



Guía docente de la asignatura:

Dinámica del Buque

Titulación:

Master en Ingeniería Naval y Oceánica

Curso: 2018-2019

1. Datos de la asignatura

Nombre		Dinámica del Buque (Ship Dynamics)					
Materia*		Dinámica del Buque (Ship Dynamics)					
Módulo*		Materias de formación específica					
Código		232101004					
Titulación		Master en Arquitectura Naval e Ingeniería de Sistemas Marinos					
Plan de estudios		2010					
Centro		Escuela Técnica Superior de Ingeniería Naval y Oceánica					
Tipo		Obligatoria					
Periodo lectivo		Cuatrimestral	Cuatrimestre	1º	Curso	1º	
Idioma		Castellano					
ECTS	6	Horas / ECTS	30	Carga total de trabajo (horas)		180	

* Todos los términos marcados con un asterisco que aparecen en este documento están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:
<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

2. Datos del profesorado

Profesor responsable	Francisco José Cobo Ruiz		
Departamento	Unidad Predepartamental de Tecnología Naval		
Área de conocimiento	Construcciones Navales		
Ubicación del despacho	Despacho 004, Planta baja edificio ETSINO		
Teléfono	868 07 1283	Fax	968 32 5435
Correo electrónico	francisco.cobo@upct.es		
URL / WEB	Aula Virtual		
Horario de atención / Tutorías	Horario abierto previa cita por correo electrónico		
Ubicación durante las tutorías	Despacho del profesor o por email		

Titulación	Ingeniero Naval. Universidad Politécnica de Madrid
Vinculación con la UPCT	Profesor asociado
Año de ingreso en la UPCT	2008
Nº de quinquenios (si procede)	
Líneas de investigación (si procede)	Uniones de Tubería.
Nº de sexenios (si procede)	
Experiencia profesional	<ul style="list-style-type: none">19 años en Navantia (Astillero de Cartagena) desempeñando los siguientes puestos:<ul style="list-style-type: none">❖ 1998-2000 Jefe del Taller de M. de Tubos❖ 2000-2005.Ingeniería de Producción❖ 2005- 2015. Calidad (Sistema, laboratorios y recepciones)❖ 2015-Actualidad Jefe Dpto. Mantenimiento y Servicios.
Otros temas de interés	Docencia en la empresa, en la universidad y en fundaciones en metrología, prevención de riesgos laborales, sistemas de gestión, electricidad aplicada a yates etc.

3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

Teoría de olas, Energía del mar irregular. Modelos de oleaje. Ecuaciones del movimiento del buque. Funcionas de transferencia. Efectos en el buque. Estabilización de movimientos. Integración de sistemas abordó. Comportamiento del buque y su maniobrabilidad.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

Capacidad para adaptar los diseños a los fenómenos no determinísticos del mar, prevención de efectos no deseados permitiendo adaptar el diseño a la operatividad del buque y a la reducción del daño al buque, la maquinaria, los equipos, la carga y las personas.

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

La dinámica del buque está relacionada con la teoría del buque y con el diseño de distintos tipos de buque. Utiliza conocimientos de probabilidad, estadística, funciones exponenciales y variable compleja.

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

No existen.

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Para poder seguir el curso con normalidad es recomendable repasar los conocimientos de las asignaturas de grado relacionadas con matemática básica y con hidrodinámica. El inglés es también muy útil para la consulta de bibliografía.

3.6. Medidas especiales previstas

Aquellos alumnos/as que tuviesen alguna dificultad para seguir la marcha normal del curso deberán ponerse previamente en contacto para establecer canales de comunicación que permitan seguir la asignatura.

4. Competencias y resultados del aprendizaje

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

CB06 Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

CB07 Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CB08 Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CB09 Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

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

CG01. Capacidad para resolver problemas complejos y para tomar decisiones con responsabilidad sobre la base de los conocimientos científicos y tecnológicos adquiridos en materias básicas y tecnológicas aplicables a la Ingeniería Naval y Oceánica

CG06. Capacidad para realizar investigación, desarrollo e innovación en productos, procesos y métodos navales y oceánicos.

CG07. Capacidad de integración de sistemas marítimos complejos y de traducción en soluciones viables.

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

TN03. Conocimiento de la dinámica del buque y de las estructuras navales, y capacidad para realizar análisis de optimización de la estructura, de la integración de los sistemas a bordo, y del comportamiento del buque en la mar y de su maniobrabilidad.

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

T03. Continuar aprendiendo de forma autónoma.

T04. Utilizar con solvencia los recursos de la información.

