

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Metrología Mecánica y Eléctrica
Clave de la asignatura:	ERF-1020
SATCA¹:	3 - 2 - 5
Carrera:	Ingeniería en Energías Renovables

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del ingeniero en energías renovables las competencias que le permitan comprender y aplicar la metrología mecánica y eléctrica en sistemas de procesos industriales, comercial y de generación, además le proporciona al estudiante las herramientas básicas de medición de todas las variables eléctricas.

En esta asignatura el estudiante conocerá los principios físicos y electrotécnicos de las mediciones eléctricas, así como los alcances y limitaciones de cada uno de los métodos que pueden emplearse para la realización de dichas mediciones. Conocerá el diagrama a bloques, el diagrama esquemático de los principales instrumentos de medición y los aprenderá a operar de acuerdo al manual del fabricante y de acuerdo a las normas de seguridades nacionales e internacionales.

En la sección perteneciente a competencias previas se requiere se mencionan las competencias que el estudiante requiere para entender bien la asignatura.

Esta asignatura es sustento previo de las asignaturas en las que requiera realizar de mediciones, en las áreas de circuitos eléctricos, máquinas eléctricas, instalaciones eléctricas y administración y técnicas de conservación entre las más impactadas.

La asignatura sirve de soporte al entendimiento de materias de aplicación como son Circuitos Eléctricos I, Circuitos Eléctricos II, Termodinámica, Mecánica de fluidos, Instrumentación, Instalaciones Eléctricas, Energía Eólica, Sistemas solares fotovoltaicos, Sistemas Térmicos, Máquinas Eléctricas y Administración y Técnicas de Conservación ya que Metrología es la introducción a las variables de medición como voltaje, corriente, temperaturas, etc. empleando el sistema internacional de unidades y otros factores de conversión y sienta los conocimientos requeridos para la elección de instrumentos de medición y la precisión de éstos.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

Intención didáctica

La asignatura está compuesta por cinco temas que están distribuidas de la siguiente manera: En el tema 1 se presentan los conceptos que dan fundamento al estudio de la materia. El tema 2 está formado por mediciones mecánicas ya que en la generación de energía estos equipos son imprescindibles por lo que se debe destacar su importancia en el mantenimiento y conservación del equipo. El tema 3 presenta las mediciones eléctricas de suma importancia que determinara el análisis de las diferentes variables eléctricas como son voltaje corriente y potencia. En tema 4 comprende los lineamientos de la normalización nacional e internacional de medidas donde se verán aspectos fundamentales de medidas. El tema 5 se refiere a la utilización de los instrumentos especiales de medición con un enfoque practico para poder comprender mejor el mantenimiento a las maquinas eléctricas y las instalaciones eléctricas.

Es importante que el estudiante trabaje de forma autónoma con ejercicios extraclase y que el docente guie a los estudiantes para conocer la mayor cantidad posible de instrumentos de medición, su operación y las aplicaciones.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico Superior de Puerto Vallarta del 10 al 14 de agosto de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Chihuahua, Chihuahua II, Chilpancingo, Durango, La Laguna, La Piedad, León, Mexicali, Milpa Alta, Minatitlán, Orizaba, Saltillo, Toluca, Veracruz y Villahermosa.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones, Ingeniería en Energías Renovables, Ingeniería Petrolera y Gastronomía.
Instituto Tecnológico de Villahermosa del 24 al 28 de mayo de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Chihuahua, La Laguna, León, Mexicali, Milpa Alta, Minatitlán, Toluca, Veracruz y Villahermosa.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Geociencias, Ingeniería en Energías Renovables, Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones, y Gastronomía.

Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, del 24 al 27 de junio de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Cd. Victoria, Cintalapa, Huichapan, Mexicali, Motúl, Progreso y Tequila.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las Carreras de Ingeniería en Energías Renovables, Ingenierías en Geociencias, Ingeniería en Materiales y Licenciatura en Biología del Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos.
Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Progreso.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<p>Utiliza los instrumentos de medición y prueba para la medición e interpretación de variables eléctricas en componentes y circuitos eléctricos.</p> <p>Selecciona y utiliza los diferentes instrumentos de medición de variables mecánicas y eléctricas; apoyándose en las normas nacionales e internacionales vigentes. Además de utilizar los equipos de prueba para verificar el estado en que se encuentran las máquinas y equipos electromecánicos.</p>

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza herramientas estadísticas para el análisis e interpretación de un conjunto de datos. • Analiza y desarrolla diseños experimentales de dos o más factores para su aplicación en el área de la ingeniería renovable. • Comprende y aplica los conceptos básicos de las leyes y principios fundamentales de la electricidad y el magnetismo para entender el funcionamiento de equipos eléctricos.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a la metrología	1.1 Concepto de medición y medida 1.2 Sistemas de unidades 1.3 Error, exactitud y precisión 1.4 Sensibilidad 1.5 Formas de ondas 1.6 Frecuencia, periodo y amplitud 1.7 Valor promedio, pico y valor eficaz 1.8 Normas de seguridad en las mediciones eléctricas.
2	Mediciones mecánicas.	2.1. Medición con instrumentos básicos: Calibradores, micrómetro, galgas extensiométricas, Goniómetro, Durómetro, Rugosímetro, Distanciómetro, Torquímetro, Tacómetro. 2.2 Instrumentos de medición de presión temperatura, flujo y nivel.
3	Mediciones eléctricas.	3.1 Teoría básica de los Instrumentos de medición de C.A y CD: Voltmetro, Amperímetro, Óhmetro, Watmetro. Puentes de Wheastone. Kelvi, y Wien, 3.2 Medición de: Resistencia, Capacitancia, Inductancia Impedancia. 3.3 Medición de voltaje y corriente 3.4 Medición de Potencia eléctrica monofásica y polifásica 3.5 Medición de Energía Eléctrica.
4	Normalización nacional e internacional.	4.1. Aspectos fundamentales de la normalización 4.2 Organismos nacionales de normalización y certificación Sistema nacional de calibración 4.3. Normas oficiales mexicanas, nacionales e internacionales.
5	Instrumentos especiales de medición	5.1 Medición de corriente, voltaje y potencia con instrumento de gancho 5.2 Medición de factor de potencia con el factorímetro 5.3 Medición de variables eléctricas con el osciloscopio 5.4 Utilización del generador de señales. 5.5 Medición de resistencia de aislamiento con el MEGGER. 5.6 Medición de la resistencia a tierra. Con

