



## Teaching Guide

Identifying Data					2016/17
<b>Subject (*)</b>	Motores de Combustión Interna	<b>Code</b>	631311202		
<b>Study programme</b>	Licenciado en Máquinas Navais				
Descriptors					
<b>Cycle</b>	<b>Period</b>	<b>Year</b>	<b>Type</b>	<b>Credits</b>	
First and Second Cycle	Yearly	Second	Troncal	7.5	
<b>Language</b>	SpanishGalician				
<b>Teaching method</b>	Face-to-face				
<b>Prerequisites</b>					
<b>Department</b>	Energía e Propulsión Mariña				
<b>Coordinador</b>	Antelo Gonzalez, Felipe	<b>E-mail</b>	felipe.antelo@udc.es		
<b>Lecturers</b>	Antelo Gonzalez, Felipe	<b>E-mail</b>	felipe.antelo@udc.es		
<b>Web</b>	www.marineengineering.org.uk				
<b>General description</b>	Teniendo en cuenta que se trata de una materia troncal se pretende que el alumno adquiera los conocimientos teóricos y prácticos necesarios y suficientes, conducentes a la obtención del título académico que pretende; y en el ejercicio de su profesión, pueda resolver cuantas cuestiones se le presenten en la ingeniería de la conducción y el mantenimiento de las máquinas e instalaciones, bien sea por desgastes naturales, bien por averías surgidas de diversa índole.				

## Study programme competences / results

Code	Study programme competences / results
A17	Realizar operacións de optimización enerxética das instalacións de abordo utilizando convenientemente os equipos de medida, a nivel de xestión.
A19	Regular, controlar, diagnosticar e supervisar sistemas e procesos, a nivel de xestión.
A27	Operar, reparar, manter, reformar e optimizar a nivel de xestión 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 turbina de gas.
A29	Operar, reparar, substituír, optimizar, seleccionar, deseñar, e xestionar as instalacións auxiliares do buque, tales como instalacións de aire acondicionado, plantas potabilizadoras, separadores de sentinas, grupos electrógenos, etc.
A32	Estimar e 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.
A33	Coñecer e calcular os custos globais derivados da explotación do buque, definir e especificar as condicións óptimas de explotación en condicións de seguridade.

## Learning outcomes

Learning outcomes	Study programme competences / results
Conocer y analizar los procesos termodinámicos y los efectos mecánicos que tienen lugar en los motores de combustión interna	A27
Realizar el balance energético de un motor de combustión interna alternativo y tomar decisiones desde el punto de vista de la optimización energética y económica	A32 A33
Operar y mantener los motores de combustión interna alternativos tanto de grupos electrógenos como de propulsión, así como la maquinaria auxiliar relacionada con los mismos de manera eficiente	A17
Gestionar los componentes estructurales y los equipos auxiliares necesarios para la explotación de un motor de combustión interna como máquina principal de propulsión de un buque.	A27 A29
Diagnosticar y supervisar el funcionamiento de los motores de combustión interna de plantas de propulsión así como de plantas de generación de energía en general.	A19 A27

