



Escuela Técnica Superior de Ingeniería Naval y Oceánica

UPCT



Guía docente de la asignatura: INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO NAVAL



Titulación:

Grado en Arquitectura Naval e Ingeniería de Sistemas Marinos

CSV:	AxT6GlgYHGdUkHwX5Wue50VBZ	Fecha:	16/01/2019 13:08:17
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.		
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E		
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/AxT6GlgYHGdUkHwX5Wue50VBZ	Página:	1/13



1. Datos de la asignatura

Nombre	Ingeniería del mantenimiento naval				
Materia	Mantenimiento				
Módulo	Asignaturas optativas				
Código	513109004				
Titulación	Grado en Arquitectura Naval e Ingeniería de Sistemas Marinos				
Plan de estudios	2010				
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Naval y Oceánica				
Tipo	Optativa				
Periodo lectivo	Cuatrimestral	Cuatrimestre	2º	Curso	4º
Idioma	Español				
ECTS	3	Horas / ECTS	30	Carga total de trabajo (horas)	90

2. Datos del profesorado

Profesor responsable	Pedro Adolfo Meroño Pérez		
Departamento	Ingeniería Mecánica		
Área de conocimiento	Ingeniería Mecánica		
Ubicación del despacho	ETSII Campus Muralla Del Mar (2ª planta, ala oeste)		
Teléfono	968 326 440	Fax	968 326 449
Correo electrónico	Pedro.adolfo@upct.es		
URL / WEB	dimec.upct.es		
Horario de atención / Tutorías	Lunes de 9:00-13:00 Viernes de 10:00-12:00		
Ubicación durante las tutorías	Despacho del profesor. Campus Muralla del Mar		

Titulación	Doctor por la UPCT
Vinculación con la UPCT	Profesor Titular de Escuela Universitaria a Tiempo Completo
Año de ingreso en la UPCT	1998
Nº de quinquenios (si procede)	5
Líneas de investigación (si procede)	Diseño, construcción y optimización de sistemas mecánicos

3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

En la actualidad el mantenimiento se ha consolidado como una disciplina fundamental para conseguir la mayor eficiencia de equipos e instalaciones. Se puede decir, por lo tanto, que los sistemas de gestión y planificación del mantenimiento deben contemplar aspectos técnicos propios de la ingeniería. Desde técnicas predictivas para la detección de defectos en fase inicial, hasta complejas reparaciones de barcos a flote o en seco. De un desarrollo adecuado de las acciones de mantenimiento, se deriva una disminución de los costes de explotación a lo largo del ciclo de vida del buque. Consecuentemente, la Ingeniería del Mantenimiento tiene por objeto conseguir la mayor disponibilidad de un activo con el menor coste posible, mediante el diseño de un plan de mantenimiento donde se garantice una determinada disponibilidad con los recursos humanos y económicos asignados.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

El Graduado en Arquitectura Naval e Ingeniería de Sistemas Marinos posee las atribuciones profesionales del Ingeniero Técnico Naval, por lo tanto tendrá que desarrollar durante su vida laboral trabajos relacionados con el mantenimiento y reparación de buques. La asignatura desarrolla varias técnicas predictivas que se utilizan actualmente en el mantenimiento de equipos y del casco del buque. Además aporta los conocimientos técnicos y económicos necesarios para planificar y ejecutar un Plan de Mantenimiento, donde se incluya tanto el mantenimiento programado como el correctivo.

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

La asignatura está relacionada con diversas asignaturas del Plan de Estudios como son: Mecánica de Máquinas, Control de Ruido y Vibraciones a bordo, Equipos y Servicios del Buque, Sistemas Eléctricos y Electrónicos, y Construcción Naval. No es posible gestionar el mantenimiento del buque si no se conocen los sistemas que van a formar parte de la planificación del mantenimiento (Mecánica de Máquinas/Sistemas Eléctricos y Electrónicos/ Equipos y Servicios del Buque). Así mismo, la estructura del buque es el ítem más importante, desde el punto de vista económico dentro de la programación del mantenimiento, por lo tanto, es necesario conocer los métodos de la Construcción Naval. Por último los fundamentos de la medida de la vibración son necesarios para el desarrollo de esta técnica predictiva, por lo tanto la asignatura está relacionada con Control de Ruido y Vibraciones a Bordo.

3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No existen

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Es conveniente que los estudiantes posean conocimientos de Mecánica de Máquinas, Control de ruido y vibraciones, Equipos y Servicios del Buque, Sistemas Eléctricos y Electrónicos, Construcción Naval.

