



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Máquinas y motores navales

Asignatura	Máquinas y motores navales			
Código	P52G381V01409			
Titulación	Grado en Ingeniería Mecánica			
Descriptor	Creditos ECTS	Selección	Curso	Cuatrimestre
	6	OB	4	2c
Lengua	Castellano			
Impartición	Departamento del Centro Universitario da Defensa da Escola Naval Militar de Marín			
Coordinador/a	Pérez Collazo, Carlos			
Profesorado	Álvarez Feijoo, Miguel Ángel Pérez Collazo, Carlos			
Correo-e	carlos.perez.collazo@tud.uvigo.es			
Web	<a href="http://moovi.uvigo.gal/">http://moovi.uvigo.gal/</a>			
Descripción general	<p>En esta guía docente se presenta información relativa a la asignatura de Máquinas y Motores Navales de 4º curso del Grado en Ingeniería Mecánica. En ella se recogen las competencias que los alumnos deben adquirir en este curso, el calendario de actividades docentes previsto, los contenidos y su programación temporal, una estimación del volumen de trabajo del alumno y los criterios específicos de evaluación.</p> <p>En Máquinas y Motores Navales se estudiarán los sistemas de propulsión y sistemas auxiliares que se pueden encontrar en los barcos de la Armada. Además, se estudiarán los ciclos térmicos empleados en los motores de combustión, principalmente Otto y Diésel, se profundizará en los motores Diésel marinos, estudiando las partes de los motores en motores existentes en el laboratorio, observando materiales y procesos de mecanizado de las piezas, dejando patente el carácter multidisciplinar de la asignatura.</p> <p>Esta asignatura del Grado en Ingeniería Mecánica muestra al alumno los principales tipos de motores navales, las configuraciones de los sistemas de control y propulsión, y los sistemas auxiliares de frío, bombeo, depuración de agua, tratamiento de aguas residuales, etc.</p>			

## Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
B3	Conocimiento en materias básicas y tecnológicas que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
B4	Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial en la especialidad de Mecánica.
B5	Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.
B6	Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
B7	Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.
C35	CITN9/OPT5 Conocimiento aplicado de los sistemas de energía y propulsión naval.
C36	CITN10/OPT6 Conocimiento de los equipos y sistemas auxiliares navales.
C37	CITN11/OPT7 Conocimiento aplicado de los sistemas eléctricos navales.
D1	Análisis y síntesis.
D2	Resolución de problemas.
D3	Comunicación oral y escrita de conocimientos.
D5	Gestión de la información.
D7	Capacidad de organizar y planificar.
D8	Toma de decisiones.
D9	Aplicar conocimientos.
D10	Aprendizaje y trabajo autónomos.
D15	Objetivación, identificación y organización.
D16	Razonamiento crítico.
D17	Trabajo en equipo.

