

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: **Diseño de Elementos de Máquinas**

Carrera: **Ingeniería Naval**

Clave de la asignatura: NVC-1015

(Créditos) SATCA¹: **2-2-4**

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:

- 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 los sistemas de ingeniería de los productos navales de acuerdo con los requerimientos de la ingeniería y normativa que soporta su funcionalidad.

El elemento de competencia consiste en el siguiente desempeño específico:

- Emplear los fundamentos de diseño de máquinas requeridos por la transmisión de potencia

Su importancia es relevante en el área de desempeño de ingeniería ya que es una herramienta esencial para el análisis y diseño de todas las máquinas.

La asignatura consiste de un curso de diseño de máquinas donde el énfasis se centra en el diseño de la transmisión de potencia y sistema de eje de propulsión en vehículos marinos.

Está relacionada hacia atrás con Dinámica, Mecánica de Materiales I y II, Análisis Estructural Naval I y Sistemas de Propulsión, y hacia adelante es pre-requisito de

¹ Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

Proyecto de Diseño de Vehículos Marinos.

Intención didáctica.

Se organiza el temario en cuatro unidades, delimitando claramente los procedimientos de análisis y diseño de los elementos, partes componentes y su integración en dispositivos de transmisión de potencia y sistema eje-propulsor marino.

La primera unidad se subdivide en cuatro subtemas. El primer subtema aborda el proceso del diseño mecánico, los conocimientos necesarios en el diseño mecánico, las funciones requisitos de diseño y criterios de evaluación, los cálculos de diseño y, los tamaños básicos preferidos, roscas de tornillos y perfiles estándar. El segundo subtema revisa las propiedades de los materiales, la clasificación de metales y aleaciones, la variabilidad de los datos sobre propiedades de materiales, el acero al carbón y aleado, los aceros inoxidable el acero estructural, los aceros para herramientas, el hierro colado, el aluminio, las aleaciones de zinc, el titanio, el cobre latón y bronce, las aleaciones a base de níquel, los plásticos, los materiales compuestos y, la selección de materiales. El tercer subtema trata la filosofía de un diseño seguro, la representación de esfuerzos en un elemento de esfuerzo, los esfuerzos directos de tensión y compresión, la deformación bajo una carga axial directa, el esfuerzo cortante directo, la relación entre par de torsión, potencia y velocidad de giro, el esfuerzo cortante torsional, la deformación por torsión, la torsión en miembros con sección transversal no circular, la torsión en tubos cerrados de pared delgada, los tubos abiertos y comparación con los tubos cerrados, el esfuerzo cortante vertical, las fórmulas especiales de esfuerzo cortante, el esfuerzo debido a flexión, el centro de flexión para vigas, las deflexiones en vigas, las ecuaciones para la forma de la viga flexionada, las vigas con momentos de flexión concentrados, el principio de superposición para esfuerzos normales combinados, la concentración de esfuerzos, el caso general de esfuerzos combinados, el círculo de Mohr y, el análisis de condiciones complejas de carga. El cuarto subtema discute los tipos de carga y relación de esfuerzos, la resistencia a la fatiga, la filosofía del diseño, los factores de diseño, las predicciones de falla, los métodos de análisis de diseño, el procedimiento general de diseño, los métodos estadísticos para el diseño y, el análisis y diseño por pandeo.

La segunda unidad se subdivide en cuatro subtemas. El primer subtema aborda los tipos de transmisiones por banda, las transmisiones por bandas en v, el diseño de transmisiones por bandas en v, las transmisiones por cadenas y, el diseño de transmisiones por cadenas. El segundo subtema describe los estilos de engranes rectos, su geometría (forma involuta del diente), la nomenclatura y propiedades del diente de engranes rectos, su interferencia, la relación de velocidades y trenes de engranes, la geometría de los engranes helicoidales y cónicos, los tipos de engranes de tornillo sinfín, la geometría típica de los conjuntos de sinfín y corona, el valor de tren para trenes de engranajes complejos y, la proposición de trenes de engranajes. El tercer subtema discute el diseño de engranes rectos, las fuerzas, par torsional y potencia de engranes, la manufactura y calidad de engranes, los números de