CSV:	AxT6GlgYHGdUkHwX5Wue50VBZ	Fecha:	16/01/2019 13:08:17	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/AxT6GlgYHGdUkHwX5Wue50VBZ	Página:	4/13	

3.6. Medidas especiales previstas

Se adoptarán medidas especiales que permitan la integración de aquellos alumnos que trabajen y estudien a la vez. Se realizará un seguimiento personalizado que permita valorar el grado de aprendizaje mediante la planificación de tutorías y entrega de actividades a través de correo electrónico. Se utilizará el Aula Virtual como fuente de información.

De acuerdo a la normativa vigente en materia de evaluación de asignaturas de los títulos oficiales de grado de la UPCT, se prevé una prueba de evaluación única de carácter global para aquellos alumnos que así lo soliciten por escrito durante el primer mes del período lectivo en el que se desarrolla el proceso de aprendizaje. El Departamento responsable de la docencia de dicha asignatura accederá a la solicitud en casos excepcionales (obligaciones laborales, obligaciones familiares, motivos de salud, deporte de alto nivel, etc.) convenientemente acreditados.

CSV:	AxT6GlgYHGdUkHwX5Wue50VBZ	Fecha:	16/01/2019 13:08:17	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/AxT6GlgYHGdUkHwX5Wue50VBZ	Página:	5/13	

4. Competencias y resultados del aprendizaje

4.1. Competencias básicas del plan de estudios asociadas a la asignatura

- Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
- Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

- Capacidad para la dirección de las actividades objeto de los proyectos de su ámbito.

4.3. Competencias específicas del plan de estudios asociadas a la asignatura

- Capacidad para planificar y gestionar los trabajos de mantenimiento de buques y artefactos.

4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

- Trabajar en equipo.
- Aplicar a la práctica los conocimientos adquiridos.

4.5. Resultados del aprendizaje de la asignatura

Al finalizar con éxito esta asignatura, los alumnos serán capaces de:

1. Comprender los objetivos del mantenimiento moderno y como aplicar los distintos tipos de mantenimiento.
2. Comprender la teoría relacionada con la fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad.
3. Saber realizar un análisis de criticidad.
4. Dominar las técnicas de verificación y reparación más utilizadas.
5. Aplicar la normativa legal relacionada con el mantenimiento del buque.
6. Planificar y programar un plan de mantenimiento.

5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Teoría sobre el mantenimiento en el ciclo de vida del buque. Organización y planificación del mantenimiento. Tipos de mantenimiento. Gestión del mantenimiento del buque. Fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de sistemas. Técnicas de verificación. Técnicas de reparación.

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO

- Antecedentes históricos.
- El mantenimiento en el ciclo de vida de los sistemas y equipos.
- Objetivos actuales de la Ingeniería del Mantenimiento.

2. ORGANIZACIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO

- Organización estructural del mantenimiento.
- Tipos de mantenimiento.
- Logística general de las labores de mantenimiento.
- Relación de sistemas y equipos a mantener. Estudio de Criticidad.
- Plan de mantenimiento del buque.
- Ordenes de trabajo e informes técnicos.

3. GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DEL BUQUE

- Mantenimiento programado: según condición a por intervalo de tiempo fijo.
- Mantenimiento correctivo.
- Planificación y logística del Mantenimiento correctivo y del Mantenimiento programado.
- Mantenimiento legal. Administración y Sociedades de Clasificación.
- Criterios para la renovación de equipos.
- Gestión de repuestos del buque.

4. TEORIA DE LA FIABILIDAD APLICADA AL MANTENIMIENTO NAVAL

- Mecanismos de fallo.
- Conceptos básicos sobre fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad.
- Funciones estadísticas de fallo.
- Modelización de sistemas navales.

5. TÉCNICAS DE VERIFICACIÓN

- Inspección visual
- Medida de espesores por ultrasonidos
- Detección de grietas por ultrasonidos y líquidos penetrantes.
- Medida y análisis de vibraciones.
- Verificación del estado de lubricantes en máquinas.
- Técnicas de verificación de rodamientos.
- Inspección y medida de temperatura con cámaras de termografía infrarroja.
- Otras técnicas

6. TÉCNICAS DE REPARACIÓN

- Equilibrado estático y dinámico de elementos rotativos de máquinas.
- Alineación de máquinas y ejes propulsores.
- Montaje y desmontaje de equipos. Controles dimensionales de elementos de máquinas.
- Ejecución de reparaciones para la protección del casco: Chorreado, pintura,...

- Reparaciones estructurales.