**Resultados previstos en la materia**

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Conocer la base tecnológica sobre la que se apoyan las máquinas de combustión interna.	B3 B4 B5	C35 C36	D3 D5 D7 D8 D9 D10 D15 D17 D20
Conocer y comprender el funcionamiento de una planta propulsora de los buques de la Armada.	B3 B4	C35 C36 C37	D1 D2 D3 D5 D7 D9 D10 D15 D17 D20
Conocer los principales equipos auxiliares que apoyan a las instalaciones propulsoras de los buques de la Armada.	B3 B4 B6 B7	C35 C36 C37	D1 D2 D3 D5 D7 D9 D10 D15 D16 D17 D20
Resultados del aprendizaje ENAEE: CONOCIMIENTO Y COMPRESIÓN: RA1.3 - Ser conscientes del contexto multidisciplinar de la ingeniería. [nivel de desarrollo (básico (1), adecuado (2) y avanzado (3)) de este sub-resultado: Adecuado (2)].		C35 C36 C37	
Resultados del aprendizaje ENAEE: ANÁLISIS EN INGENIERÍA: RA2.2.- La capacidad de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería en su especialidad; elegir y aplicar de forma adecuada métodos analíticos, de cálculo y experimentales ya establecidos; reconocer la importancia de las restricciones sociales, de salud y seguridad, ambientales, económicas e industriales [nivel de desarrollo (básico (1), adecuado (2) y avanzado (3)) de este sub-resultado: Adecuado (2)].	B4		D1 D2 D8 D9 D16
Resultados del aprendizaje ENAEE: APLICACIÓN PRÁCTICA DE LA INGENIERÍA: RA5.3.- Conocimiento de aplicación de materiales, equipos y herramientas, tecnología y procesos de ingeniería y sus limitaciones en el ámbito de su especialidad [nivel de desarrollo (básico (1), adecuado (2) y avanzado (3)) de este sub-resultado: Adecuado (2)].		C35 C36 C37	D8 D9
Resultados del aprendizaje ENAEE: APLICACIÓN PRÁCTICA DE LA INGENIERÍA: RA5.5.- Conocimiento de las implicaciones sociales, de salud y seguridad, ambientales, económicas e industriales de la práctica de la ingeniería [nivel de desarrollo (básico (1), adecuado (2) y avanzado (3)) de este sub-resultado: Adecuado (2)].	B7		

**Contenidos**

Tema	
Bloque 1: Motores de combustión interna.	T1.1. Repaso de motores térmicos. T1.2. Motores diésel. - Clasificación de los motores diésel. - Motores diésel de 2 y 4 tiempos. - Diagramas. - Comparativa Otto-Diésel. T1.3. Componentes principales de los motores diésel marinos. T1.4. Sistema de refrigeración y lubricación. T1.5. Sistema de inyección de combustible. T1.6. Turbinas de gas marinas.

Bloque 2: Sistemas actuales de propulsión marina.

- T2.1. Introducción a los sistemas de propulsión marina.
  - Clasificación de los sistemas de propulsión marina.
  - Tipos de propulsores.
- T2.2. Sistemas de propulsión convencionales.
  - Tipos de propulsores.
  - Geometría de propulsores marinos.
  - Condiciones de propulsión.
  - Cavitación.
- T2.3. Sistemas de transmisión de potencia.
  - Rodamientos, cojinetes y chumaceras.
  - Ejes de transmisión de potencia.
  - Cajas de engranajes.
- T2.4. Sistemas de propulsión combinada.
  - CODAD.
  - CODOG/CODAG.
  - COGAG.
  - CODEOG.
- T2.5. Sistemas de propulsión eléctrica.
- T2.6. Propulsión azipodal.
- T2.7. Propulsión nuclear y propulsión en submarinos.
- T2.8. Control de emisiones y tendencias futuras.
  - El convenio MARPOL y compromisos de reducción de emisiones.
  - Sistemas de control de emisiones.
  - Tendencias futuras en sistemas de propulsión marina.

Bloque 3: Aparatos auxiliares.

- T3.1. Sistemas de gobierno y estabilización de un buque.
  - Transmisión electrohidráulica.
  - Servomotor del timón electrohidráulico.
  - Transmisión electromecánica.
  - Servomotor del timón electromecánico.
  - Principios de aletas estabilizadoras.
  - Tanques anti-balance.
  - Gyro-estabilizadores.
  - Timones estabilizadores.
- T3.2. Sistemas de bombeo en buques.
  - Bombas de flujo continuo y desplazamiento positivo.
- T3.3. Compresores en buques.
- T3.4. Equipos de medida.
  - Medida de temperatura, presión, caudal.
  - Medidores de nivel y de velocidad de giro.
- T3.5. Sistemas de producción de agua.
  - Destilación.
  - Ósmosis inversa.
  - Producción de agua desalinizada.
- T3.6. Sistemas de tratamiento de aguas.
  - Plantas fecales por vacío.
  - Tratamiento de aguas fecales.
  - Plantas de tratamiento por decantación y por célula electrolítica.
  - Separación de sentinas por decantación.
  - Separador de sentinas coalescente.
- T3.7. Sistemas de apoyo a las plantas propulsoras y de control del medioambiente.
  - Depuradoras centrífugas.
  - Circuitos de refrigeración por agua dulce y agua salada.
  - Sistemas de frío en buques.
- T3.8. Instalación eléctrica de un buque.
  - Planta eléctrica de una F-100.
  - Sistema integrado de control de plataforma (SICP).
  - Esquema general de la planta eléctrica de una F-100 y modos de trabajo.

