

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Dinámica de Vehículos Marinos
Clave de la asignatura:	NVE-1014
SATCA¹:	3-1-4
Carrera:	Ingeniería Naval

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta un elemento de competencia al perfil profesional del Ingeniero Naval para adquirir las capacidades y habilidades en una competencia profesional:

- Evalúa la factibilidad técnica y económica de proyectos navales para verificar sus requerimientos de operación y de mercado.

Este elemento de competencia se integra con otros en la unidad de competencia siguiente:

- ✓ Valora el diseño del producto naval para verificar los requerimientos de parámetros técnicos, tecnológicos, normativos, económicos, financieros, sociales y ambientales.

El elemento de competencia consiste en el siguiente desempeño específico:

- Especifica el movimiento en olas del producto naval para aplicar criterios de arquitectura naval y normativa pertinente.

Su importancia es relevante en el área de desempeño de proyectos ya que es una herramienta esencial para la evaluación del comportamiento dinámico en el mar de vehículos y artefactos marinos.

La asignatura consiste en un curso de dinámica de vehículos marinos donde el énfasis se centra en el análisis y la evaluación del movimiento en olas de vehículos y artefactos marinos y su impacto en el diseño de los mismos.

Tiene como pre-requisito Resistencia y Propulsión, se relaciona con Probabilidad y Estadística, Computación, Métodos Numéricos, Ecuaciones Diferenciales, Dinámica, Análisis Estructural Naval II y Métodos de Diseño de Vehículos Marinos, y es pre-requisito de Proyecto de Diseño de Vehículos Marinos.

Intención didáctica

Se organiza el temario en tres temas, delimitando claramente los procedimientos de análisis y evaluación del movimiento en olas de vehículos marinos y su relación e impacto en diversos parámetros técnicos del diseño.

El primer tema se subdivide en cuatro subtemas. El primer subtema introduce el concepto y alcance de la dinámica de vehículos marinos. El segundo subtema describe las ecuaciones del movimiento armónico simple, la representación vectorial y, la adición de movimientos armónicos simples. El tercer subtema proporciona la descripción del movimiento, la velocidad, longitud y periodo de olas, la adición

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

de trenes de ola, la presión en una ola, la energía en una ola, la velocidad de grupo, un buque en olas y, la pendiente de ola. El cuarto subtema trata los aspectos generales de los movimientos, el movimiento de arfada (heaving), el movimiento rotacional acelerado, el movimiento de cabeceo (pitching), el movimiento de rolido (rolling), las zonas de velocidad del buque y, los movimientos en aguas poco profundas.

El segundo tema se subdivide en seis subtemas. El primer subtema aborda la clasificación de los mares, la irregularidad de la ruta en el mar y el histograma, el espectro de ola, la predicción de una ruta en el mar irregular y, la más probable amplitud de ola más grande. El segundo subtema describe la respuesta en una ruta en el mar irregular, la predicción en una ruta en el mar irregular y, el valor extremo de la amplitud de movimiento. El tercer subtema proporciona los aspectos generales de los efectos dinámicos, el movimiento vertical, el movimiento relativo de la proa, el efecto vertical y rolido, el movimiento de malestar y, la estabilidad en olas. El cuarto subtema trata la ruta en el mar irregular tridimensional y, el movimiento en ruta en el mar de crestas cortas. El quinto subtema discute los aspectos generales de los movimientos, la aproximación básica, la ecuación de movimiento, un ejemplo sobre el movimiento acoplado de arfada y cabeceo en olas regulares usando la teoría de la franja y, la determinación experimental de los coeficientes. El sexto subtema examina los aspectos generales, el amortiguamiento lineal (momento restaurante no lineal con coeficientes constantes), el amortiguamiento no lineal (momento restaurante lineal), el amortiguamiento lineal (momento restaurante lineal con coeficiente dependiente del tiempo), momento de inclinación súbita y volcadura de un buque.

