

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Máquinas Eléctricas
<b>Clave de la asignatura:</b>	NVC-1023
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	2-2-4
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Naval

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

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

- Diseña y evalúa vehículos y artefactos marinos para la aplicación de procesos de diseño e ingeniería naval, así como de las normas, reglamentos y códigos pertinentes.

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

- ✓ Diseña, analiza y evalúa los sistemas de ingeniería de los productos navales para aplicar los requerimientos de la ingeniería y normativa que soporta su funcionalidad.

El elemento de competencia consiste en el siguiente desempeño específico:

- Analiza 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 con Cálculo Diferencial, Cálculo Integral y Cálculo Vectorial, y es pre-requisito de Sistemas Auxiliares.

### Intención didáctica

Se organiza el temario en cinco temas, 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.

El primer tema 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

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

magnética y, el método de los circuitos.

El segundo tema 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.

El tercer tema 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. El cuarto tema 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.

El quinto tema 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 docente busque sólo guiar a sus estudiantes para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar. Para que aprendan a planificar, que no planifique el docente todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

La lista de actividades de aprendizaje no es exhaustiva, se sugieren sobre todo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados de las

observaciones. Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los fenómenos físicos en su alrededor y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos, ya sean contruidos, artificiales, virtuales o naturales.

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

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

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

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Mazatlán del 23 al 27 de noviembre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Boca del Río, Mazatlán, Pachuca y San Luis Potosí.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Acuicultura, Ingeniería en Pesquerías e Ingeniería Naval.
Instituto Tecnológico de Boca del Río del 26 al 30 de abril de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Boca del Río y Mazatlán.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de Ingeniería en Acuicultura, Ingeniería en Pesquerías e Ingeniería Naval.
Tecnológico Nacional de México, del 26 al 30 de agosto de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Boca del Río y Mazatlán.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las carreras de Ingeniería en Nanotecnología, Ingeniería Petrolera, Ingeniería en Acuicultura, Ingeniería en Pesquerías, Ingeniería Naval y Gastronomía del SNIT.

#### 4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia específica de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza los fundamentos de potencia eléctrica para la formulación de los sistemas de ingeniería.</li> </ul>

#### 5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> <li>Utiliza 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</li> <li>Aplica los principios y métodos de Electricidad y Magnetismo para el análisis de los campos electromagnéticos y de la electrodinámica</li> </ul>
---

#### 6. Temario

No.	Nombre de 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)

#### 7. Actividades de aprendizaje de los temas

1.- Estructuras magnéticas y transformadores eléctricos.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<b>Específica(s):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza los transformadores eléctricos para su aplicación en sistemas eléctricos</li> </ul> <b>Genéricas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Habilidad en identificar, formular y resolver problemas.</li> <li>Destreza para generar análisis y síntesis.</li> <li>Capacidad para usar herramientas computacionales.</li> <li>Habilidad en lograr una buena</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Describir la función y el análisis de las estructuras magnéticas</li> <li>Identificar la base física de los modelos de los transformadores</li> <li>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</li> </ul>

<p>interrelación social con los demás.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos.</li> <li>• Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir cómo se calcula la fuerza magnética en una estructura magnética.</li> </ul>
---	--

## 2.- La máquina síncrona.

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza la máquina síncrona para su aplicación en sistemas eléctricos</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad en identificar, formular y resolver problemas.</li> <li>• Destreza para generar análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad para usar herramientas computacionales.</li> <li>• Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás.</li> <li>• Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos.</li> <li>• Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar la clasificación y la construcción física</li> <li>• Reconocer el circuito equivalente de la máquina síncrona</li> <li>• Describir cómo se crea y distribuye el flujo magnético en el espacio de aire de una estructura magnética cilíndrica</li> <li>• Explicar cómo se hace girar el flujo magnético en las estructuras magnéticas cilíndricas</li> <li>• Reconocer la función del flujo del rotor y del estator en la operación de los generadores síncronos</li> <li>• Identificar las características del generador síncrono cuando éste opera en una gran red de distribución de energía</li> <li>• Revisar las características del motor síncrono, en particular el efecto de la corriente de campo en el factor de potencia.</li> </ul>