4.5. Resultados** del aprendizaje de la asignatura

Al superar esta asignatura los estudiantes deberán ser capaces de:

1. Entender la iteración del buque con el movimiento del mar.
2. El efecto que esto produce en parámetros de diseño: velocidad, potencia, par etc.
3. Efectos en estructura, maquinaria, equipo y persona.
4. Calcular los efectos más típicos del mar en la dinámica del buque.
5. Conocer soluciones para mejorar el comportamiento del buque y facilitar su operatividad.
6. Conocer los parámetros de maniobrabilidad y su influencia en el diseño. Cálculos de fuerzas y momentos.

**** Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:**
http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf

5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

.Teoría de olas. Energía del mar irregular. Modelos estándar del oleaje. Ecuaciones del movimiento del buque y estructuras marinas. Funciones de transferencia de los movimientos (RAO) Efectos dinámicos del comportamiento en la mar de buques y artefactos. Estabilización de movimientos. Integración de sistemas a bordo.

Maniobrabilidad. Cualidades de maniobrabilidad. Maniobras para valorar las condiciones de maniobrabilidad y su evaluación. Criterios de aceptabilidad de las características de maniobrabilidad (IMO, AICN). Proyecto del timón. Determinación de las características del timón. Cálculo de fuerzas y momentos sobre el timón.

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

Unidad didáctica I: Movimiento del mar y del buque. Operador de Respuesta.

- Tema 1 (T1): Introducción y evolución histórica.** Las primeras hipótesis del comportamiento en la mar: el buque como sólido rígido, la ola de cresta larga, la hipótesis del “buque fantasma”, teoría de Lewis, movimiento oscilatorio y proceso aleatorio. Aplicaciones.
- Tema 2 (T2): Olas regulares. Modelo clásico.** Hipótesis de la teoría lineal clásica. La transmisión del movimiento oscilatorio. Efectos de la profundidad. Velocidad, presión y energía de una ola. Frecuencia de encuentro.
- Tema 3 (T3): Los movimientos del buque y las olas.** Movimiento del mar. El movimiento oscilatorio. Ecuaciones de fuerzas y momentos. Conceptos de fuerza, masa, momento e inercia añadidos. Operador de respuesta (RAO).
- Tema 4 (T4) Formación de las olas:** Origen de las olas. Mar de fondo.
- Tema 5 (T5) El modelo probabilístico:** Procesos estacionarios, homogéneos y ergódicos. Dominios del tiempo y el espacio.
- Tema 6 (T6): Las olas irregulares y el espectro de energía.** El histograma. El espectro de energía. Predicción en mar irregular. Procesos de banda ancha y de banda estrecha. Formas espectrales estándar.
- Tema 7 (T7): Movimiento en mar de cresta corta.** El mar en tres dimensiones.
- Tema 8 (T8) El efecto acoplado de arfada y cabeceo:** Sistema de coordenadas. Ecuaciones del movimiento.

Unidad didáctica II: Efectos dinámicos e influencia en el diseño.

- Tema 9 (T9) Propulsión en olas irregulares:** Resistencia añadida. Par y empuje en olas irregulares. Potencia añadida.
- Tema 10 (T10): Cargas debidas al movimiento.** Cargas debidas a la arfada. Cargas debidas al balance. Cargas debidas al cabeceo.
- Tema 11 (T11) Estabilización:** Quillas anti-balance. Aletas activas. Tanques estabilizadores.
- Tema 12 (T12) Efectos en el comportamiento en la mar:** Slamming. Embarque de agua. Emersión de hélice. Incidencia en el diseño.
- Tema 13 (T13): Efectos en las personas.**

Unidad didáctica III: Maniobrabilidad, gobernabilidad y diseño del timón.

- Tema 14 (T14): Maniobrabilidad y gobernabilidad.** Conceptos de maniobrabilidad

y gobernabilidad. Evaluación de la maniobrabilidad y la gobernabilidad

Tema 15 (T15) Diseño del timón: Solicitaciones del timón. Diseño del timón.

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

PRÁCTICA 1 (P1): Obtención de RAO. Obtención de espectros de movimientos (2-4 horas).

PRÁCTICA 2 (P2): Obtención de RAO en tres dimensiones. (2 horas).

PRÁCTICA 3 (P3): A determinar.

PRÁCTICA 4 (P4): A determinar.

Las prácticas 3 y 4 estarán relacionadas con los temas teóricos pero su contenido variará en función del avance de la teoría y la disposición de aulas para que la teoría necesaria para las mismas esté impartida en clase antes de la realización de las prácticas.

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)

Didactic Unit I: Sea and ship motions. Response Amplitud Operator.

Chapter 1 (T1): Introduction and historical evolution. The first hypothesis of seakeeping: the ship as rigid solid, long-crested seaway, the hypothesis of “ghost ship”, Lewis theory, oscillatory movement y random process. Applications.

Chapter 2 (T2): Regulars waves. Classical model. Hypothesis of classical lineal theory. The transmission of oscillatory movement. Depth effects. Speed, pressure, and energy of a wave. Encounter frequency.