5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

- 1. Modos de fallo de equipos y determinación de su fiabilidad.** Se realizarán diversos ejercicios con la ayuda de software para determinar las funciones estadísticas que sigue cada modo de fallo así como la determinación de su fiabilidad empírica.
- 2. Modelización de sistemas navales.** Se modelarán distintos sistemas navales mediante la ayuda de software y se determinará su fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad.
- 3. Medida y análisis de la vibración mecánica.** Se medirá los niveles globales de vibración de distintos tipos de máquinas con defectos provocados para su diagnóstico mediante análisis espectral. Corrección de los defectos principales: desalineación, desequilibrio,....
- 4. Técnicas de medida y análisis por ultrasonidos.** Mediante equipos de ultrasonidos se medirán espesores y detectarán grietas en distintos elementos estructurales dispuestos en el laboratorio para tal fin.
- 5. Técnica de verificación de lubricantes y estado de rodamientos.** A través de la medida de la constante dieléctrica relativa se determinará el estado de distintos aceites, identificándose algunos contaminantes comunes del aceite. También se verán las técnicas comúnmente utilizadas para detectar un defecto incipiente en un rodamiento.
- 6. Medida de temperaturas y análisis de imágenes usando termografía infrarroja.** Se utilizará una cámara de infrarrojos para analizar cuadros de control, conexiones eléctricas, temperatura de rodamientos, etc.
- 7. Equilibrado de rotores.**

Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un "Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos" que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

Maintenance theory on the ship's life cycle. Organization and maintenance planning. Types of maintenance. Maintenance management of the ship. Reliability, maintainability and availability of systems. Verification techniques. Repair techniques.

CSV:	AxT6GlyHGdUkHwX5Wue50VBZ	Fecha:	16/01/2019 13:08:17
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.		
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E		
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/AxT6GlyHGdUkHwX5Wue50VBZ	Página:	8/13



- 1.- INTRODUCTION TO MAINTENANCE
- 2.- MAINTENANCE PLANNING AND SCHEDULING IMPLEMENTATION
- 3.- MAINTENANCE MANAGEMENT STRATEGIES
- 4.- RELIABILITY THEORY APPLIED TO SHIPS
- 5.- VERIFICATION TECHNIQUES
- 6.- REPAIR TECHNIQUES

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

La planificación de la materia está pensada para que los estudiantes adquieran de forma gradual los contenidos necesarios para comprender los conceptos básicos del mantenimiento y su gestión de buques e instalaciones navales. Los objetivos planteados para cada unidad didáctica son los siguientes:

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO

- Comprender la importancia del mantenimiento en el ciclo de vida de sistemas y equipos.
- Conocer los objetivos del mantenimiento moderno

2. ORGANIZACIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO

- Conocer las distintas estructuras y clases de mantenimiento.
- Comprender la importancia de la logística en el mantenimiento.
- Saber discriminar entre equipos de mayor o menor criticidad.
- Relación de sistemas y equipos a mantener. Estudio de Criticidad.
- Saber planificar el mantenimiento de un sistema complejo.

3. GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DEL BUQUE

- Conocer los distintos tipos de mantenimiento y su gestión.
- Conocer el papel que desempeñan la Administración y Sociedades de Clasificación en el control del estado de los buques.
- Conocer los criterios para la renovación de equipos y la gestión de los respetos.

4. TEORIA DE LA FIABILIDAD APLICADA AL MANTENIMIENTO NAVAL

- Conocer los Mecanismos de fallo y las funciones estadísticas que los caracterizan.
- Conocer y saber determinar la fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de sistemas.

5. TÉCNICAS DE VERIFICACIÓN

- Conocer las distintas técnicas predictivas de aplicación naval.
- Saber medir minimizando errores con equipos de mantenimiento predictivo eléctrico y mecánico.

6. TÉCNICAS DE REPARACIÓN

- Saber determinar y corregir los problemas de desequilibrio de ejes.
- Conocer los procesos de alineación de ejes de propulsión y de máquinas acopladas.
- Conocer las distintas técnicas sobre ejecución de reparaciones para la protección del casco: Chorreado, pintura,...
- Identificar y saber reparar los defectos estructurales del casco.

CSV:	AxT6GlyHGdUkHwX5Wue50VBZ	Fecha:	16/01/2019 13:08:17	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/AxT6GlyHGdUkHwX5Wue50VBZ	Página:	9/13	