El tercer tema se subdivide en seis subtemas. El primer subtema aborda los aspectos generales, la resistencia agregada en olas regulares, los experimentos en olas regulares, la resistencia agregada en una ruta en el mar irregular, las pruebas en aguas abiertas de hélice en olas, los factores de la autopropulsión, el empuje y el torque en olas irregulares, la predicción de la potencia agregada, el efecto de rolido, el incremento de potencia debido al viento y las olas y, las conclusiones generales respecto a la reducción de velocidad. El segundo subtema describe las fuerzas de pesos componentes, las fuerzas debido al movimiento de arfada, las fuerzas debidas al movimiento de rolido y, las fuerzas debido al movimiento de cabeceo. El tercer subtema proporciona los aspectos generales, las cargas en aguas tranquilas, las cargas de ola en una ruta en el mar irregular, las cargas en olas irregulares y, las cargas dinámicas. El cuarto subtema trata la estabilización del movimiento, la estabilización del movimiento de rolido, la estabilización del movimiento de cabeceo y, la efectividad de los estabilizadores de movimiento. El quinto subtema discute los aspectos generales, la preparación del modelo para pruebas de comportamiento dinámico en el mar, instalaciones e instrumentación, los estándares de la ITTC para experimentos de seakeeping y, las pruebas a escala completa, los efectos de escala. El sexto subtema examina los aspectos generales, los parámetros de diseño, la predicción mediante análisis de regresión, el criterio de diseño, los datos para diseño de seakeeping, los valores extremos como consideraciones de diseño, los requerimientos específicos de diseño y, la gráfica de diseño. (Diagrama polar de velocidad en seakeeping).

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto

previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el docente busque sólo guiar a sus estudiantes para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar. Para que aprendan a planificar, que no planifique el docente todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

La lista de actividades de aprendizaje no es exhaustiva, se sugieren sobre todo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados de las observaciones. Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los fenómenos físicos en su alrededor y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos, ya sean contruidos, artificiales, virtuales o naturales.

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el estudiante tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso. Esta resolución de problemas no se especifica en la descripción de actividades, por ser más familiar en el desarrollo de cualquier curso. Pero se sugiere que se diseñen problemas con datos faltantes o sobrantes de manera que el estudiante se ejercite en la identificación de datos relevantes y elaboración de supuestos.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su hacer futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

Es necesario que el docente ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Mazatlán del 23 al 27 de noviembre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Boca del Río, Mazatlán, Pachuca y San Luis Potosí.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Acuicultura, Ingeniería en Pesquerías e Ingeniería Naval.
Instituto Tecnológico de Boca del Río del 26 al 30 de abril de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Boca del Río y Mazatlán.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de Ingeniería en Acuicultura, Ingeniería en Pesquerías e Ingeniería Naval.
Tecnológico Nacional de	Representantes de los Institutos	Reunión Nacional de

México, del 26 al 30 de agosto de 2013.	Tecnológicos de: Boca del Río y Mazatlán.	Seguimiento Curricular de las carreras de Ingeniería en Nanotecnología, Ingeniería Petrolera, Ingeniería en Acuicultura, Ingeniería en Pesquerías, Ingeniería Naval y Gastronomía del SNIT.
---	--	---

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia específica de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> Especifica el movimiento en olas del producto naval para aplicar criterios de arquitectura naval y normativa pertinente.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> Utiliza los principios y métodos de Resistencia y Propulsión para el análisis de la resistencia al avance y de los dispositivos de propulsión de vehículos marinos Utiliza los principios y métodos de Mecánica de Fluidos para el análisis del comportamiento de los fluidos en reposo o en movimiento y su interacción con sólidos o con otros fluidos Utiliza los principios y métodos de Mecánica de Materiales II para el diseño y análisis de vigas y ejes estáticamente determinados e indeterminados sujetos a diferentes condiciones de carga Utiliza los principios y métodos de Dinámica para el análisis de cuerpos rígidos con movimiento Utiliza los principios y métodos de Fundamentos de Vibraciones para el análisis de vibraciones de sistemas dinámicos y continuos mediante modelación matemática Utiliza los principios y métodos de Ecuaciones Diferenciales para el análisis y modelación de sistemas dinámicos y continuos
--