## 3.- Motores de inducción.

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza los motores de inducción para su aplicación en sistemas eléctricos</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad en identificar, formular y resolver problemas.</li> <li>• Destreza para generar análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad para usar herramientas computacionales.</li> <li>• Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás.</li> <li>• Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos.</li> <li>• Capacidad para aplicar los conocimientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar el principio de inducción que produce par en los motores de inducción</li> <li>• Reconocer el circuito equivalente para el motor de inducción y el circuito equivalente aproximado</li> <li>• Describir el diagrama de potencias</li> <li>• Examinar las ecuaciones del par electromagnético empleando el circuito aproximado y el circuito equivalente</li> <li>• Analizar el comportamiento dinámico del motor de inducción</li> <li>• Describir el origen físico de todos los elementos del circuito equivalente de un motor de inducción, y ser capaz de utilizar</li> </ul>

en la práctica.	<p>el circuito para predecir el comportamiento del motor</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Revisar las características y aplicaciones de los diversos tipos de motores de inducción monofásicos.</li> </ul>
<b>4.- Motores de corriente directa.</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza los motores de corriente directa para su aplicación en sistemas eléctricos</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Habilidad en identificar, formular y resolver problemas.</li> <li>Destreza para generar análisis y síntesis.</li> <li>Capacidad para usar herramientas computacionales.</li> <li>Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás.</li> <li>Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos.</li> <li>Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconocer las partes principales y la clasificación de las máquinas de CD</li> <li>Identificar la base física de un motor de CD</li> <li>Distinguir al motor serie, motor paralelo, y motor compuesto</li> <li>Reconocer la característica de velocidad-par del motor de CD conectado en derivación</li> <li>Describir la característica de velocidad-par del motor de CD conectado en serie</li> <li>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.</li> </ul>
<b>5.- Electrónica de potencia.</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza los controladores de motores de CD y CA para seleccionar el control adecuado al requerimiento del diseño</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Habilidad en identificar, formular y resolver problemas.</li> <li>Destreza para generar análisis y síntesis.</li> <li>Capacidad para usar herramientas computacionales.</li> <li>Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás.</li> <li>Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos.</li> <li>Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconocer la variedad y limitaciones de los interruptores semiconductores</li> <li>Describir la operación del circuito del reductor de intensidad luminosa</li> <li>Expresar la operación de un rectificador controlado monofásico de onda completa que acciona un motor de CD</li> <li>Explicar los métodos de control mediante accionamientos eléctricos de velocidad variable</li> <li>Describir los métodos de control vectorial de los motores de inducción</li> <li>Explicar el método de control directo del par</li> <li>Examinar los controladores lógicos programables (PLC's)</li> </ul>



## 8. Prácticas

Prácticas sugeridas para desarrollar las competencias específicas y genéricas:

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

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

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

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

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

Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

- Bitácora
- Cuestionario
- Debate
- Ensayo
- Escala de apreciación
- Examen (preguntas de respuestas abiertas, cerradas o múltiples)
- Exposición
- Investigación
- Lista de cotejo
- Mapa conceptual
- Portafolio
- Proyecto
- Prueba de conocimiento
- Prueba de desempeño

- Rúbrica
- Solución de problemas (cerrados o abiertos)
- Técnica de casos
- Técnica de ejecución
- Técnica de pregunta
- Trabajo en equipo o colaborativo.

## 11. Fuentes de información

### NECESARIA PARA EL ESTUDIO Y PRESENTACIÓN DE EXÁMENES

- Fitzgerald A. (2004) *Máquinas Eléctricas*. (6ª ed). México: Editorial Mc Graw Hill.

### RECOMENDADA COMO SUPLEMENTO

- Chapman S. (2012) *Máquinas Eléctricas*. (5ª ed). México: Editorial Mc Graw Hill.
- Cogdell J. R. (2002) *Fundamentos de Máquinas Eléctricas*. México: Editorial PEARSON.
- Kosow I. L. (1991) *Máquinas Eléctricas y Transformadores*. (2ª ed). México: Editorial PEARSON.
- Wildi T. (2006) *Máquinas Eléctricas y Sistemas de Potencia*. (6ª ed). México: Editorial PEARSON.