



Guía docente				
Datos Identificativos				2013/14
Asignatura (*)	Sistemas de Propulsión		Código	730112402
Titulación	Enxeñeiro Naval e Oceánico			
Descriptorios				
Ciclo	Periodo	Curso	Tipo	Créditos
1º y 2º Ciclo	Anual	Cuarto	Obligatoria	9
Idioma				
Prerrequisitos				
Departamento	Enxeñaría Naval e Oceánica			
Coordinador/a	Miguez Gonzalez, Marcos	Correo electrónico	marcos.miguez@udc.es	
Profesorado	Miguez Gonzalez, Marcos	Correo electrónico	marcos.miguez@udc.es	
Web				
Descripción general	Instalaciones de motores diesel, de turbinas de vapor, de turbinas de gas, propulsión eléctrica y sistemas de construcción integrada de máquinas.			

Competencias de la titulación	
Código	Competencias de la titulación
A1	Aplicar los fundamentos de la Ingeniería Naval y Oceánica.
A4	Participación en proyectos de investigación.
A6	Participación en proyectos multidisciplinares de ingeniería naval y oceánica.
B1	Aprender a aprender.
B2	Resolver problemas de forma efectiva.
B9	Capacidad de integrarse en grupo de trabajo.
B14	Manejo de sistemas asistidos por ordenador.
B15	Concepción espacial.
B19	Motivar al grupo de trabajo.
B22	Voluntad de mejora continua.
C1	Expresarse correctamente, tanto de forma oral como escrita, en las lenguas oficiales de la comunidad autónoma.
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.
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			
Competencias de materia (Resultados de aprendizaje)	Competencias de la titulación		
	Que el alumno conozca los conceptos básicos para el proyecto del equipo propulsor del buque así como las normas para su instalación y mantenimiento.	A1 A4 A6	B1 B2 B9 B14 B15 B19 B22



Que el alumno conozca los criterios básicos para la instalación de los equipos	A1 A4 A6	B1 B2 B9 B14 B15 B19 B22	C3 C8
Que el alumno sepa dirigir, planificar y controlar los proyectos de equipos propulsores	A1 A4 A6	B1 B2 B9 B14 B19 B22	C1 C8

Contenidos	
Tema	Subtema



1. MOTORES DIESEL - DESCRIPCIÓN Y CÁLCULOS

1.1. RESEÑA HISTÓRICA Y NOMENCLATURA

- 1.1.1. Introducción
- 1.1.2. Antecedentes históricos
- 1.1.3. El motor do Otto
- 1.1.4. El motor de Diesel
- 1.1.5. Motores de simple y de doble efecto
- 1.1.6. Motores de dos y de cuatro tiempos
- 1.1.7. Conceptos de barrido y sobrealimentación
- 1.1.8. Nomenclatura de las distintas piezas de los motores

1.2. LOS CICLOS TEÓRICOS

- 1.2.1. Generalidades
- 1.2.2. El ciclo mixto
- 1.2.3. El ciclo a volumen constante
- 1.2.4. El ciclo a presión constante
- 1.2.5. Comparación entre los valores de los rendimientos

1.3. LOS CICLOS REALES

- 1.3.1. Generalidades
- 1.3.2. Indicadores
- 1.3.3. Ciclos reales de los motores de cuatro tiempos
- 1.3.4. Efectos de la regulación del motor sobre el diagrama de indicador
- 1.3.5. Concepto de presión media indicada
- 1.3.6. Rendimientos indicado y relativo
- 1.3.7. Ciclos reales de los motores de dos tiempos
- 1.3.8. Determinación práctica de los exponentes de una politrópica
- 1.3.9. Cálculo de la presión media indicada (pmi)
- 1.3.10. Ejemplos de diagramas reales

1.4. ADMISIÓN Y COMPRESIÓN

- 1.4.1. Introducción al cálculo del ciclo real de un motor
- 1.4.2. Admisión
- 1.4.3. Compresión. Presión y temperatura al final de la compresión

