



Guía Docente				
Datos Identificativos				2014/15
Asignatura (*)	Motores de Combustión Interna	Código	631G02301	
Titulación	Grao en Enxeñaría Mariña			
Descritores				
Ciclo	Período	Curso	Tipo	Créditos
Grao	1º cuatrimestre	Terceiro	Obrigatoria	6
Idioma	CastelánGalego			
Prerrequisitos				
Departamento	Enerxía e Propulsión Mariña			
Coordinación	Antelo Gonzalez, Felipe	Correo electrónico	felipe.antelo@udc.es	
Profesorado	Antelo Gonzalez, Felipe	Correo electrónico	felipe.antelo@udc.es	
Web	www.marineengineering.org.uk			
Descrición xeral	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.			

Competencias da titulación	
Código	Competencias da titulación
A1	Capacidade para a realización de inspeccións, medicións, valoracións, taxacións, peritacións, estudos, informes, planos de labores e certificacións nas instalacións do ámbito da súa especialidade.
A3	Capacidade para o manexo de especificacións, regulamentos e normas de obrigado cumprimento.
A7	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.
A19	Coñecer as características e limitacións dos materiais utilizados para a reparación de buques e equipos.
A21	Capacidade para exercer como Oficial de Máquinas da Mariña Mercante, unha vez superados os requisitos esixidos pola Administración Marítima.
A30	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.
A39	Operar alternadores, xeradores e sistemas de control.
A40	Operar a maquinaria principal e auxiliar e os sistemas de control correspondentes.
A44	Realizar unha garda de máquinas segura.
A45	Utilizar as ferramentas apropiadas para as operacións de fabricación e reparación que adoitan efectuarse a bordo o buque.
A46	Utilizar as ferramentas manuais e o equipo de medida para o desmantelado, mantemento, reparación e montaxe das instalacións e o equipo da bordo.
A48	Vixiar o cumprimento das prescricións lexislativas.
A49	Capacidade para a realización das actividades inspectoras de mantemento relacionadas co cumprimento da lexislación correspondente.
A51	Comprender as ordes e facerse entender en relación coas tarefas da súa competencia.
A52	Aplicar os protocolos de seguridade ante calquera tipo de incidencia.
A53	Realizar operacións de mantemento e explotación óptima de instalacións marítimo - industriais.
B1	Aprender a aprender.
B2	Resolver problemas de forma efectiva.
B3	Comunicarse de xeito efectivo nun ámbito de traballo.



B5	Traballar de forma colaboradora.
B9	Capacidade para a aprendizaxe de novos métodos e teorías, que lle doten dunha gran versatilidade para adaptarse a novas situacións.
B10	Comunicar por escrito e oralmente os coñecementos procedentes da linguaxe científica.
C1	Expresarse correctamente, tanto de forma oral coma escrita, nas linguas oficiais da comunidade autónoma.
C3	Utilizar as ferramentas básicas das tecnoloxías da información e as comunicacións (TIC) necesarias para o exercicio da súa profesión e para a aprendizaxe ao longo da súa vida.
C6	Valorar criticamente o coñecemento, a tecnoloxía e a información dispoñible para resolver os problemas cos que deben enfrontarse.
C7	Asumir como profesional e cidadán a importancia da aprendizaxe ao longo da vida.
C8	Valorar a importancia que ten a investigación, a innovación e o desenvolvemento tecnolóxico no avance socioeconómico e cultural da sociedade.

Resultados da aprendizaxe			
Competencias de materia (Resultados de aprendizaxe)	Competencias da titulación		
Conocer y analizar los procesos termodinámicos que tienen lugar en los motores de combustión interna	A1 A3 A21 A30 A44 A49 A51 A52 A53	B1 B9 B10	C1 C3 C7
Realizar el balance energético de un motor de combustión interna alternativo y tomar decisiones desde el punto de vista de la optimización energética	A1 A3 A7 A19 A21 A30 A39 A40 A45 A46 A48		C3 C6
Operar y reparar motores de combustión interna alternativos tanto de grupos electrógenos como de propulsión, así como la maquinaria auxiliar relacionada con los mismos.	A1 A3 A7 A19 A21 A30 A46 A52 A53		C1 C3
Calcular los componentes estructurales y los equipos auxiliares necesarios para la instalación de un motor de combustión interna como máquina principal de propulsión de un buque.	A21 A30 A44 A49 A51 A52 A53	B1 B2 B3 B5 B9	C3



