y no estacionario.</p> <p>7.6.- TRABAJO EN PROCESOS DE FLUJO ESTACIONARIO INTERNAMENTE REVERSIBLE.</p> <p>8.6.- RENDIMIENTO ISOENTRÓPICO DE DISPOSITIVOS EN RÉGIMEN ESTACIONARIO.</p> <p>7.6.1.- Turbinas.</p> <p>7.6.2.- Compresores y bombas.</p> <p>7.6.3.- Toberas y difusores.</p>
<p>7.- FLUJO A ALTA VELOCIDAD</p>	<p>7.1.- ESTANCAMIENTO ADIABÁTICO DE UN FLUIDO</p> <p>7.2.- VELOCIDAD DEL SONIDO Y NÚMERO DE MACH.</p> <p>7.3.- FLUJO CON VARIACIÓN DE SECCIÓN DE PASO.</p> <p>7.4.- RELACIONES ENTRE PROPIEDADES DE FLUJO Y NÚMERO DE MACH.</p> <p>7.5.- EFECTO DE LA CONTRAPRESIÓN EN TOBERAS.</p>

### Planning

Methodologies / tests	Competencies / Results	Teaching hours (in-person & virtual)	Student?s personal work hours	Total hours
Guest lecture / keynote speech		18	27	45
Problem solving		12	9	21
Objective test		3	0	3
Personalized attention		6	0	6



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

Methodologies	
Methodologies	Description
Guest lecture / keynote speech	Se realizará la explicación detallada de los contenidos de la materia y que se distribuyen en temas. El alumno contará en todo momento con una copia mecanografiada del tema a tratar en cada sesión magistral. Se fomenta la participación en clase, a través de comentarios que relacionan los contenidos teóricos con experiencias de la vida real.
Problem solving	Se resolverán las colecciones de ejercicios propuestas para cada tema, permitiendo la aplicación de los modelos matemáticos más adecuados a cada caso, incluyendo manejo de tablas, aplicación de las hipótesis más adecuadas, relación con los contenidos teóricos desarrollados en las sesiones magistrales y relación con el ejercicio profesional
Objective test	Se realizará una prueba parcial con el fin de que el alumno se familiarice con el tipo de cuestiones que se plantean en las pruebas escritas. Constará de una parte teórica y otra práctica, de tal forma que ambas computan por el 50% de la nota. Los exámenes ordinarios y extraordinarios se registrarán por el mismo formato.

Personalized attention	
Methodologies	Description
Guest lecture / keynote speech Problem solving Objective test	Se trata de orientar al alumno en aquellas cuestiones relativas a la materia impartida y que resulten de especial dificultad para su comprensión. También se incluyen las correspondientes revisiones de exámenes. Los canales de información y contacto serán la Facultad Virtual y las tutorías individualizadas que se desarrollan durante seis horas a lo largo de la semana.

Assessment			
Methodologies	Competencies / Results	Description	Qualification
Guest lecture / keynote speech		Se valora la asistencia a clase así como la participación a través de preguntas u observaciones sobre la materia objeto de explicación	5
Problem solving		Se valora la asistencia a clase así como la participación a través de preguntas u observaciones sobre la materia objeto de explicación	5
Objective test		Se valora el grado de conocimiento adquirido sobre la materia en cuestión, teniendo en consideración tanto la parte teórica como de problemas	90

Assessment comments

Sources of information	
<b>Basic</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moran, M. J. ; Shapiro, H. N (2004). Fundamentos de Termodinámica Técnica . Barcelona. Reverté</li> <li>- Sonntag, R.; Borgnakke, C (2007). Introduction to engineering thermodynamics. USA. Wiley</li> <li>- Çengel, Y. A.; Boles, M. A. (2006). Termodinámica. México. McGraw Hill</li> <li>- Agüera, J.: (1999). Termodinámica Lógica y Motores Térmicos. Madrid. Ciencia 3</li> </ul>
<b>Complementary</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Segura, J. (1990). Termodinámica Técnica. Barcelona. Reverté</li> <li>- Rogers, G.; Mayhew, Y. (1992). Engineering Thermodynamics. Work and Heat Transfer. Singapore. Longman</li> <li>- Kondepudi, D.; Prigogine, I. (1998). Moder Thermodynamics. Nueva York. Wiley</li> <li>- Tester, J. W.; Modell, M. (1997). Thermodynamics and its Applications. New Yersey. Prentice Hall</li> </ul>

Recommendations
Subjects that it is recommended to have taken before



Termotecnia e Mecánica de Flúidos/631111203

Motores de Combustión Interna/631111301

Turbinas de Vapor e Gas/631111302

Xeradores de Vapor/631111306

Subjects that are recommended to be taken simultaneously

Subjects that continue the syllabus

Física/631111105

Matemáticas/631111106

Ampliación de Física/631111108

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.