

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: **Máquinas Eléctricas**

Carrera: **Ingeniería Naval**

Clave de la asignatura: NVC-1023

(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:

- Aplicar los fundamentos de potencia eléctrica para la formulación de los sistemas de ingeniería.

Su importancia es relevante en el área de desempeño de ingeniería ya que es una herramienta básica para el análisis de máquinas eléctricas que proporciona los fundamentos para comprender el funcionamiento de la maquinaria, equipos y sistemas eléctricos de los vehículos y artefactos marinos.

La asignatura consiste en un segundo curso de ingeniería eléctrica donde el énfasis se centra en los principios y procedimientos de análisis de las máquinas eléctricas.

Tiene como pre-requisito Circuitos y Electrónica, se relaciona hacia atrás con

¹ Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

Cálculo Diferencial, Cálculo Integral y Cálculo Vectorial, y hacia adelante es requisito de Sistemas Auxiliares.

Intención didáctica.

Se organiza el temario en cinco unidades, delimitando claramente los procedimientos de análisis de los transformadores, la máquina síncrona, motores de inducción y de corriente directa, y de la electrónica de potencia.

La primera unidad se subdivide en tres subtemas. El primer subtema aborda a las estructuras magnéticas, el anillo toroidal y los principios de análisis de estructuras magnéticas. El segundo subtema describe a los transformadores, el análisis de un transformador como estructura magnética, los circuitos equivalentes de transformadores, la prueba en circuito abierto / cortocircuito de un transformador, el por qué se indican el voltaje y la potencia aparente nominales en la placa de identificación y, los modelos de transformadores trifásicos. El tercer subtema trata el método de polos magnéticos, el análisis a partir de la interacción corriente-flujo, el análisis con base en consideraciones energéticas, la coenergía y fuerza magnética y, el método de los circuitos.

La segunda unidad se subdivide en cuatro subtemas. El primer subtema aborda el análisis de estructuras magnéticas cilíndricas y la creación de par entre flujos de rotor y estator. El segundo subtema describe el flujo rotatorio bifásico, el flujo rotatorio trifásico y, el flujo monofásico expresado como rotatorio. El tercer subtema trata la construcción y circuito equivalente de un generador síncrono, la operación de generadores en redes de energía autónomas, los ángulos de potencia y, la operación de generadores síncronos en redes de energía grandes. El cuarto subtema examina la comparación entre generadores y motores y, los motores de polos salientes.

La tercera unidad se subdivide en tres subtemas. El primer subtema aborda los principios de la inducción, el par generado y, las características de los motores de inducción trifásicos. El segundo subtema describe las bases físicas del circuito equivalente, las aplicaciones del circuito equivalente, la respuesta dinámica de los motores de inducción y, la elección del tamaño para par de carga fluctuante. El tercer subtema trata los motores de inducción monofásicos, el deslizamiento de avance, el deslizamiento inverso, las características de par, el suministro de corriente constante, el suministro de voltaje constante, los métodos de arranque de motores monofásicos, los motores de fase dividida, los motores de arranque por capacitor y operación por inducción, los motores de arranque por capacitor y operación por capacitor, los motores de capacitor permanentemente dividido y, los motores de polos sombreados.

La cuarta unidad se subdivide en tres subtemas. El primer subtema aborda la estructura magnética del estator, la construcción del rotor, el modelo circuital y, el flujo de potencia en máquinas de corriente directa. El segundo subtema describe el campo conectado en derivación, el campo conectado en serie y, los motores

universales (CA/CD). El tercer subtema trata la dinámica de los motores impulsados por corriente y la dinámica de los motores impulsados por voltaje.

La quinta unidad se subdivide en cuatro subtemas. El primer subtema aborda los interruptores semiconductores y la aplicación común de la electrónica de potencia. El segundo subtema trata la introducción a los controladores de motor, el modelo del motor de CD, el análisis de rectificadores monofásicos no controlados, la operación de rectificadores controlados (análisis con velocidad constante), el rendimiento del motor con ángulo de disparo constante. El tercer subtema discute los controladores de frecuencia variable con enlace de CD. El cuarto subtema examina el controlador lógico programable (PLC).

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:

Aplicar los fundamentos de potencia eléctrica para la formulación de los sistemas de ingeniería.

