

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura:	Máquinas Eléctricas
Carrera:	Ingeniería en Energías Renovables
Clave de la asignatura:	ERF-1016
(Créditos) SATCA <sup>1</sup>	2 - 3 - 5

## 2.- PRESENTACIÓN

### **Caracterización de la asignatura.**

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero en energías renovables la capacidad para entender el funcionamiento de todas las máquinas eléctricas y las habilidades para ponerlas en operación.

Para integrar dicha materia se ha revisado el tipo de máquinas eléctricas que existen y sobre todo aquellas que más uso y aplicación tienen en la actualidad.

Esta materia es de aplicación de la ingeniería, que permitirá el desempeño profesional, por lo que está incluida en el sexto semestre de la carrera, ya que requiere de conocimientos previos de electromagnetismo y circuitos eléctricos. Lo tratado en esta materia se aplica en Auditoría energética, simulación de sistemas de energía renovables, formulación y evaluación de proyectos y tendrá las bases suficientes para emprender una especialidad ya que generalmente el elemento final de uso de una energía renovable está asociado a una máquina eléctrica funcionando como generador o motor.

### **Intención didáctica.**

Se organiza el temario, en cuatro unidades, agrupando los contenidos conceptuales de la

---

<sup>1</sup> Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

de cada tema al inicio de cada unidad y al final se estructuran temas de aplicación además de desarrollar prácticas de laboratorio específicas para cada unidad temática.

Se comienza con las leyes fundamentales del electromagnetismo que es el principio operacional de cualquier máquina eléctrica, haciendo referencia al manejo de estos temas en el comportamiento de todos los tipos de máquinas eléctricas.

En cada una de las cuatro unidades se ve específicamente una máquina eléctrica particular, solo en la cuarta unidad se tratan dos máquinas que son las de inducción, los servomotores y motores a pasos.

En cada unidad temática es importante destacar las partes que integran cada tipo de máquina y mostrar las diferencias que tienen con respecto a las demás máquinas, así como también conceptualizar los principios de operación, para que al finalizar se pueda integrar en conjunto los conocimientos y poder aplicarlos dentro del laboratorio para que el estudiante sea capaz de realizar las pruebas a las máquinas con la finalidad de determinar todos sus parámetros y con ellos realice un estudio real de las máquinas eléctricas.

Una vez abordado todos los estudios conceptuales y de aplicación, entonces será necesario que el alumno interaccione con las máquinas de manera continua dentro del laboratorio, realice conexiones, simule las variables críticas dentro de las máquinas y sea capaz de fundamentar las situaciones reales que se presenten.

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 contruoidos, 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, la discusión y la práctica que se dé la formalización; La interacción con las máquinas será después de este proceso con la finalidad de que el alumno tenga todos los elementos teóricos y prácticos para que pueda operar las máquinas eléctricas.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo sobre todo en lo referente a la interacción con el equipo 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, que tenga seguridad al aplicar sus conocimientos y 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, y no solo en lo referente al propio conocimiento ingenieril de esta asignatura.

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

Competencias específicas:	Competencias genéricas:
<p>Analizar el funcionamiento de las diferentes máquinas eléctricas, así como realizar una adecuada selección para su aplicación según el tipo de carga.</p> <p>Evaluar energéticamente la eficiencia de las máquinas eléctricas.</p> <p>.</p>	<p><b>Competencias instrumentales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar</li> <li>• Conocimientos básicos de la carrera</li> <li>• Conocimientos de circuitos eléctricos y magnéticos</li> <li>• Comunicación oral y escrita</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de software</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li> <li>• Solución de problemas</li> <li>• Toma de decisiones.</li> </ul> <p>Fomentar la responsabilidad y puntualidad en las actividades realizadas.</p>

	<p>Competencias interpersonales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y autocrítica</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades interpersonales</li> </ul> <p>Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> <li>• Búsqueda del logro</li> </ul>
--	---

