

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Máquinas Eléctricas
<b>Clave de la asignatura:</b>	PLi-1709
<b>SATCA<sup>1</sup></b>	3-4-7
<b>Carrera:</b>	Profesional Asociado en Energía Eléctrica

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura.

La asignatura proporciona al Profesional Asociado en Energía Eléctrica los conocimientos técnicos y teóricos necesarios sobre el principio de operación de máquinas eléctricas rotativas, le muestra las especificaciones técnicas de los diferentes tipos de máquinas eléctricas y sus conexiones eléctricas, lo cual permite conocer los métodos de arranque de motores y operación de generadores eléctricos, considerando aspectos de normatividad y especificaciones medioambientales que pueden ser aplicables en el ámbito de operación, mantenimiento y pruebas a los diversos tipos de máquinas eléctricas rotativas; empleando los conocimientos adquiridos en las asignaturas de circuitos eléctricos, electricidad y magnetismo.

### Intención didáctica

El docente explica, demuestra y experimenta con las leyes electromagnéticas y electromecánicas que aplican en el campo de las máquinas eléctricas, permitiendo al estudiante comprender propiedades básicas sobre el principio de operación de estos dispositivos, en modo motor, generador o capacitor. Se exponen aspectos técnicos de operación en arranque, estado estable y de sobreexcitación-subexcitación, además de los diversos tipos de conexiones y pruebas aplicables a máquinas rotativas monofásicas y trifásicas, que permitan obtener el conocimiento necesario para operar y mantener máquinas eléctricas rotativas de manera segura y adecuada.

Las competencias genéricas que se están desarrollando con el tratamiento de los contenidos de esta asignación son:

Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.

Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica

Capacidad para organizar y planificar el tiempo.

Capacidad de comunicación oral y escrita.

Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

Capacidad de investigación

Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.

Habilidades para buscar, procesar y analizar información de fuentes diversas

Capacidad para actuar en nuevas situaciones

Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas

Habilidad para trabajar en forma autónoma.

Capacidad de trabajo en equipo.

Compromiso con la calidad.  
Capacidad para tomar decisiones

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

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Aguascalientes en mayo de 2017.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Culiacán, Durango, La Laguna y Morelia.	Reunión de Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de los Programas Educativos de Profesional Asociado en Energías Renovables y Profesional Asociado en Energía Eléctrica.
Instituto Tecnológico de La Laguna en junio de 2017.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Culiacán, Durango, La Laguna y Morelia.	Reunión de Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de los Programas Educativos de Profesional Asociado en Energías Renovables y Profesional Asociado en Energía Eléctrica.
Instituto Tecnológico de La Laguna en septiembre de 2017.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Durango y La Laguna.	Reunión de Consolidación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de los Programas Educativos de Profesional Asociado en Energías Renovables y Profesional Asociado en Energía Eléctrica.

### 4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> <li>Conoce y experimenta el principio de fuerza electromotriz en circuitos electromagnéticos aplicando conceptos de fuerza y par en campos magnéticos acoplados.</li> <li>Identifica físicamente los diferentes tipos de máquinas eléctricas rotativas, así como sus terminales de alimentación de los diferentes circuitos.</li> <li>Aplica los conocimientos en los tipos de conexión de motores de C.C. y C.A. monofásicos y trifásicos.</li> <li>Conoce y experimenta con la operación de las máquinas eléctricas en modo generador, sus procesos de excitación, regulación de tensión y velocidad.</li> </ul>

- Conoce y experimenta con los diferentes tipos de pruebas que se aplican a máquinas eléctricas rotativas en modo motor y generador.

## 5. Competencias Previas

- Aplica los conceptos y leyes fundamentales de la electricidad y magnetismo.
- Aplica los conceptos de L.V.K. y L.C.K. para circuitos equivalentes.
- Conoce métodos y equipos de medición para circuitos eléctricos.
- Realiza conexión de circuitos y equipos eléctricos.

