

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: **Dinámica de Vehículos Marinos**

Carrera: **Ingeniería Naval**

Clave de la asignatura: NVE-1014

(Créditos) SATCA¹: **3-1-4**

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:

- Evaluar la factibilidad técnica económica de proyectos navales atendiendo sus requerimientos de operación y de mercado.

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

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

El elemento de competencia consiste en el siguiente desempeño específico:

- Analizar el movimiento en olas del producto naval en base a criterios de arquitectura naval y normativa aplicable.

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 hacia atrás con Probabilidad y Estadística, Computación, Métodos Numéricos, Ecuaciones Diferenciales, Dinámica, Análisis Estructural II y Métodos de Diseño de Vehículos

¹ Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

Marinos, y hacia adelante es pre-requisito de Proyecto de Diseño de Vehículos Marinos.

Intención didáctica.

Se organiza el temario en tres unidades, 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.

La primera unidad 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 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.

La segunda unidad 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.

La tercera unidad 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 auto-propulsión, 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 profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar. Para que aprendan a planificar, que no planifique el profesor 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 alumno 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 alumno 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 profesor ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura

3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

Competencias específicas:

Analizar el movimiento en olas del producto naval en base a criterios de arquitectura naval y normativa aplicable.

Competencias genéricas

Competencias instrumentales

- Capacidad de análisis y síntesis
- Capacidad de organizar y planificar
- Conocimientos generales básicos
- Conocimientos básicos de la carrera
- Comunicación oral y escrita en su propia lengua
- Conocimiento de una segunda lengua
- Habilidades básicas de manejo de la computadora
- Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas)
- Solución de problemas
- Toma de decisiones.

Competencias interpersonales

- Capacidad crítica y autocrítica
- Trabajo en equipo
- Habilidades interpersonales
- Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario
- Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas
- Apreciación de la diversidad y multiculturalidad
- Habilidad para trabajar en un

| | |
|--|--|
| | <p>ambiente laboral</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compromiso ético <p><i>Competencias sistémicas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender • Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) • Liderazgo • Conocimiento de culturas y costumbres de otros países • Habilidad para trabajar en forma autónoma • Capacidad para diseñar y gestionar proyectos • Iniciativa y espíritu emprendedor • Preocupación por la calidad • Búsqueda del logro |
|--|--|

4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

| Lugar y fecha de elaboración o revisión | Participantes | Observaciones (cambios y justificación) |
|---|---|--|
| Instituto Tecnológico de Boca del Río y Mazatlán del 30 de noviembre del 2009 al 23 de abril del 2010 | Representantes de la academia de ingeniería naval | Análisis y enriquecimiento |

| | | |
|--|--|--|
| | | |
|--|--|--|

5.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO (competencias específicas a desarrollar en el curso)

Analizar el comportamiento dinámico de vehículos marinos en el mar por medio de los procedimientos de la arquitectura naval.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Utilizar 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
- Utilizar 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
- Utilizar 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
- Utilizar los principios y métodos de Dinámica para el análisis de cuerpos rígidos con movimiento
- Utilizar los principios y métodos de Fundamentos de Vibraciones para el análisis de vibraciones de sistemas dinámicos y continuos mediante modelación matemática
- Utilizar los principios y métodos de Ecuaciones Diferenciales para el análisis y modelación de sistemas dinámicos y continuos

7.- TEMARIO

| Unidad | 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 |

| | | |
|---|-----------------------------|---|
| 3 | Consideraciones para diseño | cabeceo 2.6 Movimiento no lineal de rolido 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 3.5 Pruebas con modelos, con prototipos, y efectos de escala 3.6 Comportamiento dinámico de vehículos marinos en el mar |
|---|-----------------------------|---|

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS (desarrollo de competencias genéricas)

El profesor debe:

Ser conocedor de la disciplina que está bajo su responsabilidad, conocer su origen y desarrollo histórico para considerar este conocimiento al abordar los temas. Desarrollar la capacidad para coordinar y trabajar en equipo, orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo, y la toma de decisiones. Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciar la interacción entre los estudiantes. Tomar en cuenta el conocimiento de los estudiantes como punto de partida y como obstáculo para la construcción de nuevos conocimientos.