PL1: Motores de combustión.

Estudio del funcionamiento de los motores de combustión.

PL2: Motores Diésel.

Estudio del funcionamiento de los motores diésel marinos.

PL3: Motores de 2T.

Estudio y análisis de funcionamiento de los motores de 2 tiempos, Para ello, se trabajará en grupos desmontando motores de 2T con las herramientas disponibles.

PL4: Motores de 4T.

Estudio y análisis de funcionamiento de los motores de 4 tiempos. Para ello, se trabajará en grupos desmontando motores de 4T con las herramientas disponibles.

PL5: Turbinas de gas.

Parametrización y funcionamiento de turbinas de gas.

PL6: Plantas de propulsión.

Estudio y análisis de la configuración y funcionamiento de las plantas de propulsión en buques de guerra.

PL7: Sistemas auxiliares en buques.

Parametrización y funcionamiento de diversos sistemas auxiliares en buques. Por ejemplo, analizando la configuración y funcionamiento de la instalación eléctrica en buques de guerra, así como el proceso de conexión y desconexión a corriente de tierra.

### Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	28	28	56
Prácticas de laboratorio	14	7	21
Aprendizaje basado en proyectos	3	20	23
Resolución de problemas	4	0	4
Seminario	15	15	30
Examen de preguntas de desarrollo	16	0	16

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

### Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Exposición por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio, bases teóricas y/o directrices de un trabajo, ejercicio o proyecto a desarrollar por el estudiante.
Prácticas de laboratorio	Actividades de aplicación de los conocimientos a situaciones concretas y de adquisición de habilidades básicas y procedimentales relacionadas con la materia objeto de estudio. Se desarrollan en espacios especiales con equipamiento especializado (laboratorios, aulas informáticas, etc.).
Aprendizaje basado en proyectos	Método en el que los estudiantes llevan a cabo la realización de un proyecto en un tiempo determinado para resolver un problema o abordar una tarea mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades.
Resolución de problemas	Actividad en la que se formulan problemas y/o ejercicios relacionados con la asignatura. El alumno debe desarrollar las soluciones adecuadas o correctas mediante la ejercitación de rutinas, la aplicación de fórmulas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados. Se suele utilizar como complemento de la lección magistral.
Seminario	Curso intensivo de 15 horas para aquellos alumnos que han suspendido la asignatura en primera convocatoria, previo al examen en segunda convocatoria. Tutorías grupales con el profesor.

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	En el ámbito de la acción tutorial, se distinguen acciones de tutoría académica así como de tutoría personalizada. En el primero de los casos, el alumnado tendrá a su disposición horas de tutorías en las que puede consultar cualquier duda relacionada con los contenidos, organización y planificación de la asignatura. En las tutorías personalizadas, cada alumno, de manera individual, podrá comentar con el profesor cualquier problema que le esté impidiendo realizar un seguimiento adecuado de la asignatura, con el fin de encontrar entre ambos algún tipo de solución. Conjugando ambos tipos de acción tutorial, se pretenden compensar los diferentes ritmos de aprendizaje mediante la atención a la diversidad. Los profesores de la asignatura atenderán las dudas y consultas de los alumnos de forma síncrona en despachos físicos o virtuales bajo la modalidad de concertación previa o asíncrona por medios telemáticos (correo electrónico, foros de MOOVI, etc.).

### Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Lección magistral	Pruebas escritas: cuestiones teóricas y problemas. Las pruebas escritas tienen como objetivo la evaluación del aprendizaje de todos los contenidos teóricos seleccionados para la asignatura. Deben consistir en cuestiones que primen el razonamiento conceptual y lógico, a fin de verificar la madurez intelectual de los alumnos para obtener conclusiones a partir de las nociones o las teorías expuestas en clase.	25	B3	C35	D1
			B4	C36	D2
			B5	C37	D7
			B6		D9
			B7		D15
					D16

Prácticas de laboratorio	La evaluación de las prácticas se realizará valorando las memorias de prácticas (MP) que el alumno deberá entregar.	10	B3 B4 B5 B6 B7	C35 C36 C37	D1 D2 D3 D7 D9 D10 D15 D16 D17 D20
Aprendizaje basado en proyectos	El proyecto consistirá en un trabajo en grupos de alumnos. Se evaluará de manera que se garantice la exigibilidad individual y la interdependencia positiva, esto es, todos los miembros del grupo deben haber trabajado y contribuido al producto final y deben dominar, mínimamente, todos los aspectos del proyecto.	25	B3 B4 B5 B6	C35 C36 C37	D3 D5 D7 D8 D9 D10 D15 D16 D17 D20
Examen de preguntas de desarrollo	Examen final de evaluación continua (se evalúan todos los contenidos de la materia).	40	B3 B4 B7	C35 C36 C37	D1 D2 D7 D9 D15 D16

### Otros comentarios sobre la Evaluación

La prueba final se confeccionará atendiendo a las siguientes características. En primer lugar, debe ser completa, es decir, aspirará a cubrir toda la materia impartida, puesto que se trata de juzgar lo que el alumno sabe de una asignatura, no de una parte de ella. En segundo lugar, debe contener problemas y cuestiones, a fin de verificar la madurez intelectual de los alumnos para obtener conclusiones a partir de las nociones o las teorías expuestas en la clase. En tercer lugar, debe proporcionar un peso mayor a aquella parte de la materia que no haya sido ya evaluada en las pruebas de evaluación continua previas. En cuarto lugar, la prueba se compondrá de dos partes, una primera abarcando el Bloque (1) y una segunda con los Bloques (2 y 3). Se realizará en la semana de evaluación y se valorará sobre 10 puntos

Las pruebas intermedias (2) tienen por objeto un mejor seguimiento de la materia por parte del alumno, y en las que se evaluarán parte de los contenidos. Cada una de las pruebas intermedias tendrá un peso proporcional (12,5%).

La enseñanza basada en proyectos de aprendizaje se realizará a través de trabajo en grupos de alumnos, y supondrá el 25% de la nota. El proyecto deberá ser evaluado de manera que se garantice la exigibilidad individual y la interdependencia positiva, esto es, todos los miembros del grupo deben haber trabajado y contribuido al producto final y deben dominar, mínimamente, todos los aspectos del proyecto. Todos deben demostrar, por tanto, conocimiento profundo del producto entregado, independientemente de la parte en la que hubiesen centrado sus esfuerzos.

La evaluación de las prácticas se llevará a cabo mediante memorias, donde se evaluará al alumno sobre los conocimientos adquiridos en el laboratorio. Supondrá el 10% de la nota.

La evaluación sumativa final del alumno atenderá a la suma de la puntuación otorgada a cada una de las partes antes comentadas, siendo su nota de evaluación continua (NEC).

Para superar la materia por Evaluación Continua, la nota final (NEC) deberá ser mayor o igual a 5, y se calculará del siguiente modo:

$$NEC = 0,40*PF + 0,25*PI + 0,25*EBP + 0,10*MP$$

Si la NEC es menor de 5, el alumno deberá presentarse al examen ordinario de todos los contenidos de la asignatura, que supondrá el 100% de la nota. Además, el alumno deberá presentarse al examen ordinario en los siguientes supuestos:

- La no realización o entrega de alguno de los puntuables anteriores.
- Obtener al menos un 4 sobre 10 en la prueba final de evaluación continua.

