UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Guia docente					
Datos Identificativos					2022/23
Asignatura (*)	Motores de Combustión Interna			Código	631111301
Titulación	Diplomado en Máquinas Navais				
Descriptores					
Ciclo	Periodo	Curso		Tipo	Créditos
1º y 2º Ciclo	Anual	Tercero		Troncal	7.5
Idioma	CastellanoGallego				
Modalidad docente	Presencial				
Prerrequisitos					
Departamento	Enxeñaría Naval e Industrial				
Coordinador/a			Correo electrónico		
Profesorado			Correo electrónico		
Web	www.marineengineering.org.uk				
Descripción general	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 / Resultados del título	
Código	Competencias / Resultados del título
A5	Mantener los sistemas de maquinaria naval, incluidos los sistemas de control, a nivel operacional.
A6	Operar alternadores, generadores y sistemas de control, a nivel operacional.
A7	Operar la maquinaria principal y auxiliar y los sistemas de control correspondientes, a nivel operacional.
A8	Operar los sistemas de bombeo y de control correspondientes, a nivel operacional.
A13	Utilizar las herramientas manuales y el equipo de medida para el desmantelado, mantenimiento, reparación y montaje de las instalaciones y el equipo de abordo, a nivel operacional.
A14	Utilizar las herramientas manuales y el equipo de medida y prueba eléctrico y electrónico para la detección de averías y las operaciones de mantenimiento y reparación, a nivel operacional.
A15	Vigilar el cumplimiento de las prescripciones legislativas, a nivel operacional.
A28	Manejar el motor de un bote de rescate rápido.
A29	Manejar el motor de una embarcación de supervivencia.
A44	Realizar operaciones de optimización energética de las instalaciones de abordo utilizando convenientemente los equipos de medida, a nivel operacional.
A47	Optimizar las características mecánicas en las instalaciones de abordo, utilizando convenientemente los equipos de medida, a nivel operacional, con el fin de obtener larga vida en las máquinas y suaves funcionamientos.
A50	Evaluación cualitativa y cuantitativa de datos y resultados, así como representación matemática de resultados obtenidos experimentalmente.
A51	Redacción e interpretación de documentación técnica.
A53	Operar, reparar, mantener, reformar, optimizar a nivel operacional las instalaciones industriales relacionadas con la ingeniería marítima, como motores alternativos de combustión interna y subsistemas; turbinas de vapor, calderas y subsistemas asociados; ciclos combinados; propulsión eléctrica y propulsión con turbina de gas.
A55	Operar, reparar, sustituir y optimizar a nivel operacional las instalaciones auxiliares del buque, tales como instalaciones frigoríficas, sistemas de gobierno, instalaciones de aire acondicionado, plantas potabilizadoras, separadores de sentinas, grupos electrógenos, etc.
A56	Operar, reparar, mantener y optimizar las instalaciones auxiliares de los buques que transportan cargas especiales, tales como quimiqueros, LPG, LNG, petroleros, cementeros, etc.
A57	Conocer el balance energético general, que incluye el balance termo-eléctrico del buque, el sistema de mantenimiento de la carga, así como la gestión eficiente de la energía respetando el medio ambiente.
A58	Diagnosis y supervisión de todos los equipos que componen la planta propulsora de un buque utilizando las herramientas adecuadas.
B2	Resolver problemas de forma efectiva.

B3	Aplicar un pensamiento crítico, lógico y creativo.
B5	Trabajar de forma colaborativa.
B10	Versatilidad.
B11	Capacidad de adaptación.
B14	Capacidad de análisis y síntesis.
B15	Capacidad para conseguir y aplicar conocimientos.
B16	Organizar, planificar y resolver problemas.
C3	Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida.
C6	Valorar críticamente el conocimiento, la tecnología y la información disponible para resolver los problemas con los que deben enfrentarse.
C7	Asumir como profesional y ciudadano la importancia del aprendizaje a lo largo de la vida.
C8	Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad.

Resultados de aprendizaje			
Resultados de aprendizaje	Competencias / Resultados del título		
Conocer y analizar los procesos termodinámicos que tienen lugar en los motores de combustión interna	A44 A53 A55 A56 A57 A58	B2 B3 B5 B11	C6 C7
Realizar el balance energético de un motor de combustión interna alternativo y tomar decisiones desde el punto de vista de la optimización energética	A47 A50 A53 A55 A56 A57	B14 B16	
Operar y reparar motores de combustión interna alternativos tanto de grupos electrógenos como de propulsión, asi como la maquinaria auxiliar relacionada con los mismos.	A7 A8 A13 A14 A15 A28 A29 A51 A53 A55 A56 A58	B2 B10 B15	
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.	A50 A53	B2 B3 B14	C3 C8

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.	A5 A6 A7 A15 A51 A57 A58	B2 B3 B10	

Contenidos	
Tema	**Subtema**
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: perdidas 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-α 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-α y cíclico para el ciclo práctico de 2 tiempos.