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
<b>Instituto Tecnológico de Puebla, del 8 al 12 de junio de 2009.</b>	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Celaya, Minatitlán, Saltillo, Toluca, Milpa Alta Veracruz y Villahermosa.	Contexto global y nacional en energía. Marco jurídico nacional e internacional. Justificación de la carrera.
<b>Instituto Tecnológico de Puerto Vallarta, del 10 al 14 de Agosto de 2009.</b>	Representantes de los Institutos Tecnológicos de Chihuahua, Chihuahua II, Chilpancingo, Durango, La Piedad, León, Mexicali, Milpa Alta, Minatitlán, Saltillo, Toluca, Villahermosa, Orizaba y La Laguna.	Reunión de Diseño curricular de la carrera, definiendo la retícula y los programas sintéticos.
<b>Instituto Tecnológico de Villahermosa del 24 al</b>	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Toluca, Saltillo, Minatitlán	Formulación de programas desarrollados para las materias

<b>28 de agosto de 2009</b>	y Villahermosa	de primer semestre.
<b>Instituto Tecnológico de Chihuahua del 28 de agosto del 2009 al 21 de mayo de 2010.</b>	Representante de la academia de electrónica.	Formulación de propuesta de programa desarrollado por competencias.
<b>Instituto Tecnológico de Villahermosa del 24 al 28 de mayo de 2010</b>	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Chihuahua, León, Mexicali, Minatitlán, Saltillo, Toluca, Veracruz, Villahermosa y Milpa Alta.	Reunión Nacional de Consolidación de la carrera de Ingeniería en energías renovables.

## 5.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO (competencias específicas a desarrollar en el curso)

Analizar el funcionamiento de las diferentes máquinas eléctricas, así como realizar una adecuada selección para su aplicación según el tipo de carga.

Evaluar energéticamente la eficiencia de las máquinas eléctricas.

## 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Realizar conexiones eléctricas
- Conocer materiales de uso eléctrico y magnético
- Usar adecuadamente los instrumentos de medición eléctrica.
- Interpretar y resolver circuitos eléctricos en corriente alterna y corriente directa.
- Conocer las leyes del electromagnetismo.
- Trabajar en equipo
- Manejar número complejos y vectores

## 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Fundamentos de electromagnetismo y el transformador eléctrico.	1.1 Leyes fundamentales de electromagnetismo. Leyes de Maxwell. 1.2 Variables magnéticas. 1.3 El circuito magnético. 1.4 Principio operacional del transformador de voltaje. 1.5 Análisis del transformador ideal.

		<p>1.6 Circuito equivalente del transformador con núcleo de hierro.</p> <p>1.7 Análisis de la regulación de voltaje con diferentes tipos de cargas.</p> <p>1.8 Eficiencia de los transformadores a diferentes factores de potencia.</p> <p>1.9 Autotransformadores monofásicos.</p> <p>1.10 Conexiones de transformadores monofásicos en arreglos trifásicos.</p> <p>1.11 Conexiones de transformadores monofásicos en arreglos de autotransformadores trifásicos.</p> <p>1.12 Relaciones de transformación.</p>
2	Máquinas de corriente directa.	<p>2.1 Componentes de las máquinas de c.d.</p> <p>2.2 Principio operacional de las máquinas de c.d. como generador y como motor.</p> <p>2.3 Tipos de conexiones eléctricas.</p> <p>2.3.1 Ecuaciones de nodos y mallas para las diferentes conexiones en generadores y motores.</p> <p>2.4 Reacción de inducido.</p> <p>2.5 Conceptos de fuerza electromotriz en los generadores y fuerza contra electromotriz en los motores.</p> <p>2.6 Condiciones de arranque para los diferentes tipos de motores de c.d.</p> <p>2.7 Ecuaciones de par o torque para los motores de c.d.</p> <p>2.8 Curvas características de los diferentes tipos de motores de c.d. cuando operan bajo carga.</p> <p>2.8.1 Par vs. Corriente de inducido.</p> <p>2.8.2 Velocidad vs. Corriente de inducido.</p> <p>2.8.3 Par vs. Velocidad</p> <p>2.9 Control de los motores de c.d.</p> <p>2.9.1 En el arranque.</p> <p>2.9.2 Para el control de velocidad.</p> <p>2.9.3 Para la inversión de giro.</p> <p>2.9.4 En el frenado.</p> <p>2.10 Aplicaciones de los motores de c.d.</p>
3	Máquinas Síncronas	<p>3.1 Componentes de las máquinas sincrónicas.</p> <p>3.2 Principio operacional de las máquinas sincrónicas como generador y como motor.</p> <p>3.3 Tipos de generadores sincrónicos y formas de excitación.</p> <p>3.4 Fuerza electromotriz y frecuencia. Ecuaciones básicas.</p>