1.5. COMBUSTIÓN

- 1.5.1. Reacciones químicas producidas por la combustión
- 1.5.2. Cantidad teórica de aire necesario
- 1.5.3. Coeficiente de exceso de aire
- 1.5.4. Composición de los productos de la combustión con $\lambda > 1$
- 1.5.5. Coeficiente de cambio molar
- 1.5.6. Combustión con aire insuficiente ($\lambda < 1$)
- 1.5.7. Poder calorífico de un fuel

1.6. COMBUSTIÓN Y EXPANSIÓN



- 1.6.1. Ecuación termodinámica de la combustión
- 1.6.2. Capacidad calorífica molar de los gases
- 1.6.3. Presión máxima de combustión
- 1.6.4. Expansión
- 1.6.5. Fórmula de la presión media indicada (pmi)

1.7. DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA

- 1.7.1. Potencia indicada y potencia al freno
- 1.7.2. Potencia utilizada en resistencias internas. Rendimiento mecánico
- 1.7.3. Rendimiento térmico indicado y rendimiento térmico efectivo
- 1.7.4. Consumo específico de combustible
- 1.7.5. Balance térmico de motores propulsores

1.8. IDEAS SOBRE EL DIMENSIONAMIENTO DE MOTORES

- 1.8.1. Relación de la potencia con las dimensiones del cilindro motor
- 1.8.2. Relación de la potencia con los parámetros principales del trabajo
- 1.8.3. Análisis de los factores que intervienen en los valores de las potencias indicada y al freno
- 1.8.4. Análisis de los factores básicos de funcionamiento de un motor

1.9. SOBREALIMENTACIÓN

- 1.9.1. La sobrealimentación como método para aumentar la potencia
- 1.9.2. La sobrealimentación en los motores de cuatro tiempos
- 1.9.3. Sistemas de sobrealimentación
- 1.9.4. Diagramas teórico y de indicador de un motor sobrealimentado
- 1.9.5. Efecto de la sobrealimentación sobre la potencia y el consumo específico del motor
- 1.9.6. Influencia conjunta de ciertos factores sobre la potencia de motores sobrealimentados
- 1.9.7. Sobrealimentación de los motores diesel de dos tiempos
- 1.9.8. Comparación entre la sobrealimentación mecánica y por turbo-soplante
- 1.9.9. El barrido en los motores de cuatro tiempos
- 1.9.10. Factor de barrido
- 1.9.11. Temperatura de los gases de escape
- 1.9.12. El barrido por turbo-soplante en los motores de cuatro tiempos sobrealimentados
- 1.9.13. Barrido de los motores de cuatro tiempos a velocidades bajas del buque
- 1.9.14. Resumen y preparación de los cálculos

1.10. BREVE DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE INYECCIÓN

- 1.10.1. Generalidades
- 1.10.2. Inyectora o válvula de inyección
- 1.10.3. Bomba de inyección de combustible
- 1.10.4. Sistema de inyección monobloque
- 1.10.5. Materiales utilizados



1.11. PROCESO DE LA INYECCIÓN Y DE LA COMBUSTIÓN

- 1.11.1. Requerimientos básicos para la combustión
- 1.11.2. Desarrollo de la atomización
- 1.11.3. La ley del caudal-tiempo
- 1.11.4. Proceso de la inyección
- 1.11.5. Cálculo del diámetro y la carrera de la bomba
- 1.11.6. Cálculo simplificado de una válvula de inyección

1.12. CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DIESEL

- 1.12.1. Introducción
- 1.12.2. Carga o régimen de funcionamiento de un motor
- 1.12.3. Potencias nominales de funcionamiento
- 1.12.4. Representación del diagrama de carga nominal de un motor diesel
- 1.12.5. Consideraciones sobre el funcionamiento de una hélice
- 1.12.6. Utilización de las hélices de paso controlable
- 1.12.7. Sistemas redundantes para hélice única
- 1.12.8. Otras curvas de funcionamiento de un motor
- 1.12.9. Consideraciones acerca de las pruebas de aceptación del Sistema de Maquinaria de un buque

