

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: **Resistencia y Propulsión**

Carrera: **Ingeniería Naval**

Clave de la asignatura: NVF-1035

(Créditos) SATCA¹: **3-2-5**

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:

- Diseñar y evaluar vehículos y artefactos marinos mediante procesos de diseño e ingeniería naval así como las normas, reglamentos y códigos correspondientes.

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

- ✓ Diseñar, analizar y evaluar la arquitectura naval de los productos navales de acuerdo con los requerimientos hidrodinámicos, estructurales, y de su normativa.

El elemento de competencia consiste en el siguiente desempeño específico:

- Analizar la forma óptima del casco o artefacto en base a los criterios de la arquitectura naval y normativa aplicable.

Su importancia es relevante en el área de desempeño de ingeniería ya que es una herramienta esencial para el análisis y diseño hidrodinámico del casco o estructura marina.

La asignatura consiste de un curso de resistencia y propulsión donde el énfasis se centra en la aplicación de los principios y procedimientos de análisis hidrodinámico de la resistencia al avance y de la potencia propulsiva.

Tiene como pre-requisito Mecánica de Fluidos, está relacionada hacia atrás con

¹ Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

Cálculos de Forma y Estabilidad y con Sistemas de Propulsión, es pre-requisito de Dinámica de Vehículos Marinos, y está relacionada hacia adelante con Proyecto de Diseño de Vehículos Marinos.

Intención didáctica.

Se organiza el temario en tres unidades, delimitando claramente los procedimientos de análisis de flujo de fluidos, resistencia al avance y potencia de propulsión.

La primera unidad se subdivide en tres subtemas. El primer subtema describe la conservación de la masa (ecuación de continuidad), la función de corriente, la conservación de cantidad de movimiento lineal (ecuación de Cauchy), la ecuación de Navier-Stokes y, el análisis diferencial de problemas de flujo de fluidos. El segundo subtema trata las ecuaciones de movimiento sin dimensiones, la aproximación de flujo de Stokes, la aproximación para regiones invíscidas de flujo, la aproximación de flujo irrotacional y, la aproximación de la capa límite. El tercer subtema discute el arrastre y sustentación, el arrastre debido a fricción y a presión, los coeficientes de arrastre de geometrías comunes, el flujo paralelo sobre placas planas, el flujo sobre cilindros y esferas y, la sustentación.

La segunda unidad se subdivide en cinco subtemas. El primer subtema aborda la resistencia al avance mediante la técnica de análisis dimensional, el examen de las componentes conceptuales de la resistencia, el análisis de la resistencia friccional, el análisis de la resistencia por formación de ola y, el análisis de las otras componentes de la resistencia. El segundo subtema trata la técnica de análisis dimensional, el principio de similitud, las leyes de comparación de Froude, las pruebas experimentales y la similitud incompleta, el desarrollo histórico del uso de modelos para la predicción de la resistencia del buque, las instalaciones modernas para pruebas con modelos, las técnicas de las pruebas con modelos y, los métodos de presentación de datos de resistencia de modelos. El tercer subtema proporciona los métodos de predicción de la resistencia al avance y de la potencia efectiva de Froude, Huges, ITTC, la presentación de algunas series como la Serie 60, Serie de Taylor, Serie de Takagi, el análisis estadístico de Doust y, la generación de líneas de forma del casco con la Serie 60. El cuarto subtema discute los efectos del trim, los efectos en aguas poco profundas, el método de Schlichting para la determinación de la resistencia en aguas poco profundas y, el squat. El quinto subtema examina los vehículos de semi-desplazamiento con pantoque redondeado, los vehículos planeadores, los catamaranes, los catamaranes SWATH y, los vehículos Hydrofoil,

La tercera unidad se subdivide en cuatro subtemas. El primer subtema aborda la transmisión de la potencia y las definiciones de potencias y eficiencias. El segundo subtema describe la geometría de la hélice, las teorías del funcionamiento de la hélice (momentum, elemento de aspa y circulación), la ley de similitud para hélices, las pruebas con modelos de hélices auto-propulsadas, la cavitación, los diagramas de cavitación de hélices, el diseño de la hélice con gráficas de series y, los procedimientos de diseño de la hélice para varias condiciones de navegación. El tercer subtema trata sobre otros dispositivos de propulsión distintos a la hélice

convencional, propulsión a chorro, bombas de chorro, ruedas de paletas, hélices de eje vertical, hélices de paso controlable, hélices en serie y contra rotantes, hélices de supercavitación, hélices traslapadas, hélice sumergida parcialmente y, otros dispositivos. El cuarto subtema examina los ensayos estandarizados del buque, el propósito de los ensayos, el plan general de los ensayos, la medición de la velocidad y, el análisis de ensayos de velocidad.

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

| | |
|---|---|
| <p>Competencias específicas:</p> <p>Analizar la forma óptima del casco o artefacto en base a los criterios de la arquitectura naval y normativa aplicable.</p> | <p>Competencias genéricas</p> <p><i>Competencias instrumentales</i></p> <ul style="list-style-type: none">▪ 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. <p><i>Competencias interpersonales</i></p> <ul style="list-style-type: none">• 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 ambiente laboral• 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 |
|---|---|

| | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • 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 la resistencia al avance y los dispositivos de propulsión de vehículos marinos por medio de los procedimientos de mecánica de fluidos y arquitectura naval.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- 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 Ecuaciones Diferenciales para el análisis y modelación de sistemas dinámicos y continuos
- Utilizar los principios y métodos de Cálculo Vectorial para el análisis de modelos que representan fenómenos de la naturaleza en los cuales interviene más de una variable continua