esfuerzo admisibles, los materiales de los engranes metálicos, los esfuerzos en los dientes de engranes, la selección del material del engrane con base en el esfuerzo flexionante, la resistencia a la picadura de los dientes de engranes, la selección del material del engrane con base en el esfuerzo de contacto, el diseño de engranes rectos y el sistema de módulo métrico, el diseño y análisis de engranes rectos asistidos por computadora, el uso de la hoja de cálculo para el diseño de engranes rectos, la capacidad de transmisión de potencia y, las consideraciones prácticas para engranes y su interfase con otros elementos. El cuarto subtema examina las fuerzas y los esfuerzos sobre los dientes de engranes helicoidales, la resistencia a la picadura de los dientes de engranes helicoidales, el diseño de engranes helicoidales, las fuerzas en los engranes cónicos rectos, las cargas sobre los cojinetes de ejes en engranes cónicos, los momentos flexionantes en ejes de engranes cónicos, los esfuerzos en los dientes de engranes cónicos por resistencia a la picadura, el diseño de engranes cónicos por resistencia a la picadura, las fuerzas, fricción y eficiencia en conjuntos de tornillos sinfín y corona, los esfuerzos en los dientes de tornillos de sinfines y coronas y, la durabilidad de la superficie en transmisiones de tornillo sinfín y corona.

La tercera unidad se subdivide en cuatro subtemas. El primer subtema aborda las cuñas, sus materiales, el análisis de esfuerzos para determinar la longitud de las cuñas, las estrías, los otros métodos para fijar elementos en los ejes, los acoplamientos, las juntas universales, los anillos de retención y otros métodos de localización axial y, los tipos y materiales de sellos. El segundo subtema describe el procedimiento para diseñar ejes, las fuerzas que ejercen los elementos de máquinas sobre los ejes, las concentraciones de esfuerzos en los ejes, los esfuerzos de diseño para ejes, ejes solo sometidos a flexión y torsión, ejemplo de diseño de un eje, los tamaños básicos recomendados para los ejes, la hoja de cálculo auxiliar en el diseño de ejes, la rigidez del eje y consideraciones dinámicas, los ejes flexibles, los factores que afectan las tolerancias y los ajustes, las tolerancias, procesos de producción y costos, los tamaños básicos preferidos, los ajustes de holgura, de transferencia y de transición, los esfuerzos en ajustes forzados, los métodos generales para asignar tolerancias y, el diseño de producto robusto. El tercer subtema proporciona los tipos de cojinetes con contacto de rodadura, los rodamientos de empuje, los rodamientos montados, los materiales de los rodamientos, la relación entre carga y duración, los datos de los fabricantes de rodamientos, la duración de diseño, la selección de rodamientos sólo para cargas radiales o combinación de cargas radiales y de empuje, el montaje de los rodamientos, las consideraciones prácticas en la aplicación de los rodamientos, la importancia del espesor de la película de aceite en los rodamientos y, el cálculo de la duración bajo cargas variables. El cuarto subtema trata la descripción de la transmisión de potencia a diseñar, las alternativas de diseño y selección del método de diseño, las opciones de diseño para el reductor de engranes, la proposición general y detalles del diseño del reductor, los detalles finales de diseño para los ejes y, el dibujo del conjunto.

La cuarta unidad se subdivide en tres subtemas. El primer subtema examina el sistema principal de ejes de propulsión marino, los objetivos de este sistema, la

secuencia de diseño, la ubicación de la máquina principal, la ubicación de la hélice, la desviación del eje con respecto a la línea central, la retirada de eje(s), las consideraciones sobre las cargas en el diseño del eje, las cargas inducidas por la hélice, las cargas torsionales, las cargas de empuje, las cargas de flexión, las cargas radiales, los materiales para ejes, el cálculo del diámetro de ejes, las ubicaciones de cojinetes, los estudios de alineación y los modelos con computadora, la alineación de eje, la interfase hélice-eje, las rodaduras frías, la protección contra el agua de mar, acoplamientos de ejes, el movimiento axial del eje, el balance de eje, la excentricidad de ejes y, los métodos para determinar la alineación de ejes. El segundo subtema trata con los cojinetes del eje de propulsión, los cojinetes de empuje principal, los cojinetes de línea de ejes, los cojinetes externos, los tipos de propulsores, las características de la hélice y, las tolerancias de manufactura. El tercer subtema discute los modos de vibración torsional, los modelos para el análisis de vibración torsional, la determinación de las frecuencia naturales, los factores de excitación, el amortiguamiento, los cálculos de torque vibratorio, los límites aceptables para la vibración torsional, el examen de la vibración longitudinal, la determinación de las frecuencias naturales, los reductores de vibración, los factores de vibración, el amortiguamiento, los cálculos de empuje vibratorio, los límites aceptables para la vibración longitudinal, el examen de la vibración giratoria (rotatoria), la determinación de las frecuencias naturales giratorias y, los límites aceptables para la vibración giratoria.