6. Temario

No.	Nombre de temas	Subtemas
1	Movimiento en olas regulares de forma sinusoidal.	1.1 Introducción a seakeeping 1.2 Movimiento armónico simple 1.3 Ondas de agua de forma sinusoidal 1.4 Movimientos desacoplados de arfada, cabeceo y rolido
2	Movimiento en olas irregulares.	2.1 Ruta en el mar irregular 2.2 Movimiento en la ruta en el mar irregular 2.3 Efectos dinámicos 2.4 Movimiento tridimensional en la ruta en el mar irregular 2.5 Movimientos acoplados de arfada y cabeceo 2.6 Movimiento no lineal de rolido
3	Consideraciones para diseño.	3.1 Potencia en la ruta en el mar 3.2 Cargas debido al movimiento 3.3 Cargas por olas 3.4 Estabilización del movimiento

		<p>3.5 Pruebas con modelos, con prototipos, y efectos de escala</p> <p>3.6 Comportamiento dinámico de vehículos marinos en el mar</p>
--	--	---

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1.- Movimiento en olas regulares de forma sinusoidal.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Especifica(s): <ul style="list-style-type: none">• Integra el movimiento de vehículos marinos para aplicar en olas regulares de forma sinusoidal. Genéricas: <ul style="list-style-type: none">• Habilidad en identificar, formular y resolver problemas.• Destreza para generar análisis y síntesis.• Capacidad para usar herramientas computacionales.• Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás.• Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos.• Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica.	<ul style="list-style-type: none">• Definir el estado del arte de seakeeping• Aplicar las ecuaciones de movimiento armónico simple• Describir las ondas de agua de forma sinusoidal• Definir velocidad, longitud y periodo de olas• Explicar la adición de trenes de olas• Comprender los conceptos de presión y de energía en una ola• Aplicar el concepto de velocidad de grupo• Comprender los conceptos anteriores aplicados a un buque en olas• Definir pendiente de ola• Definir los movimientos oscilatorios del buque en olas• Analizar el movimiento de arfada• Entender el movimiento rotacional acelerado• Analizar el movimiento de cabeceo• Analizar el movimiento de rolido• Explicar las zonas de velocidad del buque• Comprender los movimientos en aguas poco profundas
2.- Movimiento en olas irregulares.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Especifica(s): <ul style="list-style-type: none">• Analiza el movimiento de vehículos marinos para aplicar en olas irregulares. Genéricas: <ul style="list-style-type: none">• Habilidad en identificar, formular y resolver problemas.• Destreza para generar análisis y síntesis.• Capacidad para usar herramientas computacionales.• Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás.	<ul style="list-style-type: none">• Definir la clasificación de los estados del mar• Explicar la irregularidad de la ruta en el mar y el histograma de la función de frecuencia de elevaciones de ola• Definir el concepto de espectro de ola y cómo se aplica• Predecir el estado de la ruta en el mar irregular• Estimar la más probable amplitud mayor de ola

<ul style="list-style-type: none"> • Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos. • Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar el concepto de respuesta en la ruta en el mar irregular • Predecir el estado en la ruta en el mar irregular • Estimar el valor extremo de la amplitud de movimiento • Identificar los efectos dinámicos relacionados con el movimiento del buque • Analizar el movimiento vertical • Analizar el movimiento relativo de la proa • Comprender los fenómenos de la humedad en cubierta y del impacto hidrodinámico de la base de la roda • Explicar los efectos de los movimientos oscilatorios vertical y de rolido • Comprender el rango de valores de aceleración vertical que limitan la tolerancia humana para evitar la sensación de enfermedad causada por el movimiento del buque en ruta en el mar • Entender el movimiento tridimensional en la ruta en el mar irregular • Identificar los seis grados de libertad de movimiento del buque • Entender la aproximación de simplificación del problema complejo del movimiento del buque • Analizar las ecuaciones de movimiento • Aplicar la teoría de la franja al movimiento acoplado de arfada y cabeceo en olas regulares • Conocer la determinación experimental de los coeficientes de las ecuaciones del movimiento acoplado de arfada y cabeceo • Definir el movimiento de rolido no lineal desacoplado • Analizar la situación de amortiguamiento lineal • Analizar la situación de amortiguamiento no lineal • Comprender el efecto de un momento de inclinación súbito y la volcadura de un buque
--	---