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.	A1	B1	C1
	A3	B2	C3
	A7	B3	C7
	A19	B5	C8
	A21	B9	
	A30	B10	
	A44		
	A49		
	A51		
	A52		
	A53		

Contidos	
Temas	Subtemas
TEMA 1 ANTECEDENTE HISTORICO. NOMENCLATURA. COMPONENTES Y SISTEMAS AUXILIARES DE LOS MOTORES DE COMB. INTERNA	? Evolución cronológica desde el motor de Papin hasta el motor de Diesel. ? Nomenclatura y definiciones fundamentales. ? Piezas fijas y móviles. ? Sistemas auxiliares. Refrigeración. Lubricación. Arranque. Combustible. Distribución. Culatas. Encendido provocado. Sistema de admisión y escape.
TEMA 2 CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN Y CAMPOS DE APLICACIÓN	? El motor de encendido provocado de dos y cuatro tiempos ? El motor de encendido por compresión de dos y cuatro tiempos ? Motores de tronco y de cruceta. ? Motores de simple y doble efecto ? Motores de émbolos opuestos ? Disposición de los cilindros en motores policilíndricos. ? Motores rotativos de encendido provocado y por compresión.
TEMA 3 TERMODINAMICA DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA. CICLOS TEORICOS. DIAGRAMA P-V.	? El ciclo de fundamental de los motores de combustión interna. ? Grado de compresión, relación de presiones y relación de volúmenes. ? Ciclo con combustión a presión constante propuesto por Diesel. ? Ciclo con combustión a volumen constante propuesto por Beau de Rochas. ? Ciclo con combustión a presión limitada propuesto por Sabathé. ? Comparación entre el trabajo y el rendimiento de cada ciclo. ? Estudio de los parámetros que llevan a mejorar el rendimiento de un ciclo.
TEMA 4 CICLOS PRÁCTICOS. DIAGRAMA CICLICO MEP Y MEC DE 4 TIEMPOS	? Evaluación de pérdidas en los motores reales que obligan a modificar los ciclos ? Admisión: el avance a la apertura y retraso al cierre de la válvula. ? Volumen de aire retenido. Rendimiento volumétrico. Opciones para aumentarlo ? Compresión: pérdidas por refrigeración, exponentes de la evolución. ? Motivos para el avance a la inyección de combustible en MEC ? Motivos para el avance al encendido de la mezcla en MEP ? Combustión y expansión. Perdidas por refrigeración y expansión incompleta ? Escape: el avance a la apertura de la válvula y el efecto Kadenazy. ? Restricciones en los colectores. Retraso al cierre de la válvula de escape. ? Cruce de válvulas. Variación del mismo en motores sobrecargados. ? Correlación de diagramas p-v, p- ω ; y cíclico para el ciclo práctico de 4 tiempos.
TEMA 5 CICLOS PRÁCTICOS. DIAGRAMA CICLICO MEP Y MEC DE 2 TIEMPOS	? El barrido. Altura de la lumbrera de admisión. Relación ángulo ?carrera. ? El escape. Altura suplementaria de la lumbrera de escape. ? Imposibilidad de sobrecarga con barrido simétrico. Tipos de barrido. ? Correlación de diagramas p-v, p- ω ; y cíclico para el ciclo práctico de 2 tiempos.