4	Motores de corriente alterna y servomotores.	<p>3.5 Análisis fasorial del generador sincrónico bajo diferentes tipos de cargas.</p> <p>3.6 Porcentaje de regulación de voltaje. Para factores de potencia unitario, en atraso y en adelanto.</p> <p>3.7 Operación en paralelo de los generadores sincrónicos.</p> <p>3.8 Métodos de arranque de los motores sincrónicos.</p> <p>3.9 Análisis fasorial del motor sincrónico bajo diferentes condiciones de carga y de excitación.</p> <p>3.10 Potencia y par.</p> <p>3.11 Determinación de las curvas V.</p> <p>3.12 Aplicaciones de los generadores y motores sincrónicos.</p> <p>4.1 Tipos de motores de inducción asíncronos trifásicos.</p> <p>4.2 Motor de rotor devanado, WRIM.</p> <p>4.3 Operación de los motores asíncronos trifásicos. Principio operacional del campo magnético giratorio.</p> <p>4.4 Métodos de arranque de los motores SCIM y WRIM.</p> <p>4.5 Aplicaciones de los motores de inducción trifásicos.</p> <p>4.6 Servomotores</p> <p>4.7 Motores a pasos.</p> <p>4.8 Identificación de los tipos de motores a pasos</p> <p>4.9 Aplicación de los servomotores y motores a pasos.</p>
---	--	---

## 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 a través del tiempo 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. Ejemplos: electromagnetismo y sus leyes: Aplicación del conocimiento: trabajar con transformadores reales
- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes. Ejemplo: aplicaciones de las máquinas eléctricas
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes. Ejemplo: realización de prácticas de laboratorio y trabajos de investigación.
- 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. Ejemplos: elaborar proyectos de ahorro de energía, poner en operación sistemas de energías renovables, operar y controlar motores y generadores, etc.
- Propiciar el desarrollo de capacidades intelectuales relacionadas con la lectura, la escritura y la expresión oral. Ejemplos: trabajar las actividades prácticas a través de guías escritas, redactar reportes e informes de las prácticas de laboratorio, exponer al grupo las conclusiones obtenidas durante las observaciones adquiridas durante las prácticas.
- Facilitar el contacto directo con materiales e instrumentos, al llevar a cabo actividades prácticas, para contribuir a la formación de las competencias para el trabajo experimental como: manejo de instrumentos de medición eléctrica y mecánica, así como conexiones eléctricas.
- Propiciar el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, que encaminen hacia la investigación, incluyendo para ello en el curso evaluación de casos prácticos.
- 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; así como la aplicación en energías renovables.
- Cuando los temas lo requieran, 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, graficadores, software especializado, plataforma educativa, Internet, 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:
  - Reportes de las practicas de laboratorio hechas durante el curso, así como de las conclusiones obtenidas de dichas observaciones.
  - Información obtenida durante las investigaciones documentales solicitadas plasmada en documentos escritos.
  - Descripción de otras experiencias concretas que podrían realizarse adicionalmente.
  - Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
  - Ponencias de los estudiantes cuando sea el caso.
  - Resúmenes de temas específicos de consulta.
  - Libreta de tareas.

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Fundamentos de electromagnetismo y el transformador eléctrico.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Identificar los diferentes tipos de transformadores eléctricos  Conocer el principio de funcionamiento de las máquinas eléctricas.  Identificar el lado de alta y de baja de un transformador  Modelar el comportamiento de los transformadores.  Realizar conexiones entre transformadores.  Analizar el transformador eléctrico operando como autotransformador.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar la aplicación de las leyes del electromagnetismo en las máquinas eléctricas.</li> <li>• Desarrollar las leyes del electromagnetismo aplicadas a las máquinas eléctricas.</li> <li>• Hacer la prueba de polaridad instantánea de un transformador.</li> <li>• Identificar las partes de un transformador</li> <li>• Energizar un transformador con bajo voltaje en un lado y medir el voltaje en el otro lado para así determinar su relación de transformación.</li> <li>• Realizar las pruebas de cortocircuito y circuito abierto a diferentes tipos de transformadores.</li> <li>• En función de las pruebas de cortocircuito y circuito abierto determinar los parámetros del transformador y su circuito equivalente.</li> <li>• Determinar el comportamiento de los transformadores cuando estos operan bajo diferentes cargas, construyendo los diagramas fasoriales correspondientes.</li> <li>• Realizar cálculo de parámetros del transformador en función de la variación de la</li> </ul>