3.- Consideraciones para diseño.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Sintetiza el comportamiento dinámico de vehículos marinos para su aplicación en el mar. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Habilidad en identificar, formular y resolver problemas. Destreza para generar análisis y síntesis. Capacidad para usar herramientas computacionales. Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás. Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos. Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> Definir la capacidad de mantener la velocidad en la ruta en el mar Analizar la resistencia agregada en olas regulares Conocer los experimentos en olas regulares Analizar la resistencia agregada en la ruta en el mar irregular Explicar las pruebas en aguas abiertas, los factores de auto-propulsión, el empuje y el torque en olas Analizar los métodos de predicción de potencia agregada Entender el efecto de rolido Explicar el incremento de potencia debido al viento y las olas Determinar conclusiones generales sobre la reducción de la velocidad Analizar las fuerzas derivadas del movimiento del buque Definir cargas por olas Explicar las cargas derivadas de aguas tranquilas Comprender Analizar las cargas por olas en la ruta en el mar regular Analizar las cargas por olas en la ruta en el mar irregular Entender cómo actúan las fuerzas hidrodinámicas e inerciales en el buque debido a las olas Analizar los dispositivos de estabilización del movimiento del buque en la ruta en el mar Conocer las pruebas con modelo, con prototipo y los efectos de escala para estimar el comportamiento dinámico del buque en el mar Conocer las tres áreas de la teoría del movimiento del buque Identificar las cuatro categorías de clasificación de los parámetros de diseño Comprender la predicción de parámetros

	<p>de diseño mediante el método de análisis de regresión</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizar los criterios de diseño • Entender el alcance de los datos de diseño derivados del análisis del comportamiento dinámico del buque en el mar • Comprender los valores extremo como consideraciones de diseño • Utilizar los requerimientos de diseño específicos • Conocer el método simplificado de presentación del desempeño de seakeeping de un diseño específico denominado “diagrama polar de velocidad de seakeeping”
--	---

8. Prácticas

Prácticas sugeridas para desarrollar las competencias específicas y genéricas:

- Formular modelos matemáticos de movimiento desacoplado de arfada, cabeceo y rolido.
- Resolver los modelos matemáticos de movimiento desacoplado de arfada, cabeceo y rolido con asistencia de paquete de software
- Formular modelos matemáticos de movimientos acoplados de arfada y cabeceo
- Resolver los modelos matemáticos de movimientos acoplados de arfada y cabeceo con asistencia de paquete de software
- Experimentar con software para arquitectura naval análisis de seakeeping de vehículos marinos.

9. Proyecto de asignatura (Para fortalecer la(s) competencia(s) de la asignatura)

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias (específicas y genéricas de la asignatura)

Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

- Bitácora
- Cuestionario
- Debate
- Ensayo
- Escala de apreciación
- Examen (preguntas de respuestas abiertas, cerradas o múltiples)
- Exposición
- Investigación
- Lista de cotejo
- Mapa conceptual
- Portafolio
- Proyecto
- Prueba de conocimiento
- Prueba de desempeño
- Rúbrica
- Solución de problemas (cerrados o abiertos)
- Técnica de casos
- Técnica de ejecución
- Técnica de pregunta
- Trabajo en equipo o colaborativo.

11. Fuentes de información

NECESARIA PARA EL ESTUDIO Y PRESENTACIÓN DE EXÁMENES

- Bhattacharyya R. (1978) *Dynamics of Marine Vehicles*. USA: Editorial John Wiley & Sons.

RECOMENDADA COMO SUPLEMENTO

- Chakrabarti S. K. (2005) *Handbook of Offshore Engineering*. UK: Editorial ELSEVIER.
- De Silva C. W. (2005) *Vibration and Shock Handbook*. USA: Editorial Taylor & Francis.
- Lewandowski E. M. (2003) *The Dynamics of Marine Craft Maneuvering and Seakeeping*. USA: Editorial World Scientific Publishing.
- Lewis E. V. (1990) *Principles of Naval Architecture (Vol. 3)*. USA: Editorial SNAME.
- Wilson J. F. (2002) *Dynamics of Offshore Structures*. USA: Editorial John Wiley & Sons.