## 6. Temario

No	Temas	Subtemas
1	Fundamentos de máquinas rotativas	1.1 Interpretación del principio de la conversión de energía electromecánica. 1.2 Variables magnéticas. 1.3 Experimentación con circuitos magnéticos. 1.4 Principio del generador eléctrico 1.5 Experimentación del principio de acción motriz.
2	Máquinas de corriente directa.	2.1 Componentes de las máquinas de C.C. 2.2 Principio operacional de las máquinas de C.C., como generador y como motor. 2.3 El principio de conmutación. 2.4 Tipos de generadores (excitación separada, derivación, serie y compuesto) y obtención experimental de sus curvas características 2.5 Tipos de motores (derivación, excitación separada, serie y compuesto) y obtención experimental de sus curvas características. 2.6 Arranque y variación de carga para máquinas de C.C. 2.7 Experimentación del control de los motores de C.C.: arranque, velocidad, inversión de giro y frenado. 2.8 Aplicaciones de los motores de C.C.
3	Máquinas síncronas	3.1 Elementos de las máquinas síncronas. 3.2 Principio de operación de las máquinas síncronas como generador y como motor. 3.3 Obtención y medición de la fuerza electromotriz inducida y frecuencia. 3.4 Procedimiento para la sincronización de un generador. 3.5 Interpretación de la curva de operación de

		<p>un generador.</p> <p>3.6 Aplicación de los métodos de arranque de los motores sincrónicos.</p> <p>3.7 Interpretación de los datos de placa.</p> <p>3.8 Medición de potencia, par electromagnético y rendimiento.</p>
4	Motores de inducción	<p>4.1 Principio de operación motor jaula de ardilla.</p> <p>4.2 Principio de operación del motor con rotor devanado</p> <p>4.3 Experimentación de arranque, operación y control de velocidad de los motores de inducción jaula de ardilla y rotor devanado.</p> <p>4.4 Aplicaciones de los motores de inducción trifásicos.</p>
5	Motores Monofásicos	<p>5.1 Elementos básicos de los motores monofásicos</p> <p>5.2 Principio de operación del motor monofásico de inducción</p> <p>5.3 Experimentación con el arranque de los motores monofásicos de inducción</p> <p>5.4 Devanados de fase partida</p> <p>5.5 Motor por arranque por capacitor</p> <p>5.6 Operación continua por capacitor</p> <p>5.7 Motor universal</p> <p>5.8 Motor de polos sombreados</p>

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

TEMA 1. Fundamentos de máquinas rotativas	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Conoce los fundamentos de las máquinas rotativas mediante las leyes fundamentales del electromagnetismo y fuerza electromotriz.</li> </ul> <p>Genéricas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Organiza y planifica.</li> <li>Realiza búsqueda de información y discrimina por relevancia.</li> <li>Capacidad oral y escrita.</li> <li>Toma de decisiones.</li> <li>Soluciona problemas.</li> <li>Desarrolla habilidad para investigar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicar y experimentar con el principio de la conversión de la energía electromecánica.</li> <li>Buscar la relación de las variables eléctricas y magnéticas.</li> <li>Aplicar conceptos de manera teórica y experimental de la tensión inducida relacionando el movimiento mecánico.</li> <li>Aplicar conceptos de manera teórica y experimentalmente la interacción de campos magnéticos acoplados en la generación de fuerza y par.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica.</li> </ul>	
<b>TEMA 2. Máquinas de corriente directa.</b>	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conoce y experimenta con el principio del funcionamiento de la máquina de C.C. como generador o como motor.</li> <li>• Realiza el arranque y control de velocidad de los motores de C.C.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organiza y planifica.</li> <li>• Realiza búsqueda de información y discrimina por relevancia.</li> <li>• Capacidad oral y escrita.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> <li>• Soluciona problemas.</li> <li>• Desarrolla habilidad para investigar.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar visualmente las partes que conforman una máquina de C.C. y describir el principio de funcionamiento.</li> <li>• Determinar experimentalmente las curvas características en los diferentes tipos de conexión de las máquinas de C.C.</li> <li>• Obtener los parámetros de una máquina de C.C. para analizar su operación como generador y como motor.</li> <li>• Experimentar los diversos métodos de arranque, operación, control de velocidad de motores de C.C.</li> </ul>
<b>TEMA 3. Máquinas síncronas</b>	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conoce los principios de funcionamiento de la máquina síncrona como motor y como generador en el sistema eléctrico para controlar su operación.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organiza y planifica.</li> <li>• Realiza búsqueda de información y discrimina por relevancia.</li> <li>• Capacidad oral y escrita.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> <li>• Soluciona problemas.</li> <li>• Desarrolla habilidad para investigar.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiar el principio de funcionamiento de una máquina síncrona como motor o como generador.</li> <li>• Trazar los diagramas fasoriales resultantes de un alternador alimentando con cargas resistivas, inductivas y capacitivas.</li> <li>• Conocer las diferentes formas de arrancar el motor sincrónico.</li> <li>• Practicar con máquinas síncronas para conocer comportamiento.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica.</li> </ul>	
<b>TEMA 4. Motores de inducción</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<p><b>Específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliza las leyes del electromagnetismo para comprender el funcionamiento del motor de inducción.</li> <li>• Realiza el arranque de las máquinas de inducción.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organiza y planifica.</li> <li>• Realiza búsqueda de información y discrimina por relevancia.</li> <li>• Capacidad oral y escrita.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> <li>• Soluciona problemas.</li> <li>• Desarrolla habilidad para investigar.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar y experimentar con el principio de operación, construcción y funcionamiento de los motores de inducción.</li> <li>• Identificar las partes constitutivas del motor jaula de ardilla y del motor de rotor devanado.</li> <li>• Realizar pruebas experimentales para la obtención de parámetros de los motores de inducción.</li> <li>• Realizar pruebas experimentales para el arranque, operación y control de motores de inducción jaula de ardilla y rotor devanado.</li> <li>• Identificar ventajas y desventajas del motor de inducción jaula de ardilla.</li> <li>• Estudiar las diferentes aplicaciones del motor de inducción</li> </ul>
<b>TEMA 5. Motores Monofásicos</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<p><b>Específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conoce el funcionamiento y características de los motores monofásicos de inducción para determinar sus aplicaciones.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organiza y planifica.</li> <li>• Realiza búsqueda de información y discrimina por relevancia.</li> <li>• Capacidad oral y escrita.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> <li>• Soluciona problemas.</li> <li>• Desarrolla habilidad para investigar.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar visualmente las partes que componen al motor monofásico de inducción.</li> <li>• Conocer el funcionamiento del motor monofásico de inducción.</li> <li>• Conocer los métodos de arranque, operación y control de velocidad de los motores monofásicos de inducción.</li> <li>• Identificar los tipos de motores monofásicos, sus características y aplicaciones.</li> </ul>