TEMA 6 CICLOS REALES. EL DIAGRAMA INDICADO Y EL INDICADOR.	<ul style="list-style-type: none">? El indicador. Diferentes tipos: mecánico, osciloscópico y electrónico para PC.? Prescripciones para la toma correcta de diagramas.? Altura de admisión, de compresión y de combustión.? Línea de presión atmosférica? Interpretación de diagramas, fallos en admisión y escape.
TEMA 7 DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA INDICADA	<ul style="list-style-type: none">? La escala de presiones y la de volúmenes.? Métodos para la obtención del área del ciclo. El planímetro? Valor de la ordenada media. Presión media indicada ficticia.? Transformación del área medida en trabajo.? Expresión para el cálculo de la potencia indicada
TEMA 8 DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA EFECTIVA. BANCOS DE PRUEBAS	<ul style="list-style-type: none">? Concepto de resistencias pasivas. Métodos para reducirlas.? Potencia obtenida del par motor.? Bancos de pruebas por frenado: Froude, Prony y Foucault.? Otros medios para la obtención de la potencia efectiva.? Otros bancos de pruebas: alternador trifásico y el torsiómetro eléctrico.? Asignación de la presión media efectiva ficticia.
TEMA 9 DETERMINACIÓN DE LOS RENDIMIENTOS	<ul style="list-style-type: none">? Rendimiento térmico del ciclo? Rendimiento indicado del motor? Rendimiento mecánico u orgánico? Rendimiento efectivo o total del motor? Rendimiento en bornas de un grupo electrógeno.? Factores constructivos que mejoran el rendimiento de un MCI.
TEMA 10 COMBUSTIBLES PARA MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA	<ul style="list-style-type: none">? Hidrocarburos utilizados en motores de combustión interna.? Series metánica, etilénica, acetilénica y bencénica.? Relación de combustibles hidrocarburos líquidos y gaseosos para MCI?s? Destilación fraccionada de derivados del petróleo. Hidrogenación y crackeo.? Combustibles alternativos para MCI?s. Bioetanol y Biodiesel.? Obtención y producción de biocarburantes.? Utilización moderna de gas natural y gas licuado de petróleo.
TEMA 11 ANÁLISIS DE COMBUSTIBLES	<ul style="list-style-type: none">? Viscosidad dinámica, cinemática y relativa. Índice de viscosidad? Peso específico y densidad.? Punto de inflamación, de encendido y de autoencendido.? Punto de fluidez y congelación? Poder calorífico inferior y superior? Volatilización y destilación. Ebullición a presión atmosférica? Contenido de resinas y barnices? Contenido de cenizas y de impurezas. Contenido de agua. Corrosión.? Contenido de azufre. Contenido de coque? Cualidades de un combustible líquido para MEP. Índice de octano.? Cualidades de un combustible gaseoso para MEP. Índice de metano.? Cualidades de un combustible líquido para MEC. Índices de cetano y Diesel.
TEMA 12 LA COMBUSTIÓN EN LOS MOTORES DE ENCENDIDO PROVOCADO	<ul style="list-style-type: none">? Reacciones combustible ? comburente. Combustión normal? Velocidad de propagación del frente de llama. Factores que influyen.? Variaciones de la presión durante la combustión. Combustiones anormales.? Encendido superficial, preencendido y postencendido.? Detonación. Variables que influyen en la aparición. Forma de resolverla.? Adelanto al encendido por la carga y por el régimen.? Cámaras de combustión para MEP. Influencia de la posición de la bujía.