1.13. SELECCIÓN DE UN MOTOR DIESEL PARA LA PROPULSIÓN

- 1.13.1. Introducción
- 1.13.2. Puntos de funcionamiento de la hélice y del motor
- 1.13.3. Diagrama de carga de un determinado motor
- 1.13.4. Ejemplos de utilización del diagrama de carga
- 1.13.5. Cálculo del consumo específico de combustible (CEC)

1.14. SERVICIOS

- 1.14.1. Servicios para el funcionamiento de los motores diesel
- 1.14.2. Refrigeración
- 1.14.3. Lubricación
- 1.14.4. Sistema de combustible
- 1.14.5. Arranque e inversión de marcha
- 1.14.6. Control remoto y automatización
- 1.14.7. Alarmas y paradas automáticas



2. MOTORES DIESEL - DINÁMICA

2.1. ESTUDIO DEL PAR MOTOR Y DEL VOLANTE DE INERCIA

2.1.1. Introducción

2.1.2. Sistema de masas del mecanismo biela-manivela

2.1.3. Ecuación del movimiento del sistema alternativo

2.1.4. Fuerzas de inercia que actúan sobre la masa con movimiento alternativo

2.1.5. Sistema de fuerzas derivado

2.1.6. Obtención de las fuerzas resultantes sobre la masa con movimiento alternativo

2.1.7. Diagrama de las fuerzas tangenciales

2.1.8. Fuerza tangencial media

2.1.9. Par motor y par resistente

2.1.10. Volante de inercia

2.2. NOCIONES DE VIBRACIONES TORSIONALES DEL SISTEMA DE CIGÜEÑALES - EJE DE COLA ? HÉLICE

2.2.1. Introducción

2.2.2. Vibraciones libres

2.2.3. Vibraciones forzadas

2.2.4. Amplitudes y tensiones a causa de las vibraciones en resonancia

2.3. ANÁLISIS SOMERO DEL EQUILIBRADO DEL MOTOR

2.3.1. Conceptos básicos

2.3.2. Fuerzas y momentos transmitidos al polín del motor

2.3.3. Equilibrado de las fuerzas de inercia de primer orden y de la componente vertical de la fuerza centrífuga de un motor monocilíndrico

2.3.4. Equilibrado de las fuerzas de inercia de primer orden y de la componente vertical de la fuerza centrífuga de un motor monocilíndrico

2.3.5. Determinación de la resultante de las fuerzas de inercia de primer orden en motores policilíndricos de disposición lineal

2.3.6. Determinación de la resultante de las fuerzas de inercia de las masas alternativas de segundo orden

2.3.7. Fuerza de inercia centrífuga de las masas rotativas

2.3.8. Composición de las fuerzas de inercia

2.3.9. Momentos de las fuerzas de inercia

2.3.10. Composición de los momentos. Fuerzas de inercia de las masas rotativas

2.3.11. Composición de los momentos de las fuerzas de inercia de primer orden de las masas con movimiento alternativo

2.3.12. Composición de los momentos de las fuerzas de inercia de segundo orden de las masas con movimiento alternativo

2.3.13. Disposiciones de cigüeñales más utilizadas y valores de las fuerzas de inercia

2.4. APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE LA DINÁMICA DEL MOTOR DIESEL AL DISEÑO DE LA CÁMARA DE MÁQUINAS

2.4.1. Fuerzas y momentos que producen vibraciones en el casco de un buque

2.4.2. Fuerzas de inercia centrífugas y sus momentos



- 2.4.3. Fuerzas de inercia de primer y segundo orden y sus momentos
- 2.4.4. Par de vuelco del motor y otras causas de vibración del buque
- 2.4.5. Vibraciones libres propias del casco de un buque
- 2.4.6. Vibraciones forzadas del buque
- 2.4.7. Medidas a tomar durante el proyecto del buque para evitar las vibraciones
- 2.4.8. Aislamiento y amortiguación de vibraciones
- 2.4.9. Algunos requerimientos de proyecto de los motores marinos