## Contents



Topic	Sub-topic
TEMA 1 ESFUERZOS EN LAS PARTES FIJAS DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA	? Diagrama de fuerzas que actúan sobre los componentes de un motor de c. i. a. ? Bancada. Diseño, materiales, esfuerzos en travesaños. Cojinetes. Alineado. ? Bastidores, Diseño, materiales, esfuerzos en correderas. Tapas de cárter. ? Armazón o bloque. Diseño y materiales para pequeña y gran potencia. ? Camisa, materiales, diseño y refrigeración ? Tirantes de anclaje. Apriete hidráulico. ? Culata. Diseño y materiales para pequeña y gran potencia. Distintos tipos de culatas para motores de dos tiempos. ? Válvulas de admisión y escape. Formas y materiales. Accionamiento de apertura y cierre. Estudio del resorte. Caja de válvula de escape en 2T
TEMA 2 ESFUERZOS EN LAS PARTES MOVILES DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA	? Émbolo. Diseño y materiales para motor de tronco y de cruceta. Aros de estanqueidad. Refrigeración de la cabeza. Cruceta y patines. Bulón. ? Biela. Diseño y materiales para pequeña y gran potencia. Esfuerzos en la biela, fuerza de inercia tangencial y flexión del cuerpo. ? Cigüeñal. Diseño y materiales. Muñequillas y apoyos de bancada. Esfuerzos. ? Eje de camones. Estudio del perfil del camón por la cinemática de la válvula. Angulo activo del camón ? Distribución. Transmisión de movimiento en pequeños y en grandes motores. ? El volante de inercia. Diseño y materiales para resistencia mecánica.
TEMA 3 CINEMÁTICA Y DINÁMICA DE MÁQUINAS ALTERNATIVAS	? Movimiento del émbolo. Relación entre la carrera y el ángulo del cigüeñal. ? Velocidad del émbolo. Velocidad media. Aceleración en función del ángulo. ? Masas dotadas de movimiento alternativo. Fuerzas de inercia alternativas. ? Masas con movimiento rotativo. Fuerzas de inercia centrífugas. ? Diagrama de fuerzas tangenciales y fuerza tangencial media ? Par motor y par resistente. Volante de inercia e irregularidad de giro
TEMA 4 EQUILIBRADO DE LOS MOTORES ALTERNATIVOS DE COMBUSTION INTERNA	? Fuerzas y momentos transmitidos al polín del motor. ? Equilibrado de fuerzas de inercia alternativas de primer orden del monocilindro. ? Equilibrado de la componente vertical de la fuerza centrífuga ? Determinación de la resultante de inercia de primer orden en policilindros. ? Determinación de la resultante de inercia de segundo orden en policilindros. ? Fuerza de inercia centrífuga de las masas rotativas ? Composición de las fuerzas inercia. Momentos de las fuerzas de inercia. Composición de momentos de las fuerzas de inercia. ? Disposición de cigüeñales más utilizadas y valores de las fuerzas y momentos. ? Equilibrado de motores en V.
TEMA 5 VIBRACIONES INDUCIDAS EN EL FUNCIONAMIENTO DE LOS MACI's	? Oscilaciones propias de torsión de un sistema de n volantes ? Oscilaciones de torsión del eje cigüeñal ? Excitación de las oscilaciones de torsión del eje cigüeñal. ? Velocidad crítica y amortiguadores de oscilaciones ? Oscilaciones propias de flexión del eje de cigüeñal.
TEMA 6 INTERACCIÓN DE LOS MOTORES ALTERNATIVOS CON LAS ESTRUCTURAS QUE LOS SOPORTAN EN EL BUQUE	? Fuerzas y momentos que producen vibraciones en el casco de un buque ? Fueras de inercia y momentos de primer y segundo orden y centrífugas. ? Par de vuelco del motor y otras vibraciones. ? Vibraciones propias libres del casco de un buque ? Vibraciones forzadas del buque ? Medidas a tomar durante el proyecto del buque para evitar las vibraciones ? Aislamiento y amortiguación de vibraciones ? Requerimientos de proyecto de los motores marinos.