7.- TEMARIO

| Unidad | Temas | Subtemas |
|--------|---|--|
| 1 | Fundamentos de análisis de flujo de fluidos | 1.1 Análisis diferencial de flujo de fluidos 1.2 Soluciones aproximadas de la ecuación de Navier-Stokes 1.3 Flujo sobre cuerpos: arrastre y sustentación |
| 2 | Resistencia al avance de vehículos marinos | 2.1 Análisis de la resistencia al avance 2.2 Pruebas con modelos 2.3 Métodos de estimación de la resistencia al avance y potencia efectiva 2.4 Efecto de aguas poco profundas y de canales con restricciones 2.5 Vehículos marinos de alta velocidad y avanzados |
| 3 | Propulsión de vehículos marinos | 3.1 Interacción de la hélice con el casco 3.2 Teorías y métodos de diseño de la hélice 3.3 Dispositivos de propulsión alternativos 3.4 Ensayos al vehículo marino |

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: Fundamentos de análisis de flujo de fluidos.

| Competencia específica a desarrollar | Actividades de Aprendizaje |
|---|---|
| Analizar el flujo de fluidos y su efecto sobre cuerpos sumergidos | <ul style="list-style-type: none"> • Entender cómo se deducen las ecuaciones diferenciales de conservación de masa y cantidad de movimiento • Calcular la función de corriente y campo de presión, y graficar líneas de corriente para un campo de velocidad conocido • Obtener soluciones analíticas de las ecuaciones de movimiento para campos de flujo simples • Aprender por qué son necesarias las aproximaciones para resolver |

| | |
|--|--|
| | <p>numerosos problemas de flujo de fluidos y saber cuándo y dónde son apropiadas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprender los efectos de la falta de términos inerciales en la aproximación de flujo de Stokes, inclusive la desaparición de la densidad de las ecuaciones • Entender la superposición como un método para resolver problemas de flujo potencial • Predecir el espesor de capa límite y otras propiedades de la capa límite • Tener una comprensión intuitiva de fenómenos físicos tales como el arrastre, arrastre debido a fricción y a presión, reducción de arrastre y sustentación • Calcular la fuerza de arrastre asociada con el flujo sobre geometrías comunes • Entender los efectos del patrón de flujo sobre los coeficientes de arrastre relacionados con el flujo sobre cilindros y esferas • Entender los fundamentos del flujo sobre superficies de sustentación y calcular las fuerzas de arrastre y de sustentación que actúan sobre las superficies de sustentación |
|--|--|

Unidad 2: Resistencia al avance de vehículos marinos.

| | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| Competencia específica a | Actividades de Aprendizaje |
|---------------------------------|-----------------------------------|

| | |
|---|---|
| desarrollar | |
| <p>Analizar la resistencia al avance y los métodos de estimación.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Definir las componentes de la resistencia al avance • Explicar la resistencia por fricción de superficie • Explicar la resistencia residual • Comparar la forma de presentación de datos de resistencia • Explicar los métodos de pruebas con modelos • Comparar los métodos de Froude, Hughes, ITTC, Prohaska y series • Explicar cómo se utilizan las series de Taylor, 60, Takagi, Doust, Holtrops, Savitsky • Calcular la resistencia al avance mediante los métodos de ITTC 1978, de regresión y de series • Explicar el efecto de aguas poco profundas en el patrón de olas • Calcular la resistencia al avance en canales mediante el método de Schlichting |

Unidad 3: Propulsión de vehículos marinos.

| Competencia específica a desarrollar | Actividades de Aprendizaje |
|---|--|
| <p>Analizar la potencia de propulsión y los métodos de estimación</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Explicar la transmisión de potencia entre la máquina y la hélice |

| | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none">• Definir potencia, eficiencia propulsiva y coeficiente cuasi-propulsivo• Definir estela, velocidad de avance, razón de deslizamiento real y aparente, fracciones de aumento de resistencia y de disminución de empuje, eficiencias en aguas abiertas, rotativa relativa, y del casco• Comprender la geometría de la hélice• Explicar las teorías del funcionamiento de la hélice• Conocer la ley de similitud para la hélice• Investigar sobre las pruebas con modelos auto-propulsados de buques• Definir cavitación• Analizar diagramas de cavitación para hélices• Explicar métodos de diseño de hélices• Explicar cómo se utilizan las Series B de NSMB• Seleccionar la hélice para condición de navegación libre• Seleccionar la hélice para condición de remolque con funcionamiento óptimo en navegación libre• Seleccionar la hélice para condición de remolque• Definir las alternativas de dispositivos de propulsión• Explicar los principios de water jets |
|--|---|

| | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none">• Explicar el ensayo de medición de la milla |
|--|--|

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

NECESARIA PARA EL ESTUDIO Y PRESENTACIÓN DE EXAMENES

1. Cengel, Yunus A. & Cimbala, John M., Mecánica de Fluidos Fundamentos y Aplicaciones, Ed. Mc Graw Hill
2. Lewis, Edward V. (Editor), Principles of Naval Architecture (Volume II), Ed. SNAME

RECOMENDADA COMO SUPLEMENTO

1. Harvald, SV. AA., Resistance and Propulsion of Ships, Ed. Krieger Publishing Company
2. Barrass, C. B., Ship Design and Performance for Masters and Mates, Ed. ELSEVIER
3. Rawson K. J. & Tupper, E. C., Basic Ship Theory (Volume 2), Ed. Longman

12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

1. Experimentar con software de arquitectura naval análisis de resistencia al avance de vehículos marinos
2. Experimentar con software de arquitectura naval determinación de la forma óptima del casco para generar la resistencia al avance más baja.
3. Experimentar con software de arquitectura naval análisis de hélices marinas
4. Experimentar con software de arquitectura naval diseño de hélices marinas