3. GENERADORES DE VAPOR NAVALES
CONVENCIONALES Y NUCLEARES

3.1. APLICACION DE LA TERMODINÁMICA DEL VAPOR DE AGUA AL SISTEMA
UTILIZADO PARA LA PROPULSIÓN DE BUQUES

3.1.1. Introducción

3.1.2. Generalidades

3.1.3. Propiedades del vapor de agua

3.1.4. Desarrollo del proceso de transformación de la energía

3.2. INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE LAS CALDERAS MARINAS

3.2.1. Resumen histórico

3.2.2. Clasificación general de las calderas marinas

3.2.3. Transición hacia las calderas acuatubulares

3.2.4. Forma en que se realiza la transmisión del calor

3.2.5. Transmisión del calor en el interior de la caldera

3.2.6. Circulación del agua en la caldera

3.3. DESCRIPCIÓN DE ALGUNOS TIPOS DE CALDERAS CON COLECTORES
UTILIZADAS EN INSTALACIONES MARINAS

3.3.1. Breve descripción de calderas acuatubulares del tipo de colectores

3.4. IDEAS SOBRE LA FABRICACIÓN DE LAS CALDERAS

3.4.1. Partes principales que componen una caldera moderna

3.4.2. Materiales utilizados en la fabricación de las calderas

3.4.3. Colectores y cabezales

3.4.4. Los tubos

3.4.5. Los polines y las envolventes de las calderas

3.4.6. El hogar de las calderas

3.5. PRINCIPALES ACCESORIOS DE UNA CALDERA MODERNA E IDEA SOBRE
EL PROCESO DE MONTAJE

3.5.1. Introducción

3.5.2. Accesorios internos

3.5.3. Accesorios externos

3.5.4. Accesorios complementarios

3.5.5. El sistema de combustible

3.5.6. Sistemas para el control automático del funcionamiento de la caldera

3.5.7. Parámetros del sistema y tipos de control utilizados

3.5.8. Comparación entre calderas diseñadas para un buque mercante y para un buque de guerra

3.6. FUNDAMENTOS DE ENERGÍA NUCLEAR

3.6.1. Introducción

3.6.2. Principios elementales de energía nuclear

3.6.3. Idea sobre radioactividad

3.6.4. Energía de enlace



- 3.6.5. Leyes fundamentales de los procesos nucleares
- 3.6.6. Fundamentos físicos de la fusión nuclear
- 3.6.7. Conclusiones acerca del proceso de fusión
- 3.6.8. Actividad de los neutrones en la fisión

3.7. APLICACIONES FUNDAMENTALES DE LA ENERGÍA NUCLEAR PARA LA PROPULSIÓN DE BUQUES

- 3.7.1. Introducción
- 3.7.2. Principios sobre reactores nucleares
- 3.7.3. Control del reactor
- 3.7.4. Resumen y conclusiones acerca de los problemas que presenta el diseño de plantas nucleares de propulsión
- 3.7.5. Disposición general en buques de plantas de propulsión nuclear
- 3.7.6. Sistema nuclear básico para la propulsión de un buque
- 3.7.7. El generador de vapor
- 3.7.8. El tanque a presión