	<p>frecuencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la eficiencia y regulación de voltaje en los transformadores eléctricos.</li> <li>• Identificar los transformadores trifásicos.</li> <li>• Conocer los diferentes tipos de conexión de transformadores monofásicos en bancos trifásicos.</li> <li>• Realizar conexiones de bancos trifásicos de transformadores monofásicos.</li> <li>• Investigar la diferencia entre un transformador y un autotransformador</li> <li>• Interpretar la potencia transferida y la potencia transformada dentro de un autotransformador</li> <li>• Realizar la conexión de un transformador monofásico como autotransformador y corroborar que opera a una potencia mayor que si operara como transformador</li> </ul>
--	---

## Unidad 2: Máquinas de corriente directa.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Identificar las partes en una máquina de corriente directa.</p> <p>Conocer el principio de funcionamiento de la máquina de cd como motor y como generador.</p> <p>Realizar los diferentes tipos de conexión de las máquinas de CD.</p> <p>Controlar los parámetros de los diferentes tipos de máquinas de CD.</p> <p>Determinar las curvas características en los diferentes tipos de conexión de las máquinas de CD.</p> <p>Seleccionar el tipo de máquina de CD para cualquier tipo de aplicación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar e identificar las partes que conforman una maquina de CD</li> <li>• Conocer el principio de funcionamiento de una máquina de CD.</li> <li>• Conocer los parámetros que se utilizan para el estudio de una máquina de CD.</li> <li>• Entender el comportamiento de la máquina de CD como generador.</li> <li>• Realizar los diferentes tipos de conexiones de la máquina de CD como generador.</li> <li>• Analizar el comportamiento de los diferentes tipos de conexiones de la máquina de CD como generador.</li> <li>• Realizar los diferentes tipos de conexiones de la máquina de CD como motor.</li> <li>• Analizar el comportamiento de los diferentes tipos de conexiones de la máquina de CD como motor.</li> <li>• Determinar la curva de magnetización de una maquina de CD</li> <li>• Determinar y analizar las curvas características de la máquina de CD.</li> <li>• En base a las curvas de magnetización y par</li> </ul>

	velocidad de la máquina de CD determinar que tipo de conexión de la máquina de CD se requiere para algunas aplicaciones industriales.
--	---

### Unidad 3: Máquinas Síncronas.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Identificar las partes en una máquina sincrónica.</p> <p>Entender el comportamiento del campo magnético giratorio.</p> <p>Conocer el principio operacional de la máquina síncrona como motor y como generador.</p> <p>Realizar la conexión de la máquina síncrona como motor y como generador.</p> <p>Controlar los parámetros de operación de la máquina síncrona.</p> <p>Determinar las curvas características de la máquina sincrónica como motor y como generador.</p> <p>Realizar las pruebas correspondientes a la máquina sincrónica.</p> <p>Conectar un alternador en paralelo con otro y con un sistema de potencia.</p> <p>Arrancar un motor síncrono mediante diferentes métodos.</p> <p>Seleccionar máquinas síncronas para cualquier tipo de aplicación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar e identificar las partes que conforman una maquina sincrónica</li> <li>• Conocer el principio de funcionamiento de una máquina síncrona.</li> <li>• Investigar que es y cómo funciona el campo magnético giratorio.</li> <li>• Entender cómo se puede cambiar el sentido de giro del campo magnético giratorio.</li> <li>• Conocer los parámetros que se utilizan para el estudio de una máquina síncrona.</li> <li>• Entender el comportamiento de la máquina síncrona como generador.</li> <li>• Realizar las conexiones de la máquina síncrona como generador.</li> <li>• Realizar las pruebas de resistencia de armadura, cortocircuito y circuito abierto de la máquina síncrona.</li> <li>• Elaborar el circuito equivalente de la máquina síncrona.</li> <li>• Analizar el comportamiento de la máquina síncrona como generador alimentando diferentes tipos de cargas.</li> <li>• Trazar los diagramas fasoriales resultantes de un alternador alimentando cargas resistivas, inductivas y capacitivas.</li> <li>• Realizar variaciones de los parámetros (velocidad, corriente de campo) para el control de voltaje y frecuencia en un generador.</li> <li>• Entender la información que contiene un diagrama de casa</li> <li>• Investigar los parámetros necesarios para poder conectar un alternador en paralelo con otro o un sistema de potencia.</li> <li>• Conectar un alternador en paralelo con otro y con un sistema de potencia.</li> <li>• Investigar las diferentes formas de arrancar el motor sincrónico.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar las curvas V para un motor síncrono.</li> <li>• Conocer las relaciones para determinar de forma teórica el par y la potencia de un motor síncrono.</li> <li>• Arrancar un motor síncrono.</li> <li>• Conocer los parámetros de control en un motor síncrono.</li> <li>• Ejemplificar con casos prácticos la selección de máquinas sincrónicas.</li> </ul>
--	---