## 8. Prácticas

1. Prueba de medición de fuerza electromotriz con diversas intensidades
2. Tensión inducida por acción móvil de campo magnético a diferentes velocidades
3. Obtener las curvas características de los generadores y motores de C.C.
4. Métodos de arranque de los motores de C.C.
5. Control de velocidad de los motores de C.C.
6. Generador de C.C. autoexcitado y excitado independiente con carga y sin carga
7. Arranque de motores síncronos y modificación del factor de potencia.
8. Obtención de la curva de saturación del generador síncrono y verificación de la frecuencia eléctrica de generación.
9. Obtención de curvas V de la máquina síncrona.
10. Arranque de motores de inducción jaula de ardilla de diferentes clases NEMA
11. Arranque de motor de inducción de rotor devanado con diferente resistencia de rotor, y operación en estado estable modificando la resistencia de rotor.
12. Pruebas de funcionamiento de motores de inducción con dinamómetro (eficiencia, factor de potencia, pérdidas, par vs deslizamiento)
13. Pruebas de vacío y rotor bloqueado del motor de inducción.
14. Arranque de los motores monofásicos de inducción.

## 9. Proyecto de 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**

- La evaluación debe ser un proceso continuo, dinámico y flexible enfocado a la generación de conocimientos sobre el aprendizaje, la práctica docente y el programa en sí mismo.
- Debe realizarse una evaluación diagnóstica al inicio del semestre para partir de saberes previos, expectativas e intereses que tengan los estudiantes.
- Durante el desarrollo del curso debe llevarse a cabo una evaluación formativa que permita retroalimentar el proceso de aprendizaje y establecer las estrategias para el logro de los objetivos establecidos.
- Al finalizar el curso debe realizarse una evaluación sumativa que se vincula con aquellas acciones que se orientan a dar cuenta de productos, saberes, desempeños y actitudes que se deben considerar para la calificación.
- Para la evaluación se sugiere utilizar diferentes herramientas tales como: Ejercicios, Reportes de búsqueda de información Portafolio del estudiante, Reporte de proyecto; Presentaciones.

### **11. Fuentes de información**

1. Nasar S. Electric Machines and Electromechanics. (2a. Ed.). McGraw Hill.
2. Groos Ch. A. Electric Machines. (1a. Ed.). CRC Press.
3. Kosow, I. L. Máquinas eléctricas y transformadores. (1ª Ed.). Reverte.
4. Fitzgerald, K., Máquinas eléctricas, (6a. Ed.). McGraw Hill Interamericana.
5. Chapman, Stephen J. Máquinas eléctricas. (5ª Ed.). McGraw Hill.