<p>TEMA 13 LA COMBUSTIÓN EN LOS MOTORES DE ENCENDIDO POR COMPRESIÓN</p>	<p>? Proceso de combustión. Variables que influyen en el retardo al autoencendido. ? Consideraciones sobre el funcionamiento de los MEC?s. ? Cámaras de combustión abiertas. La inyección directa. El golpe Diesel. ? Cámaras de combustión divididas. La inyección indirecta. Precalentamiento. ? Desaparición de las antecámaras, precámaras y cámaras de acumulación.</p>
<p>TEMA 14 SISTEMAS DE ENCENDIDO DE LA MEZCLA EN MEP</p>	<p>? Encendido convencional por batería. ? Encendido con ayuda electrónica ? Encendido electrónico sin contactos ? Encendido electrónico integral ? Encendido integrado en el sistema electrónico de inyección ? Encendido por descarga de condensadores ? Encendido directo sin distribuidor. Bobina y modulo de encendido integrados. ? Bujías de encendido. Grado térmico. Averías y mantenimiento.</p>
<p>TEMA 15 RENOVACIÓN DE LA CARGA EN MEP</p>	<p>? Formación de la mezcla. La carburación. Relación aire-combustible. ? Mezcla estequiométrica, rica y pobre. Necesidades según el régimen y la carga. ? Elementos básicos de un carburador. Circuitos. Percolación y hielo ? Tipos de carburadores. Sincronización de varios carburadores. Averías ? Diferencias entre inyección y carburación. Ventajas de la inyección. ? Clasificación de los sistemas de inyección de gasolina. ? Inyección indirecta mecánica K-Jetronic y electromecánica KE-Jetronic. ? Inyección indirecta electrónica L-Jetronic ? Inyección indirecta electrónica con encendido integrado Motronic y MPI ? Inyección indirecta monopunto MonoJetronic y SPI ? Inyección directa multipunto secuencial de gasolina Motronic II y MED</p>
<p>TEMA 16 RENOVACIÓN DE LA CARGA EN MEC</p>	<p>? Campos de aplicación de los sistemas de inyección diesel existentes. ? Válvulas de inyección. Inyección directa e indirecta. Portainyector refrigerado. ? Bombas de inyección en línea, tuberías y circuito de alimentación ? El émbolo de la bomba Bosch. Regulación de caudal. Válvula de descarga. ? Graficas de presión en bomba y en válvulas de inyección. ? Bombas de inyección rotativas mecánicas de émbolos axiales y radiales ? Sistema de gestión electrónica para inyección indirecta en MEC. Componentes. ? Bombas de inyección rotativas electrónicas para inyección directa. Caudal. ? Unidad de bomba-inyector mecánica y electrónica UIS ? Unidad de bomba-tubo-inyector electrónica individual UPS ? Inyección directa electrónica mediante acumulador: Common-Rail DDE ? Sistemas de inyección para motores marinos lentos. Circuito de combustible.</p>
<p>TEMA 17 SOBRECARGA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA</p>	<p>? Antecedente histórico. Justificación termodinámica. El rendimiento volumétrico. ? Sobrealimentación de MEP. Factores a tener en cuenta. ? Sobrealimentación de MEC. Motivos para refrigeración del aire. El intercooler. ? Compresores dinámicos y volumétricos. Accionamiento mecánico y por turbina. ? Constitución de un turbocompresor. Ciclo de funcionamiento. Retraso del turbo. ? Engrase de un turbocompresor. Temperatura de funcionamiento máxima. Regulación de la presión de admisión por medio de la válvula waste-gate. ? Sobrecarga por turbocompresores de geometría variable. ? Gestión electrónica de la presión del compresor. Integración en sistema DDE. ? Modificación de los reglajes y del grado de compresión. ? Sobrecarga continua. Sobrecarga por pulsos. Convertidores de impulsos. ? Sobrecarga dinámica por escapes resonantes. ? Sobrecarga de dos escalones. ? Ejemplos de ejecuciones actuales.</p>



TEMA 18 DIAGNOSIS DE MACI?S POR MEDIO DE DIAGRAMAS INDICADOS	<ul style="list-style-type: none">? Interpretación metódica de diagramas indicados cerrados y abiertos.? Combustión anticipada o preignición.? Combustión retrasada con y sin pulsaciones? Combustión anormal en dientes de sierra? Presiones demasiado bajas? Fuerte sobrecarga? Estrangulamiento en la admisión y en el escape? Inyección adelantada y retrasada en un diagrama abierto? Presión de compresión y combustión demasiado altas? Defectos por pulsaciones de los gases en el conducto del indicador? Defectos por resorte o cordón en mal estado.? Ejemplos de diagramas anormales que se repiten con más frecuencia
TEMA 19 POLUCIÓN Y SISTEMAS ANTICONTAMINACIÓN	<ul style="list-style-type: none">? Fuentes de contaminación en los motores. Reducción de gases evaporados.? Reducción de gases del carter.? Soluciones sobre diseño del motor.? Soluciones sobre gases de escape? Sistemas de gestión anticontaminación en MEP?s y MEC?s? Análisis de los gases de escape. Riqueza y factor lambda.? Catalizador de oxidación y sonda lambda. Reacciones de oxidación y reducción.? Curvas de modificación de concentración de contaminantes con catalizador? Reducción catalítica selectiva. Eliminación de los NOx
TEMA 20 LUBRICACIÓN Y LUBRICANTES	<ul style="list-style-type: none">? Funciones de la lubricación. Reducción de la fricción.? Lubricación semifluida, hidrodinámica y elastohidrodinámica. Lubricación seca.? Lubricantes. Bases mineral, hydrocracked, PAO y éster. Propiedades? Aditivos para lubricantes. Propiedades.? Viscosidad e índice de viscosidad. Clasificación SAE y SAE W.? Clasificación API y ACEA por el tipo de utilización.? Sistema de lubricación. Cáster seco y cáster húmedo. Averías
TEMA 21 CINEMÁTICA Y DINÁMICA DE MÁQUINAS ALTERNATIVAS	<ul style="list-style-type: none">? 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.? Fuerza resultante sobre el émbolo. Fuerza tangencial y par motor.? Irregularidad de giro. Subdivisión de cilindrada. Volante de inercia.
TEMA 22 ARRANQUE E INVERSIÓN DE GIRO	<ul style="list-style-type: none">? Sistema de arranque. Finalidad y tipos. Arrancador eléctrico y neumático,? Arranque por aire. Número de cilindros mínimo. Aire y condiciones necesarias. Evolución del aire en el cilindro. Fases del arranque.? Par de arranque que debe proporcionar el aire para invertir el sentido de giro del motor de un buque maniobrando.? Inversión de la marcha de los motores de dos y cuatro tiempos. Camones.? Componentes de un sistema de arranque por aire directo a cilindros.
TEMA 23 BALANCE TÉRMICO Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO	<ul style="list-style-type: none">? 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? Aprovechamiento de energía en MCI. Intercambiadores y turbinas de potencia.? Plantas de energía total y de cogeneración de energía.