Chapter 3 (T3): The movements of sea and ship. Sea movement. Oscillatory movement. Forces and momentums equations. Added mass, force, inertia and momentums. Response amplitude operator (RAO).

Chapter 4 (T4) Formation of the waves: Waves origins. Swell.

Chapter 5 (T5) Probabilistic model: Stationary, homogeneous and ergodic process. Time and space domains.

Chapter 6 (T6): Irregular waves and energy spectrum. The histogram. The energy spectrum. Prediction in irregular waves. Wide and narrow bandwidth process.

5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)
<p>Standard spectral shapes.</p> <p>Chapter 7 (T7): Movement in short-crested seaway. Three-dimensional sea.</p> <p>Chapter 8 (T8) Coupled heaving and pitching motions: Coordinate systems. Motion equations.</p> <p>Didactic Unit II: Dynamic Effects and influence on desing.</p> <p>Chapter 9 (T9) Propulsion in irregular waves: Added resistance. Thrust and torque in irregular waves. Added power.</p> <p>Chapter 10 (T10): Loads due to motion. Loads due to heaving. Loads due to rolling. Loads due to balance.</p> <p>Chapter 11 (T11) Stabilisation: Bilge keels. Active roll stabilisers. Stabiliser tanks.</p> <p>Chapter 12 (T12) Effects in seakeeping: Slamming. Deck wetness. Propeller emergence. Influence in design.</p> <p>Chapter 13 (T13): Effects on persons.</p> <p>Didactic Unit III: Contrallability, maneuverability and rudder desing.</p> <p>Chapter 14 (T14): Controllability and maneuverability. Controllability and maneuverability concepts. Evaluation of controllability and maneuverability</p> <p>Chapter 15 (T15) Rudder design: Rudders loads. Rudder design.</p>

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas
<p>Unidad didáctica I: Movimiento del mar y del buque. Operador de Respuesta.</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Compresión de la modelización de los movimientos del buque y del mar.▪ Compresión y utilización del operador de respuesta.▪ Obtención de operadores y su aplicación.▪ Utilización de los operadores para obtención de ecuaciones del movimiento.▪ Extensión de lo anterior al modelo tridimensional.▪ Compresión de los conceptos de masa, fuerza, inercia y momento añadidos.▪ Compresión de los efectos conjuntos del movimiento. Caso más significativo: efecto conjunto arfada y cabeceo. <p>Unidad didáctica II: Efectos dinámicos e influencia en el diseño.</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Estudio de los efectos dinámicos más importantes.▪ Capacidad de análisis de los medios para su control.▪ Capacidad para modificar diseño y para calcular algunos parámetros de diseño en función de los efectos dinámicos. <p>Unidad didáctica III: Maniobrabilidad, gobernabilidad y diseño del timón.</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Compresión de los conceptos de maniobrabilidad y gobernabilidad.▪ Capacidad para evaluar la maniobrabilidad y gobernabilidad con algún/os modelos como ejemplo.▪ Cálculo y diseño de timón.

6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*			
Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clases de teoría en el aula	Clase expositiva con apoyo de material audiovisual y desarrollo de ejemplos en la pizarra. Planteamiento de distintas cuestiones para que el alumno participe de forma activa en la clase. Resolución de las dudas que surjan a los alumnos.	<u>Presencial convencional:</u> Toma de apuntes. Planteamiento de dudas individualmente o por parejas	42
		<u>No presencial:</u> Estudio individual.	75
Resolución de problemas y casos prácticos en el aula(1)	Resolución de distintos problemas tipo y casos prácticos. Se resolverán en la pizarra y con apoyo de la TIC.	<u>Presencial convencional:</u> Participación activa. Resolución de ejercicios y casos prácticos. Planteamiento de dudas.	10
		<u>No presencial:</u> Estudio individual. Resolución de ejercicios propuestos por el profesor.	32
Trabajo cooperativo	Asesoramiento y orientación de resolución de casos prácticos mediante desarrollo de técnicas de aprendizaje cooperativo.	<u>Presencial no convencional:</u> Discusión de la solución propuesta. Planteamiento de dudas.	0
		<u>No presencial:</u> Búsqueda de literatura, redacción y síntesis de ideas en un informe.	0
Visitas a empresas e instalaciones	Clase expositiva en el entorno de instalaciones relacionadas con los contenidos de la asignatura.	<u>Presencial no convencional:</u> Asistencia a las visitas.	0
		<u>No presencial:</u> Elaboración de un informe sobre la visita.	0
Tutorías	Resolución de dudas sobre teoría, ejercicios o informes.	<u>Presencial no convencional:</u> Planteamiento de dudas o aclaraciones que necesite el alumno en el despacho del profesor.	3
		<u>No presencial:</u> Planteamiento de dudas por correo electrónico o a través de Aula Virtual.	3
Actividades de evaluación formativa	Se plantean ejercicios a determinar por el profesorado, que no se emplean para evaluación pero sí para reforzar contenidos.	<u>Presencial no convencional:</u> Realización de prueba, corrección y planteamiento de dudas.	9
Exámenes	. Evaluación escrita (examen oficial).	<u>Presencial no convencional:</u> Asistencia a las pruebas escritas y realización de éstas.	6
			180

(1) Se trata de las prácticas del aula de informática, las cuales requieren posteriormente trabajo individual y/o en equipo.