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 construidos, 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:

Emplear los fundamentos de diseño de máquinas requeridos por la transmisión de potencia

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

	<ul style="list-style-type: none"> • 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 • 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)

Diseñar dispositivos de transmisión de potencia en vehículos marinos por medio de los procedimientos de las ingenierías mecánica y marina.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- 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 las técnicas de Computación para el análisis de problemas de ingeniería mediante Visual Basic, Excel y MATLAB

7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Principios de diseño mecánico	1.1 Alcance del proceso de diseño mecánico 1.2 Materiales en el diseño mecánico 1.3 Síntesis de análisis de esfuerzos y deformaciones 1.4 Síntesis de diseño para diferentes tipos de carga y para estabilidad
2	Elementos de transmisión de potencia	2.1 Bandas y cadenas 2.2 Cinemática de engranes 2.3 Diseño de engranes rectos 2.4 Engranes helicoidales, cónicos y de tornillo sinfín y corona
3	Diseño de transmisión	3.1 Cuñas, acoplamientos y sellos

4	de potencia Diseño de sistema de eje de propulsión marino	3.2 Diseño de ejes, tolerancias y ajuste 3.3 Cojinetes con contacto de rodadura 3.4 Integración del diseño 4.1 Diseño de ejes 4.2 Cojinetes y hélices 4.3 Análisis de vibración del sistema de eje de propulsión 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: Principios de diseño mecánico.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Comprender las filosofías de diseño.</p> <p>Aplicar e integrar los principios de mecánica de materiales, de ciencia de materiales y de procesos de manufactura.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Reconocer ejemplos de aplicación de los principios de diseño mecánico• Identificar los elementos de diseño requeridos para diseñar un sistema mecánico• Describir la importancia de integrar los elementos de máquinas individuales en un sistema mecánico más complejo• Explicar los enunciados de las funciones y los requisitos de diseño para dispositivos mecánicos• Formular un conjunto de criterios para evaluar los diseños propuestos• Identificar los tipos más importantes de propiedades de los materiales en el diseño de sistemas mecánicos• Definir la terminología aplicada a las propiedades de los materiales• Describir las propiedades y los usos relevantes de los materiales metálicos, cerámicos, polímeros y compuestos• Identificar los principios del análisis de esfuerzos y deformaciones• Analizar esfuerzos para varios tipos de cargas, separadas y combinadas• Describir el procedimiento general para analizar esfuerzos combinados• Explicar el procedimiento del círculo de Mohr

	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar los procedimientos de análisis de esfuerzos • Identificar diversos tipos de carga que se encuentran con frecuencia en las piezas de máquinas • Definir los términos relación de esfuerzo y factor de diseño, el concepto de fatiga, y la propiedad de esfuerzo a la fatiga del material • Analizar el procedimiento para estimar la resistencia real a la fatiga • Describir las teorías de falla del esfuerzo normal máximo y del esfuerzo cortante máximo • Explicar la teoría de energía de distorsión • Describir el método de Goodman y su aplicación al diseño de piezas sometidas a esfuerzos fluctuantes • Analizar el procedimiento general de diseño de elementos de maquinas • Identificar los métodos analíticos para diseñar y analizar columnas • Aplicar los métodos analíticos para diseñar columnas largas y cortas
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Unidad 2: Elementos de transmisión de potencia.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Analizar y diseñar los elementos de transmisión de potencia.	<ul style="list-style-type: none"> • Describir las partes básicas de un sistema de transmisión por bandas

	<ul style="list-style-type: none">• Identificar varios tipos de transmisiones por banda• Explicar el procedimiento general de selección para transmisiones de bandas síncronas• Especificar los tipos y tamaños adecuados de bandas y poleas acanaladas para transmitir un valor determinado de potencia a velocidades específicas de las poleas de entrada y salida• Especificar las variables primarias de instalación para los reductores con bandas incluyendo distancia entre centros y longitud de banda• Describir las características básicas de un sistema de transmisión por cadenas• Identificar varios tipos de transmisiones por cadenas• Explicar los lineamientos de diseño para transmisiones por cadenas• Especificar los tipos y tamaños adecuados de cadenas y catarinas para transmitir determinado valor de potencia a las velocidades específicas de las catarinas de entrada y salida• Especificar las variables primarias de instalación para los reductores con cadenas incluyendo la distancia entre los centros de poleas, la longitud de la cadena y los requisitos de lubricación• Reconocer las características principales de los engranes rectos, helicoidales, cónicos y conjuntos de tornillo sinfín y
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