En cualquiera de estos supuestos, la nota de evaluación continua se calculará como:

$$NEC\ FINAL = \min (4, NEC)$$

También podrán acudir al examen ordinario todos aquellos alumnos que deseen mejorar su calificación obtenida por evaluación continua.

Tanto en el examen ordinario como en el extraordinario (convocatoria de julio) se evaluarán todas las competencias de la asignatura.

### COMPROMISO ÉTICO:

Se espera que el alumnado tenga un comportamiento ético adecuado, comprometiéndose a actuar con honestidad. En base al artículo 42.1 del *Reglamento sobre la evaluación, la calificación y la calidad de la docencia y del proceso de aprendizaje del estudiantado de la Universidad de Vigo*, así como del punto 6 de la norma quinta de la Orden DEF/711/2022, de 18 de julio, por la que se establecen las normas de evaluación, progreso y permanencia en los centros docentes militares de formación para la incorporación a las escalas de las Fuerzas Armadas, **la utilización de procedimientos fraudulentos en pruebas de evaluación, así como la cooperación en ellos implicará la cualificación de cero (suspense) en el acta de la convocatoria correspondiente**, con independencia del valor que sobre la calificación global tuviese la prueba en cuestión y sin perjuicio de las posibles consecuencias de índole disciplinaria que puedan producirse.

---

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

Muñoz M. y Payri F., **Motores de combustión interna alternativos**, Reverté, 2011

Monografías ENM, **Introducción a las turbinas de gas marinas**,

Monografías ENM, **Principios básicos de las turbinas de gas navales**,

Casanova Rivas, E., **Máquinas para la propulsión de buques**, Servicio de publicaciones de la Universidade da Co, 2001

Manzarredo Beutel, L., **Evolución de la propulsión naval mecánica**, Fondo editorial de ingeniería naval, 1992

Delgado Lallemand, L., **De proa a popa. Tomo 2: Equipos del barco**, Thomson, 2007

Monografías ENM, **Aparatos y servicios auxiliares**,

#### Bibliografía Complementaria

Cengel B., **Termodinámica**, McGraw Hill, 2012

Morán, M.J. y Shapiro, H.M., **Fundamentos de Termodinámica Técnica**, Reverté, 1999

Muñoz, M. y Payri, F., **Motores de combustión interna alternativos**., Servicio de Publicaciones de la UP Valencia, 1984

Cabronero Mesas y Payri F., **Motores de combustión interna alternativos**, 2ª Ed, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Val, 1992

Haywood, R.W., **Ciclos termodinámicos de potencia y refrigeración**, Limusa, 2000

Basshuysen, R., **Internal Combustion Engine Handbook**, SAE Internacional, 2004

Mollenhauer, K. y Tschöke, H., **Handbook of Diesel Engines**, Springer, 2010

OMI, **Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL)**, 1978

Carlton, J., **Marine propellers and propulsion**, Butterworth-Heinemann, 2007

Taylor, D.A., **Introduction to Marine engineering**, Butterworth-Heinemann, 1996

McGeorge, H.D., **Marine Auxiliary Machinery**, Butterworth-Heinemann, 1995

Borstlap, R. y Katen, H.T., **Ship Electrical Systems**, Witherbys, 2022

Yakimchuk, A., **Troubleshooting Marine Switchgears and Controls**, Witherbys, 2018

---

### Recomendaciones

#### Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Ingeniería térmica I/P52G381V01403

#### Otros comentarios

La asignatura Máquinas y Motores Navales constituye la culminación de los estudios de sistemas térmicos y energéticos ya iniciados en Termodinámica y Transmisión de Calor, y continuados en Ingeniería Térmica I. Esta disciplina requiere de una base conceptual necesaria para su correcta comprensión.

Además, el alumno debe poseer:

- Capacidad de comprensión escrita y oral bien desarrollada.
- Capacidad de abstracción, cálculo básico y síntesis de la información.
- Destrezas para el trabajo en grupo y para la comunicación grupal.