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 en el aula	X	X	X	X	X	X
Clases de problemas en el aula		X	X	X		X
Prácticas en aula de informática		X	X	X	X	X
Exámenes	X	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 de teoría (PEIT)	x		Realizar por escrito una prueba de cuestiones teóricas y prácticas.	80%	1,2,3,4, 5 y 6
Evaluación de del trabajo de las prácticas incluyendo el informe.(1)	x	x	Resolución de ejercicios por el alumnado. Evalúan conocimientos y habilidades.	20%	4, 5 y 6

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, ejercicios y prácticas.
- Supervisión y seguimiento de los problemas y ejercicios planteados en clase.
- Correcciones a las prácticas y contestación a las preguntas sobre las mismas.
- Tutorías individuales y por grupos en el despacho y consultas por e-mail.

8 Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica*

BHATTACHARYYA Rameswar. *Dynamics of marine vehicles*. John Wiley&Sons, 1978. 498p. ISBN 0-471-07206-0. Disponible en el servicio de Documentación de la UPCT: <http://unicorn.bib.upct.es/>

FAULKNER. *Seakeeping ship behaviour in rough weather*. A.R.J.M. Lloyd. Ellis Horwood, Chichester, 1989. 486 pp. Price: £69.59. ISBN 0 7458 0230 3. Disponible en el servicio de Documentación de la UPCT: <http://unicorn.bib.upct.es/>

SNAME. *Principles of naval architecture* Vol. III: *Motions in waves and controllability*. Edward V. Lewis Jersey City 1988. Disponible en el servicio de Documentación de la UPCT: <http://unicorn.bib.upct.es/>

Presentaciones de clase facilitados por el profesor.

8.2. Bibliografía complementaria*

ALÁEZ, J.A. *Wave son ships*. Canal de Experiencias Hidrodinámicas el Pardo. Madrid 1992.Disponible en <http://cehipar.es/>

BAQUERO, Antonio. *La maniobrabilidad del buque pesquero*. Canal de Experiencias Hidrodinámicas el Pardo. Madrid 1987.Disponible en <http://cehipar.es/>

BAQUERO, A. *Consideraciones sobre la maniobrabilidad del buque durante la fase de anteproyecto del mismo*. Canal de Experiencias Hidrodinámicas el Pardo. Madrid 1982.Disponible en <http://cehipar.es/>

KORVIN-KROUKOVSKY, B. V;.. *Ships Hydrodynamics..* New Yor: Society of Naval Architects and Marine Engineers, 1961. 360p. Disponible en el servicio de Documentación de la UPCT: <http://unicorn.bib.upct.es/>

MAZARREDO, L. and HERNANDEZ, J. *Influence of Bow Forms on Seakeeping*. Canal de Experiencias Hidrodinámicas el Pardo. Madrid 1983.Disponible en <http://cehipar.es/>

O'DOGHERTY, P. *Comportamiento en la mar de buques pesqueros*. Ingeniería Naval. Mayo-Junio 1974 Disponible en <http://cehipar.es/>

PASCUAL E. *Optimización de la resistencia por formación de olas para una determinada gama de velocidades*. Canal de Experiencias Hidrodinámicas el Pardo. Madrid 2003.Disponible en <http://cehipar.es/>

PÉREZ Tristan. *Ship Motion Control Course Keeping and Roll Stabilisation Using Rudder and Fins*. Springer eBooks 2005. Disponible en el servicio de Documentación de la UPCT: <http://unicorn.bib.upct.es/>

PRICE W.G & BISHOP R.E.D. *Probabilistic theory of ship dynamics*. London: Chapman and Hall, 1974. ISBN 0 412 12430 0.

QUEREDA, Ramón. Método de cálculo del flujo alrededor de un timón y la resistencia del apéndice. Canal de Experiencias Hidrodinámicas el Pardo. Madrid 1990.Disponible en <http://cehipar.es/>

RIOLA J. M., ESTEBAN S.,GIRÓN-SIERRA J. M, ARANDA J.*Motion and seasickness of fast warships*. Canal de Experiencias Hidrodinámicas el Pardo. Madrid 2004. <http://cehipar.es/>

8.3. Recursos en red y otros recursos

- Aula Virtual