corona

- Describir las características importantes de funcionamiento de los diversos tipos de engranes
- Identificar la forma de diente de involuta y describir su relación con la ley de engrane
- Definir la relación de velocidades respecto de dos engranes que trabajan juntos
- Especificar los números de dientes adecuados para un par de engranes correspondiente para obtener determinada relación de velocidades
- Definir el valor del tren o la reducción total relacionada con la relación general de velocidades de los ejes de entrada y salida de un reductor de velocidad con más de dos engranes
- Reconocer los lineamientos generales para establecer las dimensiones del sinfín y la corona
- Describir los principios generales para proponer trenes de engranajes
- Calcular las fuerzas que se ejercen sobre los dientes de engranes cuando giran y transmiten potencia
- Describir varios métodos para fabricar engranes así como los grados de precisión y de calidad para los cuales se pueden producir
- Especificar un grado adecuado de calidad para engranes de acuerdo con el uso que

se les vaya a dar

- Describir los materiales metálicos adecuados con los cuales se pueden fabricar los engranes para obtener un óptimo funcionamiento, tanto desde el punto de vista de resistencia a la carga como a las picaduras
- Utilizar las normas AGMA como base para completar el diseño de los engranes
- Aplicar los análisis adecuados de esfuerzos para determinar las relaciones entre las fuerzas aplicadas, la geometría de los dientes del engrane, la precisión de ellos y otros factores específicos para una determinada aplicación
- Describir el procedimiento para determinar las propiedades necesarias de la mayoría de los materiales metálicos
- Explicar el procedimiento para diseñar una transmisión de engranes segura y duradera
- Formular el análisis de la tendencia para los esfuerzos de contacto ejercidos sobre las superficies de los dientes que causan picadura del diente
- Integrar el diseño de los engranes, considerando tanto el análisis de esfuerzos como el análisis de resistencia a la picadura
- Describir la geometría de los engranes helicoidales y calcular las dimensiones de sus propiedades principales
- Calcular las fuerzas que ejerce un engrane helicoidal sobre su engrane

acoplado

- Calcular el esfuerzo debido a la flexión en dientes de engranes helicoidales y especificar los materiales adecuados para resistir esos esfuerzos
- Diseñar engranes helicoidales desde el punto de vista de la durabilidad de la superficie
- Describir la geometría de los engranes cónicos y calcular las dimensiones de sus propiedades principales
- Analizar las fuerzas que ejerce un engrane cónico sobre otro e indicar cómo se transfieren esas fuerzas a los ejes que sostienen los engranes
- Diseñar y analizar dientes de engranes cónicos para resistencia y durabilidad de la superficie
- Describir la geometría de los tornillos sinfines y las coronas de sinfín
- Calcular las fuerzas causadas por una transmisión de tornillo sinfín y corona, y analizar su efecto sobre los ejes que sostienen al tornillo sinfín y a la corona
- Calcular la eficiencia de las transmisiones de tornillo sinfín y corona
- Diseñar y analizar transmisiones de tornillo sinfín y corona para que sean seguros y resistentes a la flexión y al desgaste

Unidad 3: Diseño de transmisión de potencia.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Diseñar la transmisión de potencia.	<ul style="list-style-type: none">• Describir varios tipos de cuñas• Especificar una cuña de dimensiones adecuadas para un eje de determinado tamaño así como los materiales adecuados para las cuñas• Integrar el diseño de las cuñas y cuñeros, y asientos correspondientes, indicando las dimensiones completas• Describir las estrías y calcular su capacidad de par torsional• Identificar los acoplamientos rígidos y flexibles• Describir las juntas universales y los anillos de retención• Especificar los sellos adecuados para los ejes y demás tipos de elementos de máquina• Calcular las fuerzas que ejercen los engranes, las poleas y las catarinas, sobre los ejes• Examinar la distribución de par torsional y preparar los diagramas de fuerza cortante y momento flexionante en dos planos, para los ejes• Revisar los factores de concentración de esfuerzo comunes en el diseño de ejes• Especificar esfuerzos de diseño