TEMA 6 CICLOS REALES. EL DIAGRAMA INDICADO Y EL INDICADOR.	? 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 atmosferica ? Interpretación de diagramas, fallos en admisión y escape.
TEMA 7 DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA INDICADA	? 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	? Concepto de resistencias pasivas. Métodos para reducirlas. ? Potencia obtenida del par motor. ? Bancos de pruebas por frenado: Froude, Prony y Foucalt. ? 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	? 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	? 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 ANALISIS DE COMBUSTIBLES	? 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	? 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.

TEMA 13 LA COMBUSTIÓN EN LOS MOTORES DE ENCENDIDO POR COMPRESIÓN	? 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.
TEMA 14 SISTEMAS DE ENCENDIDO DE LA MEZCLA EN MEP	? 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.
TEMA 15 RENOVACIÓN DE LA CARGA EN MEP	? 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
TEMA 16 RENOVACIÓN DE LA CARGA EN MEC	? 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.
TEMA 17 SOBRECARGA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA	? 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 válula 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.

TEMA 18 DIAGNOSIS DE MACI?S POR MEDIO DE DIAGRAMAS INDICADOS	? 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	? 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 oxidadcióny 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	? 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 indice de viscosidad. Clasificación SAE y SAE W. ? Clasificación API y ACEA por el tipo de utilización. ? Sistema de lubricación. Cárter seco y cárter húmedo. Averías
TEMA 21 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. ? 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	? 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	? 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 nitroso. ? 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				
Metodologías / pruebas	Competencias / Resultados	Horas lectivas (presenciales y virtuales)	Horas trabajo autónomo	Horas totales
Sesión magistral	A5 A6 A7 A8 A15 A28 A29 A44 A51 A53 A55 A56 B3 B14 B15 B16 C6 C7 C8	64	48	112
Solución de problemas	A58 B2 B5 B10 B11 C3	10	20	30
Prueba mixta	A53 A55 A56 B3 B5 B11	6	0	6
Prácticas de laboratorio	A13 A14 A28 A29 A47 A50 A57	24	6	30
Atención personalizada		9.5	0	9.5
(*)Los datos que aparecen en la tabla de planificación són de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de los alumnos				

Metodologías	
Metodologías	Descripción
Sesión magistral	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 propuestas 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
Prueba 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 regirán por el mismo formato.
Prácticas de laboratorio	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	
Metodologías	Descripción

Sesión magistral Prueba mixta Solución de problemas Prácticas de laboratorio	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.

Evaluación			
Metodologías	**Competencias / Resultados**	**Descripción**	**Calificación**
Sesión magistral	A5 A6 A7 A8 A15 A28 A29 A44 A51 A53 A55 A56 B3 B14 B15 B16 C6 C7 C8	Se valora la asistencia a clase así como la participación a través de preguntas u observaciones sobre el tema tratado.	5
Prueba mixta	A53 A55 A56 B3 B5 B11	Se valora el grado de conocimiento adquirido sobre las materias de la asignatura teniendo en consideración tanto la parte teórica como de problemas	70
Solución de problemas	A58 B2 B5 B10 B11 C3	Se valora la asistencia a clase así como la participación a través de preguntas u observaciones sobre los problemas resueltos.	5
Prácticas de laboratorio	A13 A14 A28 A29 A47 A50 A57	Se valora la asistencia al laboratorio-taller así como la participación a través de preguntas u observaciones sobre los temas tratados	20
Otros			

Observaciones evaluación

Fuentes de información	
Básica	- (). .
Complementária	

Recomendaciones
Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente
Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente
Análisis de Combustibles y Lubricantes/631111502 Teoría de la Lubricación/631111510
Asignaturas que continúan el temario
Termodinámica/631111209 Termotecnia y Mecánica de Fluídos/631111203 Inglés Técnico/631111206 Mecánica/631111208
Otros comentarios

(*) La Guía Docente es el documento donde se visualiza la propuesta académica de la UDC. Este documento es público y no se puede modificar, salvo cosas excepcionales bajo la revisión del órgano competente de acuerdo a la normativa vigente que establece el proceso de elaboración de guías