#### Unidad 4: Motores de corriente alterna y servomotores.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Identificar las partes en una máquina asíncrona.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar e identificar las partes que conforman una maquina de asíncrona con rotor jaula de ardilla y con rotor devanado.</li> </ul>
Conocer el principio de funcionamiento de la máquina asíncrona.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer el principio de funcionamiento de una máquina de CA.</li> </ul>
Conocer los diferentes tipos de máquinas de inducción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer los parámetros que se utilizan para el estudio de una máquina de CA.</li> </ul>
Controlar los parámetros de los diferentes tipos de máquinas de CA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer el circuito equivalente de una máquina asíncrona y ver su semejanza con la de un transformador.</li> </ul>
Determinar las curvas características de las máquinas de CA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar la conexión de los diferentes tipos de máquinas asíncronas.</li> </ul>
Seleccionar el tipo de máquina de CA para cualquier tipo de aplicación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arrancar y controlar los diferentes tipos de máquinas asíncronas.</li> </ul>
Identificar los diferentes tipos de servomotores y motores a pasos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar los diferentes tipos de motores a pasos y servomotores que existen.</li> </ul>
Conocer el principio de operación de los servomotores y motores a pasos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer el principio de funcionamiento de los motores a pasos y servomotores.</li> </ul>
Identificar los diferentes motores a pasos y servomotores.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los diferentes tipos de motores a pasos en función al número de conductores que salen de ellos.</li> </ul>
Conectar y operar motores a pasos y	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar pruebas de secuencia en función a los conectores en un motor de pasos.</li> <li>• Arrancar y operar un motor a pasos.</li> <li>• Investigar la utilización de los motores a pasos.</li> <li>• Conocer como se opera un motor a pasos mediante un circuito de control y mediante un PLC.</li> </ul>

servomotores.	
---------------	--

## 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Irving Kosow, *Maquinas eléctricas y transformadores*, Ed. Prentice Hall
2. Stephen J Chapman, *Máquinas Eléctricas*, Ed. Mc. Graw Hill.
3. Theodore Wildi, *Máquinas Eléctricas y sistemas de potencia*, Ed. Pearson.

**12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS** (aquí sólo describen brevemente, queda pendiente la descripción con detalle).

- Pruebas de corto circuito y circuito abierto a un transformador.
- Conexiones de transformadores monofásicos para formar bancos de transformación trifásica.
- Conexión de un transformador monofásico en un autotransformador
- Elaborar las curvas características de la máquina de CD.
- Pruebas de resistencia, cortocircuito y circuito abierto de la máquina sincrónica.
- Análisis de la máquina sincrónica como motor.
- Análisis de la máquina sincrónica como generador.
- Sincronización de generadores sincrónicos.
- Arranque de un motor sincrónico y operación bajo carga.
- Arranque de los motores monofásicos y trifásicos de inducción.
- Identificación de diferentes motores a pasos.
- Arranque y control de motores de pasos.