	<p>adecuados para los ejes</p> <ul style="list-style-type: none">• Describir el procedimiento de diseño de ejes• Especificar las dimensiones finales razonables de los ejes que satisfagan los requisitos de resistencia y las consideraciones de instalación, cuidando que sean compatibles con los elementos montados sobre ellos• Definir la terminología de tolerancias y ajustes• Identificar la norma ANSI B4.1 para especificar tolerancias, ajustes y holguras• Especificar ajustes de transición, de interferencia y de fuerza• Calcular la presión que se produce entre piezas sometidas a ajustes de interferencia, y los esfuerzos resultantes en los miembros acoplados• Identificar los tipos de cojinetes con contacto de rodadura disponibles en el comercio, y seleccionar el tipo adecuado para determinada aplicación• Aplicar datos del fabricante para indicar el funcionamiento de los rodamientos de bolas, y especificar los rodamientos adecuados para determinada aplicación• Calcular la carga equivalente sobre un rodamiento, que corresponde a combinaciones de cargas radiales y de empujes aplicadas a él• Especificar los detalles de montaje para rodamientos, que afecten el diseño del
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>eje sobre el que se va a asentar el rodamiento, y la caja dentro de la que se va a instalar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calcular las cargas equivalentes en rodamientos de rodillos cónicos • Describir el diseño especial de los rodamientos de empuje • Comprender ciertas consideraciones prácticas implicadas en la aplicación de cojinetes, incluyendo lubricación, sello, velocidades límite, clases de tolerancias de rodamientos y normas relacionadas con la fabricación y aplicación de los rodamientos • Integración del diseño de una transmisión de potencia
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Unidad 4: Diseño de sistema de eje de propulsión marino.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Diseñar el sistema principal de eje de propulsión marino	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar los elementos componentes principales de disposiciones típicas de sistemas con uno y varios ejes de propulsión • Explicar los objetivos de un sistema principal de eje de propulsión. • Describir el funcionamiento del sistema de eje de propulsión • Revisar el proceso iterativo para el diseño de un sistema de eje de propulsión

	<ul style="list-style-type: none">• Reconocer los lineamientos para la ubicación de la máquina principal de potencia de propulsión• Discutir las directrices de ubicación de la hélice y eje de propulsión• Analizar las cargas inducidas por la hélice, de torsión, de empuje, de flexión y radiales• Examinar los materiales apropiados para ejes de propulsión• Calcular diámetros de ejes• Describir los factores principales que influyen en la determinación del número y ubicación de cojinetes de soporte de eje de propulsión• Identificar los modelos de análisis asistidos por computadora y software para los estudios de alineación de eje• Examinar la alineación de eje para engrane reductor y para una diesel de baja velocidad• Discutir los detalles de diseño de la interface hélice eje• Analizar los métodos básicos de verificación de la alineación de un sistema de eje de propulsión ya instalado a bordo del vehículo marino• Describir los cojinetes de empuje principales• Reconocer los cojinetes externos de soporte y de bocina• Identificar los tipos de propulsores
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<ul style="list-style-type: none"> • Describir las características principales de la hélice • Revisar las tolerancias recomendadas en la manufactura de hélices • Analizar la vibración del sistema de eje de propulsión
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

NECESARIA PARA EL ESTUDIO Y PRESENTACIÓN DE EXAMENES

1. Mott, Robert, L., Diseño de Elementos de Máquinas 4 edición, Ed. PEARSON
2. Harrington, Roy L. (Editor), Marine Engineering, Ed. SNAME

RECOMENDADA COMO SUPLEMENTO

1. Spotts, M. F., & Shoup T. E., Elementos de Máquinas 7 edición, Ed. Prentice Hall
2. Norton, Robert L., Diseño de Máquinas, Ed. PEARSON
3. Groover, Mikell P., Fundamentos de Manufactura Moderna 3 edición, Ed. Mc Graw Hill
4. De Silva, Clarence W. (Editor), Vibration and Shock Handbook, Ed. Taylor & Francis
5. Harris, Cyril M. & Piersol, Allan G. (Editors), Harris ' Shock and Vibration Handbook 5 edition, Ed. Mc Graw Hill

12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

1. Experimentar con software para diseño de máquinas para el diseño de elementos de transmisión de potencia
2. Experimentar con software para diseño de máquinas en el diseño de transmisión de potencia
3. Experimentar con software para vibración análisis de vibración de sistema de eje de propulsión para vehículo marino

4. Experimentar con software para diseño de máquinas e ingeniería marina
diseño de sistema principal de eje de propulsión de vehículos marinos