<p>TEMA 7 BANCOS DE PRUEBAS. ENSAYOS OFICIALES Y CONTRACTUALES</p>	<p>? Montaje del motor en el banco de pruebas. ? El rodaje y el establecimiento de la carga. ? Medición de la potencia indicada. Diagnóstico de fallos de funcionamiento ? Medición de par motor, par resistente y determinación de potencia efectiva ? Freno hidráulico y de fricción. El torsiómetro, El alternador. ? Consumo de aire y consumo de combustible. ? Análisis de gases de escape.</p>
<p>TEMA 8 TRAZADO Y ANALISIS DE LAS CURVAS CARACTERISTICAS DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA</p>	<p>? Potencia indicada. Variación con carga y régimen. Ecuaciones. ? Presión media indicada ficticia. Par motor. Presión media efectiva. Potencia efectiva. Consumo de combustible. Variación con carga y régimen. ? Rendimiento y consumo específico. ? Trazado de las curvas. Análisis de las curvas ? Empleo de curvas en la conducción de motores. ? Pruebas sobre amarrias. Pruebas de mar. ? Velocidad económica y máxima en servicio continuo.</p>
<p>TEMA 9 BALANCE TÉRMICO Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO</p>	<p>? Ecuaciones y métodos. Evaluación de las pérdidas por rozamiento, refrigeración, lubricación, bombeo, escape, accionamiento de auxiliares, accionamiento de compresor. ? Procedimientos para determinar pérdidas mecánicas ? Balance térmico del motor. Diagrama de Sankey ? El diagrama de Sankey. ? Aprovechamiento de la energía. Intercambiadores y turbinas de potencia. ? Plantas de energía total y de cogeneración de energía.</p>
<p>TEMA 10 CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE MOTORES MARINOS DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA LA PROPULSIÓN Y PARA LOS SISTEMAS AUXILIARES</p>	<p>? Diferentes aplicaciones de los motores de combustión interna. ? Tipo de combustible. Velocidad. Irregularidad de giro. Potencia efectiva. ? Relación peso-potencia.</p>
<p>TEMA 11 CARACTERISTICAS ESPECÍFICAS DEL MANTENIMIENTO DE LAS MAQUINAS ALTERNATIVAS DE COMBUSTIÓN INTERNA.</p>	<p>? Sistemas de supervisión y control de motores para la propulsión marina ? Puesta en marcha y vigilancia del sistema de propulsión con motores alternativos ? Operaciones de mantenimiento preventivo a bordo de buques. ? Mantenimiento de motores centrado en la fiabilidad</p>
<p>TEMA 12 ESTADO ACTUAL Y TENDENCIAS EN LA APLICACIÓN DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA</p>	<p>? Motores de Gas Natural y Dual-Fuel para la propulsión marina ? El sistema de inyección Common-Rail en los motores marinos lentos y semilentos ? Control de emisiones nocivas por intervención en la combustión (FWE, DWI, HAM, CAH, etc) ? Control de emisiones nocivas por métodos post-combustión (SCR, ULE, EGR)</p>
<p>TEMA 13 PRÁCTICAS EN TALLER DE MOTORES</p>	<p>? Desmontaje y evaluación de un tren alternativo ? Identificación de los elementos del motor. ? Verificación de una bomba de inyección ? Verificación de una válvula de inyección ? Verificación de la flexión de un eje de cigüeñales ? Verificación de la ovalización de un cilindro ? Rectificación de asientos de válvulas de renovación de carga.</p>

Planning				
Methodologies / tests	Competencies / Results	Teaching hours (in-person & virtual)	Student?s personal work hours	Total hours
Guest lecture / keynote speech		64	48	112
Mixed objective/subjective test		6	0	6
Problem solving		10	20	30



Laboratory practice		24	6	30
Personalized attention		9.5	0	9.5
(*)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 material bibliográfico, en ocasiones mecanografiado, 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.
Mixed objective/subjective test	Se realizará pruebas parciales 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. Los exámenes ordinarios y extraordinarios se registrarán por el mismo formato.
Problem solving	Se resolverán los ejercicios propuestos para cada tema, permitiendo la aplicación de los modelos matemáticos más adecuados a cada caso en relación con los contenidos teóricos desarrollados en las sesiones magistrales y asimismo en relación con el ejercicio profesional
Laboratory practice	Se llevará a cabo la identificación de componentes estructurales así como de los sistemas auxiliares. Se realizarán las tareas de verificación del estado del motor y se simularán las operaciones de mantenimiento preventivo necesarias. Se proyectará material audiovisual comentado por el profesor y se entregará una memoria de las actividades.