4. TURBINAS A VAPOR

4.1. PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE LAS TURBINAS A VAPOR

4.1.1. Introducción

4.1.2. Definiciones

4.1.3. Conversión de la energía térmica en energía cinética. La tobera ideal

4.1.4. La tobera real

4.1.5. Presión crítica. Perfil de las toberas

4.1.6. Aplicación de las toberas a las turbinas

4.1.7. Conversión de la energía cinética en energía mecánica

4.2. ESTUDIO ELEMENTAL DE LAS ETAPAS DE ACCIÓN Y DE REACCIÓN

4.2.1. Etapa de impulso o de acción con ángulo de incidencia $\alpha = 0$

4.2.2. Etapa simple de acción con ángulo de incidencia $\alpha > 0$

4.2.3. Trabajo realizado por una etapa de acción

4.2.4. Pérdidas adicionales en una etapa de acción

4.2.5. Etapa "Curtis"

4.2.6. La admisión parcial en las primeras etapas de una turbina de acción

4.2.7. Evolución del vapor en las etapas de acción

4.2.8. Principios sobre la etapa de reacción

4.2.9. Etapa de reacción con ángulo de incidencia $\alpha = 0$

4.2.10. Etapa de reacción con ángulo de incidencia $\alpha > 0$

4.2.11. Pérdidas adicionales en una etapa de reacción

4.2.12. Comparación entre las turbinas de acción y las de reacción

4.2.13. Evolución del vapor en las etapas de reacción

4.2.14. La turbina de ciar

4.3. FUNCIONAMIENTO DE UNA PLANTA DE TURBINAS. ACCESORIOS PRINCIPALES

4.3.1. Funcionamiento de una instalación de turbinas como conjunto

4.3.2. Accesorios principales de las turbinas para la propulsión

4.3.3. Rozamiento y lubricación

4.3.4. Chumacera de empuje

4.3.5. Engranaje reductor principal

4.3.6. Componentes del engranaje reductor principal



5. TURBINAS DE GAS

5.1. PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LAS TURBINAS DE GAS

5.1.1. Principios básicos

5.1.2. Disposición general de los principales componentes de una turbina de gas utilizada para la propulsión de un buque

5.1.3. Clasificación general y definiciones de las turbo-máquinas

5.1.4. Ciclo de Brayton aplicado a las turbinas de gas

5.1.5. Generalidades sobre los compresores utilizados con las turbinas de gas

5.2. FUNDAMENTOS SOBRE COMPRESORES DE FLUJO RADIAL

5.2.1. Tipos principales de compresores

5.2.2. Características de funcionamiento

5.2.3. Funcionamiento del compresor de flujo radial acoplado a la turbina de gas

5.2.4. Diagrama de funcionamiento

5.2.5. Breve análisis del funcionamiento de un compresor de flujo radial

5.3. FUNDAMENTOS SOBRE COMPRESORES DE FLUJO AXIAL

5.3.1. Definiciones y consideraciones básicas

5.3.2. Comparación del compresor de flujo axial con la turbina de reacción

5.3.3. Grado de reacción de una etapa de un compresor de flujo axial

5.3.4. Cálculo del trabajo y de la elevación de presión

5.3.5. Diagrama de funcionamiento

5.3.6. Breve análisis del funcionamiento del compresor de flujo axial

5.4. BREVE ESTUDIO DEL GENERADOR DE GAS Y DE LA TURBINA DE POTENCIA

5.4.1. Disposición del generador de gas

5.4.2. Temperatura de los productos de la combustión

5.4.3. Cámaras de combustión

5.4.4. Conclusiones sobre el proceso de la combustión

5.4.5. Válvulas y bomba de inyección del combustible

5.4.6. Rotor de la turbina de alta presión

5.4.7. Refrigeración interna de las paletas y de las toberas en la turbina de alta presión

5.4.8. La turbina de potencia

5.5. BREVE ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA TURBINA DE GAS

5.5.1. Funcionamiento del conjunto generador de gas - turbina de potencia

5.5.2. Análisis elemental del funcionamiento de la turbina de gas

5.5.3. Condiciones de funcionamiento

5.5.4. Métodos para mejorar el funcionamiento de las turbinas de gas a cargas parciales

5.5.5. Planta propulsora nuclear con turbina de gas de ciclo cerrado. Instalación CONAG

5.6. UTILIZACIÓN DE LA TURBINA DE GAS EN LOS BUQUES



5.6.1. Instalación de las turbinas de gas de propulsión en los buques

5.6.2. Comentarios y ejemplos sobre el funcionamiento y el mantenimiento de una turbina de gas de propulsión

5.6.3. Utilidad de la inspección boroscópica