6. Metodología docente

6.1. Metodología docente			
Actividad	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clase de teoría	Clase expositiva mediante técnicas de aprendizaje activo durante el desarrollo de la exposición. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes. Se tratarán los aspectos de mayor complejidad y relevancia.	<u>Presencial:</u> Toma de apuntes y resolución con los compañeros de las cuestiones planteadas por el profesor.	16
		<u>No presencial:</u> Estudio personal del estudiante	25
Clase de problemas	Se resolverán problemas tipo. Se referenciarán los conceptos teóricos utilizados en la resolución de dichos ejercicios. Se motivará al estudiante para que participe de forma activa.	<u>Presencial:</u> Resolución de los ejercicios con el profesor	5
		<u>No presencial:</u> Resolución por parte del estudiante de problemas propuestos por el profesor.	5
Prácticas aula de informática	En el aula de informática los estudiantes adquieren las habilidades necesarias para el cálculo computacional, así como el manejo de software específico para cálculo y modelado de sistemas.	<u>Presencial:</u> Simulación de sistemas planteados por el profesor de forma cooperativa. Discusión en clase de los resultados obtenidos.	4
		<u>No presencial:</u>	
Prácticas de laboratorio	Las prácticas de laboratorio aportarán a los estudiantes las habilidades necesarias para el manejo de la instrumentación de medida. Además permitirá relacionar los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura entre sí.	<u>Presencial:</u> Manejo de instrumentación. Análisis de las medidas.	10
		<u>No presencial:</u>	
Preparación de trabajos e informes de forma individual y cooperativa	Desarrollo de problemas propuestos por el profesor para su resolución individual o en grupo fuera del aula.	<u>Presencial:</u> Participación activa y en grupo de los problemas propuestos por el profesor. Discusión de resultados.	13
		<u>No presencial:</u>	
Tutorías	Las tutorías serán con carácter individual para todos los estudiantes matriculados.	<u>Presencial:</u> Planteamiento de dudas y orientación del estudiante en el despacho del profesor.	6
		<u>No presencial:</u> Planteamiento de dudas y orientación del estudiante mediante correo electrónico y Aula Virtual.	
Actividades de evaluación formativas y sumativas	Se realizará una prueba escrita para valorar de forma general las competencias adquiridas por los estudiantes. También se valorará la resolución individual de supuestos prácticos propuestos durante el cuatrimestre por el profesor.	<u>Presencial:</u> Realizar la prueba escrita.	3
		<u>No presencial:</u> Resolución de los supuestos prácticos	3
			90

6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1)

Resultados del aprendizaje (4.5)

Actividades formativas (6.1)	1	2	3	4	5	6
Clase de teoría	X	X	X		X	X
Clase de problemas		X		X	X	
Prácticas aula de informática		X	X	X	X	X
Prácticas de laboratorio				X	X	
Actividades trabajo cooperativo				X	X	X
Tutorías	X	X	X		X	X
Actividades de evaluación formativas y sumativas	X	X	X		X	X

7. Metodología de evaluación

7.1. Metodología de evaluación

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación	Peso (%)	Resultados (4,5) evaluados
	Sumativa	Formativa			
Prueba escrita Individual	x		Contestar por escrito una serie de cuestiones teóricas/se valorará en un 40% de la prueba escrita. Resolución de problemas/se valorará en un 60% de la prueba escrita.	60%	1,2,3,5,6
Resolución de supuestos prácticos individuales	x		Defensa ante el profesor de la metodología empleada en la resolución de los supuestos y análisis de los resultados obtenidos	30%	2,3,5,6
Resolución de problemas de forma cooperativa	x		Resolución en clase de ejercicios propuestos. Se evaluará el trabajo en grupo de cada estudiante.	10%	2,3,4,5,6
Prácticas de laboratorio y aula de informática		x	Asistencia obligatoria*		4

***NOTA:** Aquellos estudiantes que no sigan regularmente las prácticas de laboratorio y aula de informática, deberán realizar una prueba escrita que incluirá cuestiones relacionadas con éstas, valorándose con el 25% de la nota final.

Para obtener el aprobado final de la materia es indispensable obtener al menos un 4 sobre 10 en la prueba escrita y un 5 al contabilizar el resto de actividades formativas y sumativas.

Tal como prevé el artículo 5.4 del *Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales* de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

7.2. Mecanismos de control y seguimiento

El seguimiento del aprendizaje se realizará mediante las siguientes actividades:

- Cuestiones planteadas en clase de teoría, problemas y prácticas.
- Supervisión durante las sesiones de trabajo en grupo de la resolución de problemas propuestos
- Tutorías individuales.

8 Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica

Apuntes de la asignatura facilitados por el profesor

8.2. Bibliografía complementaria

TECNOLOGÍA MECÁNICA Y NAVAL

AUTOR: CARBAJALES PEREIRA

EDITORIAL: Lage del Río

ORGANIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL BUQUE

AUTOR: GARCÍA BERCEDO Y OTROS

EDITORIAL: Univ. País Vasco

GUIDANCE NOTES ON PROPULSION SHAFTING ALIGNMENT

AUTOR:

EDITORIAL: ABS

THE INSPECTION, MAINTENANCE AND APPLICATION OF MARINE COATING SYSTEMS

AUTOR:

EDITORIAL: ABS

8.3. Recursos en red y otros recursos

http://www.eagle.org/eagleExternalPortalWEB/appmanager/absEagle/absEagleDesktop?nfb=true&pageLabel=abs_eagle_portal_rules_guides_book

<http://www.rina.org>

<http://www.veristar.com>