Personalized attention	
Methodologies	Description
Guest lecture / keynote speech Problem solving Mixed objective/subjective test Laboratory practice	Se trata de orientar al alumno en aquellas cuestiones relativas a la materia impartida y que resulten de especial dificultad para su comprensión (sesión magistral) o realización (solución de problemas, prácticas de laboratorio). También se incluyen las correspondientes revisiones de exámenes (prueba mixta). 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 el tema tratado.	5
Problem solving		Se valora la asistencia a clase así como la participación a través de preguntas u observaciones sobre los problemas resueltos.	5
Mixed objective/subjective test		Se valora el grado de conocimiento adquirido sobre las materias de la asignatura teniendo en consideración tanto la parte teórica como de problemas	70
Laboratory practice		Se valora la asistencia al laboratorio-taller así como la participación a través de preguntas u observaciones sobre los temas tratados	20
Others			

Assessment comments

Sources of information



<b>Basic</b>	<p>- () . .</p> <p>BOUZÓN OTERO, R.; COSTA RIAL, M.; DE MIGUEL CATOIRA, A.; Descripción de la planta eléctrica de un catamarán. Revista Ingeniería de Mantenimiento Marítimo Nº 12 - 2º Sem. 2010. Ed. AXOMAGA. pág 36 a 40. ISSN: 1135-1950. MUÑOZ Y PAYRI ? Motores de combustión interna alternativos. Public. de UPV. (1984) DANTE GIACOSA ? Motores endotérmicos. Ed. Dossat. (1986) CASANOVA RIVAS ? Máquinas para la propulsión de Buques. Publicaciones de UDC (2001) WOODYARD. Pounder?s Marine Diesel Engines And Gas Turbines. Elsevier (2005) CHALLENGE ? BARANESCU. SAE Diesel Engine Referente Book. SAE (1998) WHARTON ? Diesel Engines ? Ed. Butterworth-Heinemann (2005).</p>
<b>Complementary</b>	<p>HEYWOOD ? Internal Combustion Engine Fundamentals. Ed. Mc.Graw-Hill (1988) FAYETTE TAYLOR ? The Internal Combustion Engine. Theory And Practice. Ed. MIT (1985) KNAK ? Diesel Motor Ships? Engines And Machinery. Ed. Institute of Marine Engineers (1990) WOODWARD ? Low Speed Marine Diesel. Ed Wiley. Ed. (1970) HENSHALL ? Medium and High Speed Diesel Engines for Marine Use ? Ed. IME (1993) BRIAND. Diesel Marins, description et fonctionnement. Ed. Masson. (1987) CHRISTENSEN ? Questions and Answers on Marine Diesel Engine Ed. Edward Arnold (1995) HEYWOOD ? Internal Combustion Engine Fundamentals. Ed. Mc.Graw-Hill (1988) FAYETTE TAYLOR ? The Internal Combustion Engine. Theory And Practice. Ed. MIT (1985) KNAK ? Diesel Motor Ships? Engines And Machinery. Ed. Institute of Marine Engineers (1990) WOODWARD ? Low Speed Marine Diesel. Ed Wiley. Ed. (1970) HENSHALL ? Medium and High Speed Diesel Engines for Marine Use ? Ed. IME (1993) BRIAND. Diesel Marins, description et fonctionnement. Ed. Masson. (1987) CHRISTENSEN ? Questions and Answers on Marine Diesel Engine Ed. Edward Arnold (1995)</p>

### Recommendations

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

Condución de Cámara de Máquinas/631311607

#### Subjects that are recommended to be taken simultaneously

Técnicas Enerxéticas/631311204

Resistencia ao Avance e Propulsión/631311601

#### Subjects that continue the syllabus

Instalacións Marítimas Auxiliares/631311101

Métodos Numéricos/631311102

Regulación e Control de Máquinas Navais/631311104

Estudo de Elementos de Máquinas/631311107

Inglés Técnico Marítimo/631311110

Vibracións Mecánicas/631311608

#### 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.