<p>6. INTRODUCCIÓN A LA PROPULSIÓN ELÉCTRICA DE BUQUES</p>	<p>6.1. RESEÑA HISTÓRICA Y PRINCIPALES APLICACIONES</p> <ul style="list-style-type: none">6.1.1. Reseña histórica6.1.2. Definición de los convertidores de potencia6.1.3. Comparación de la propulsión eléctrica con los demás sistemas utilizados6.1.4. Buques con características aptas para la propulsión eléctrica6.1.5. Tipos de sistemas para la propulsión eléctrica6.1.6. Generación y conversión de la potencia6.1.7. Selección de la tensión6.1.8. Sistemas mixtos de propulsión <p>6.2. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LOS SISTEMAS DE PROPULSION</p> <ul style="list-style-type: none">6.2.1. Introducción6.2.2. Sistemas de propulsión por corriente continua6.2.3. Sistemas de propulsión por corriente alterna6.2.4. Utilización de los ciclo-convertidores en la propulsión de buques6.2.5. Sistemas especiales de propulsión eléctrica
<p>7. DISPOSICIÓN DE LA MAQUINARIA COMO PARTE INTEGRADA EN EL PROYECTO DE UN BUQUE</p>	<p>7.1. DEFINICIONES Y CONCEPTOS BÁSICOS</p> <ul style="list-style-type: none">7.1.1. Introducción7.1.2. Definiciones relacionadas con la disposición de la maquinaria7.1.3. Principales restricciones del diseño7.1.4. Responsabilidades en el diseño de los sistemas que constituyen el buque7.1.5. Fases en que se estructura el proyecto de un buque7.1.6. Sistemas de maquinaria principal más utilizados7.1.7. Normas básicas a tener en cuenta durante el diseño de las Cámaras de Máquinas7.1.8. Métodos para estimar las dimensiones de las Cámaras de Máquinas7.1.9. Aportación del sistema CAD (Computer Aided Design) para ordenador <p>7.2. DESARROLLO DEL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LAS CÁMARAS DE MÁQUINAS</p> <ul style="list-style-type: none">7.2.1. Disposición de la maquinaria en cada fase del proyecto del buque7.2.2. Ideas sobre normas generales para la instalación de maquinaria7.2.3. Requerimientos para componentes específicos de la planta propulsora7.2.4. Algunas normas generales para la presentación de los planos7.2.5. Otra documentación7.2.6. La Estrategia Constructiva7.2.7. El coste de la Construcción7.2.8. Técnicas de control de costes en el astillero7.2.9. Historia del Diseño

Planificación			
Metodologías / pruebas	Horas presenciales	Horas no presenciales / trabajo autónomo	Horas totales
Prueba objetiva	5	215	220



Atención personalizada	5	0	5
(*) Los datos que aparecen en la tabla de planificación són de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de los alumnos			

Metodologías	
Metodologías	Descripción
Prueba objetiva	Prueba de evaluación de los conocimientos teóricos y prácticos de cada parte del programa de forma escrita

Atención personalizada	
Metodologías	Descripción
Prueba objetiva	Dado que se trata de una asignatura sin docencia, se reservan 5 horas de atención personalizada para atención y resolución de las posibles dudas que puedan surgir antes de afrontar la prueba objetiva

Evaluación		
Metodologías	Descripción	Calificación
Prueba objetiva	<p>La prueba objetiva se dividirá en dos partes diferenciadas; la primera de ellas, se corresponde con los temas 1 y 2 descritos en los contenidos de la asignatura; la segunda, con los temas del 3 al 7.</p> <p>Ambas partes se evaluarán por separado, calificándose sobre 10 puntos.</p> <p>La calificación final de la asignatura se obtendrá como la media aritmética de las calificaciones de ambas partes, siendo necesarios para superarla al menos 5 puntos sobre 10. Asimismo, para superar la asignatura será necesario también obtener, al menos, 4 puntos en cada una de las dos partes en que se divide la prueba.</p>	100
Otros		

Observaciones evaluación

Fuentes de información	
Básica	- Casanova Rivas, E. (2001). Máquinas para la Propulsión de Buques. Universidade da Coruña
Complementaria	

Recomendaciones
Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente
Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente
Asignaturas que continúan el temario
Termodinámica/730112203
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