TEMA 24 ÚLTIMAS TECNOLOGÍAS	? Motores rotativos. Motor Wankel. Motor híbrido. Motor oscilante. ? Sobrecarga de motores por medio de óxido nítrico. ? Motores para dos combustibles. ? Motores con grado de compresión variable.
TEMA 25 PRÁCTICAS EN TALLER DE MOTORES	? 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.

Planificación			
Metodoloxías / probas	Horas presenciais	Horas non presenciais / traballo autónomo	Horas totais
Sesión maxistral	30	60	90
Solución de problemas	5	10	15
Proba mixta	5	0	5
Simulación	20	10	30
Atención personalizada	10	0	10

*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientativo, considerando a heteroxeneidade do alumnado

Metodoloxías	
Metodoloxías	Descrición
Sesión maxistral	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.
Solución de problemas	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
Proba mixta	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.
Simulación	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.

Atención personalizada	
Metodoloxías	Descrición
Solución de problemas Simulación Proba mixta Sesión maxistral	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.

Avaliación		
Metodoloxías	Descrición	Cualificación



Solución de problemas	Se valora la asistencia a clase así como la participación a través de preguntas u observaciones sobre los problemas resueltos.	5
Simulación	Se valora la asistencia al laboratorio-taller así como la participación a través de preguntas u observaciones sobre los temas tratados	20
Proba mixta	Se valora el grado de conocimiento adquirido sobre las materias de la asignatura teniendo en consideración tanto la parte teórica como de problemas	70
Sesión maxistral	Se valora la asistencia a clase así como la participación a través de preguntas u observaciones sobre el tema tratado.	5
Outros		

Observacións avaliación

Los criterios de evaluación contemplados en los cuadros A-III/1 y A-III/2 del Código STCW y sus enmiendas relacionados con esta materia se tendrán en cuenta a la hora de diseñar y realizar la evaluación.

Fontes de información

Bibliografía básica	- (). .
Bibliografía complementaria	

Recomendacións

Materias que se recomenda ter cursado previamente

Tecnoloxía Enerxética/631G02406

Prácticas Externas/631G02407

Propulsión eléctrica/631G02506

Materias que se recomenda cursar simultaneamente

Instalaciones Marítimas e Propulsores/631G02304

Electrotecnia. Máquinas Eléctricas e Sistemas Eléctricos do Buque/631G02306

Sistemas Xestión e Mantemento do Buque/631G02310

Materias que continúan o temario

Expresión Gráfica/631G02102

Inglés/631G02105

Mecánica e resistencia de Materiais/631G02201

Termodinámica e Termotecnia/631G02204

Ciencia e Enxeñaría de Materiais/631G02206

Observacións

(*A Guía docente é o documento onde se visualiza a proposta académica da UDC. Este documento é público e non se pode modificar, salvo casos excepcionais baixo a revisión do órgano competente dacordo coa normativa vixente que establece o proceso de elaboración de guías