- Propiciar actividades de metacognición. Ante la ejecución de una actividad, señalar o identificar el tipo de proceso intelectual que se realizó: una identificación de patrones, un análisis, una síntesis, la creación de un heurístico, etc. Al principio lo hará el profesor, luego será el alumno quien lo identifique.
- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios a las que ésta da soporte para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.

- Propiciar el desarrollo de capacidades intelectuales relacionadas con la lectura, la escritura y la expresión oral.
- Facilitar el contacto directo con materiales, instrumentos y software, al llevar a cabo actividades prácticas, para contribuir a la formación de las competencias para el trabajo experimental.
- Propiciar el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, que encaminen hacia la investigación.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente.
- Cuando los temas lo requiera, utilizar medios audiovisuales para una mejor comprensión del estudiante.
- Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de la asignatura (procesador de texto, hoja de cálculo, base de datos, graficador, internet, paquetes de software, etc)

9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:

- Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en documentos escritos.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Solución de casos prácticos, con participación individual o en grupo.
- Participación en proyectos y ensayos.
- Formulación de estrategias para resolver problemas.
- Exposiciones por parte del alumno.
- Prácticas de laboratorio o simulación con paquetes de software.
- Reportes escritos de las observaciones hechas durante las actividades, así como de las conclusiones obtenidas de dichas observaciones.
- Utilización de principios en la solución de problemas.
- Participación activa y crítica en clases.
- Asistencia a tutorías.
- Descripción de otras experiencias concretas que podrían realizarse adicionalmente.

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1: Movimiento en olas regulares de forma sinusoidal.

| Competencia específica a desarrollar | Actividades de Aprendizaje |
|---|---|
| Analizar el movimiento de vehículos marinos en olas regulares de forma sinusoidal | <ul style="list-style-type: none">• Definir el estado del arte de seakeeping• Aplicar las ecuaciones de movimiento harmónico 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 |

| | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Comprender los movimientos en aguas poco profundas |
|--|--|

Unidad 2: Movimiento en olas irregulares.

| Competencia específica a desarrollar | Actividades de Aprendizaje |
|--|--|
| <p>Analizar el movimiento de vehículos marinos en olas irregulares</p> | <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 • 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

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

Unidad 3: Consideraciones para diseño.

| Competencia específica a desarrollar | Actividades de Aprendizaje |
|--|--|
| <p>Evaluar el comportamiento dinámico de vehículos marinos en el mar</p> | <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 ruido • 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 |

| | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none">• 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 de diseño mediante el método de análisis de regresión• 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 |
|--|---|

| | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Conocer el método simplificado de presentación del desempeño de seakeeping de un diseño específico denominado “diagrama polar de velocidad de seakeeping” |
|--|---|

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

NECESARIA PARA EL ESTUDIO Y PRESENTACIÓN DE EXAMENES

1. Bhattacharyya, Rameswar, Dynamics of Marine Vehicles, Ed. John Wiley & Sons

RECOMENDADA COMO SUPLEMENTO

1. Lewandowski, Edward M., The Dynamics of Marine Craft Maneuvering and Seakeeping, Ed. World Scientific Publishing
2. Lewis, Edward V. (Editor), Principles of Naval Architecture (Vol. 1, 2 & 3), Ed. SNAME
3. Chakrabarti, Subrata K., Handbook of Offshore Engineering, Ed. ELSEVIER
4. Wilson, James F. (Editor), Dynamics of Offshore Structures, Ed. John Wiley & Sons
5. De Silva, Clarence W. (Editor), Vibration and Shock Handbook, Ed. Taylor & Francis

12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

1. Formular modelos matemáticos de movimiento desacoplado de arfada, cabeceo y rolido.
2. Resolver los modelos matemáticos de movimiento desacoplado de arfada, cabeceo y rolido con asistencia de MATLAB
3. Formular modelos matemáticos de movimientos acoplados de arfada y cabeceo
4. Resolver los modelos matemáticos de movimientos acoplados de arfada y cabeceo con asistencia de MATLAB

5. Experimentar con software para arquitectura naval análisis de seakeeping de vehículos marinos