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 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)

Analizar las máquinas eléctricas y sus técnicas de control por medio de los procedimientos de la ingeniería eléctrica.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Utilizar los principios y métodos de Circuitos y Electrónica para el análisis de circuitos de corriente directa y alterna así como de elementos de electrónica analógica y digital
- Aplicar los principios y métodos de Electricidad y Magnetismo para el análisis de los campos electromagnéticos y de la electrodinámica

7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Estructuras magnéticas y transformadores eléctricos	1.1 Análisis de estructuras magnéticas 1.2 Transformadores eléctricos 1.3 Fuerzas en los sistemas magnéticos
2	La máquina síncrona	2.1 Flujo y par en estructuras magnéticas cilíndricas 2.2 Flujo magnético rotatorio para motores de CA 2.3 Principios y características de los generadores síncronos 2.4 Características del motor síncrono
3	Motores de inducción	3.1 Principios de los motores de inducción 3.2 Circuitos equivalentes de motores de inducción trifásico 3.3 Motores de inducción monofásico
4	Motores de corriente directa	4.1 Principios de las máquinas de CD 4.2 Características de los motores de CD 4.3 Respuesta dinámica de los motores de CD
5	Electrónica de potencia	5.1 Introducción a la electrónica de potencia 5.2 Controladores de motores de CD 5.3 Controladores de motores de AC 5.4 Controlador lógico programable (PLC)

--	--	--

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: Estructuras magnéticas y transformadores eléctricos.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Analizar los transformadores eléctricos.	<ul style="list-style-type: none"> • Describir la función y el análisis de las estructuras magnéticas • Identificar la base física de los modelos de los transformadores

	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar cómo se deduce un circuito equivalente de transformador a partir de mediciones en circuito abierto / cortocircuito y cómo se utiliza para calcular la eficiencia y el porcentaje de regulación • Describir cómo se calcula la fuerza magnética en una estructura magnética
--	--

Unidad 2: La máquina síncrona.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Analizar la máquina síncrona	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar la clasificación y la construcción física • Reconocer el circuito equivalente de la máquina síncrona • Describir cómo se crea y distribuye el flujo magnético en el espacio de aire de una estructura magnética cilíndrica • Explicar cómo se hace girar el flujo magnético en las estructuras magnéticas cilíndricas • Reconocer la función del flujo del rotor y del estator en la operación de los generadores síncronos • Identificar las características del generador síncrono cuando éste opera en una gran red de distribución de energía • Revisar las características del motor síncrono, en particular el efecto de la corriente de campo en el factor de

	potencia
--	----------

Unidad 3: Motores de inducción.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Analizar los motores de inducción	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar el principio de inducción que produce par en los motores de inducción • Reconocer el circuito equivalente para el motor de inducción y el circuito equivalente aproximado • Describir el diagrama de potencias • Examinar las ecuaciones del par electromagnético empleando el circuito aproximado y el circuito equivalente • Analizar el comportamiento dinámico del motor de inducción • Describir el origen físico de todos los elementos del circuito equivalente de un motor de inducción, y ser capaz de utilizar el circuito para predecir el comportamiento del motor • Revisar las características y aplicaciones de los diversos tipos de motores de inducción monofásicos

Unidad 4: Motores de corriente directa.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Analizar los motores de corriente directa	<ul style="list-style-type: none"> • Reconocer las partes principales y la clasificación de las máquinas de CD • Identificar la base física de un motor de CD • Distinguir al motor serie, motor paralelo, y motor compuesto • Reconocer la característica de velocidad-par del motor de CD conectado en derivación • Describir la característica de velocidad-par del motor de CD conectado en serie • Explicar cómo se crean modelos de sistema de motores de CD excitados por separado, a partir de sus características de placa de identificación y carga

Unidad 5: Electrónica de potencia.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Analizar los controladores de motores de CD y CA	<ul style="list-style-type: none"> • Reconocer la variedad y limitaciones de los interruptores semiconductores • Describir la operación del circuito del reductor de intensidad luminosa • Expresar la operación de un rectificador controlado monofásico de onda completa que acciona un motor de CD • Explicar los métodos de control mediante accionamientos eléctricos de

	<p>velocidad variable</p> <ul style="list-style-type: none"> • Describir los métodos de control vectorial de los motores de inducción • Explicar el método de control directo del par • Examinar los controladores lógicos programables (PLC's)
--	--

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

NECESARIA PARA EL ESTUDIO Y PRESENTACIÓN DE EXAMENES

1. Cogdell, John R., Fundamentos de Máquinas Eléctricas, Ed. PEARSON

RECOMENDADA COMO SUPLEMENTO

1. Wildi, Theodere, Máquinas Eléctricas y Sistemas de Potencia 6 edición, Ed. PEARSON
2. Kosow, Irving L., Máquinas Eléctricas y Transformadores 2 edición, Ed. PEARSON

12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

1. Experimentar con software para máquinas eléctricas análisis de máquina síncrona
2. Experimentar con software para máquinas eléctricas análisis de motores de inducción
3. Experimentar con software para máquinas eléctricas análisis de motores de corriente directa
4. Experimentar con software para máquinas eléctricas análisis de controladores de potencia de motores de Cd y CA
5. Formular la selección de máquinas eléctricas en sistemas sencillos de ingeniería