	<p>el Megger de tierras. 5.7 Medición de la secuencia de con el fase. Secuenciómetro 5.8 Medición de frecuencia con el Frecuencímetro.</p>
--	--

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Conceptos básicos de medición.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Aplica los conocimientos básicos de metrología para realizar mediciones considerando la exactitud y precisión.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</p> <p>Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar los conceptos básicos de la metrología. • Realizar un cuadro comparativo de los diferentes sistemas de unidades. • Describir las características de una señal senoidal y determinar sus valores máximo, pico a pico, promedio y eficaz. • Realizar mediciones de las características de una señal senoidal con software de simulación. • Investigar las normas de seguridad para la medición de señales eléctricas.
Mediciones mecánicas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Conoce y utiliza las leyes físicas que describen el funcionamiento de los instrumentos de mediciones mecánicas para la elección de éstos para una aplicación específica.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar en diversas fuentes, las aplicaciones y características de los instrumentos básicos de mediciones mecánicas. • Operar de manera adecuada los instrumentos de medición dimensional y seleccionarlos de acuerdo a los criterios establecidos de precisión y exactitud necesarios. • Realizar prácticas de laboratorio donde se evidencie el empleo correcto de los instrumentos mecánicos básicos. • Investigar en los manuales de los instrumentos mecánicos las características especiales de estos y realizar una demostración práctica.

Mediciones eléctricas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Comprende las leyes físicas y los conceptos básicos que describen el funcionamiento de los instrumentos de mediciones eléctricas para seleccionar y utilizar de manera apropiada cada éstos para una aplicación específica.</p> <p>Genéricas</p> <p>Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar prácticas de laboratorio donde emplee de manera correcta los instrumentos básicos de medición eléctrica. • Explicar el funcionamiento de los instrumentos básicos y la forma correcta de realizar mediciones eléctricas. • Explicar las funciones y controles de los circuitos del osciloscopio que permiten observar una o más señales eléctricas. • Conocer el modo de operación X-Y, explicar su utilidad para la medición de desfases y relación de frecuencia entre dos señales sinusoidales (figuras de Lissajous). • Presentar ejercicios demostrativos de la extracción de parámetros de una señal de c.a. • Conocer los métodos directos (Óhmetro), indirectos (voltímetro-amperímetro) y nulidad (Puente de Wheaton) para la medición de resistencias. • Calcular la impedancia de circuitos en serie y en paralelo • Comprender el funcionamiento de los puentes de Maxwell, Hay, Schering y de comparación, así como sus características. • Medir los valores de inductancias y capacitancias por los métodos indirecto (Técnico) y nulidad (puentes). • Comprender los conceptos de potencia y energía. • Comprender la diferencia entre la potencia en circuitos de cc y en ca donde interviene el desfase entre la corriente y el voltaje, la potencia reactiva, la potencia aparente el f.p. y su relación por medio del triangulo de potencia. • Explicar el principio de funcionamiento

	<p>de los medidores de potencia y energía real y reactiva monofásicos y su forma de conectarse a los sistemas eléctricos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprender como se desarrolla la potencia en circuitos trifásicos estrella y delta. • Explicar el principio de funcionamiento de los medidores potencia y energía real y reactiva trifásicos y su conexión a los sistemas eléctricos. • Comprender la función de los transformadores de medición y su correcta medición a los medidores. • Conectar correctamente los medidores de factor de potencia.
Normalización nacional e internacional	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Conoce y aplica las normas nacionales e internacionales para la calibración de instrumentos y la estandarización de las mediciones.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente</p> <p>Habilidad para trabajar en contextos internacionales</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Buscar y seleccionar información sobre la clasificación de instrumentos. • Buscar y seleccionar información de normas utilizadas en instrumentación. • Identificar en planos de procesos reales las normas utilizadas en instrumentación. • Realizar visitas industriales y realizar una mesa de diálogo sobre los procesos observados, con su respectivo informe. • Investigar cuales son las leyes en las que se fundamenta la metrología en México.
Instrumentos especiales de medición	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Identifica el instrumento de medición requerido para aplicaciones específicas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Describir como se realiza una medición utilizando un osciloscopio • Utilizar un generador de señal para analizar los diferentes tipos de señales que son útiles en el análisis de circuitos

<p>Genéricas:</p> <p>Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aprender el uso del multímetro ampérmetro y factorímetro de gancho en la medición de señales eléctricas. • Describir como se utiliza un megaóhmetro para medir la resistencia de aislamiento. • Describir que es un medidor de LCR • Realizar las mediciones de resistencia a tierra, medición del factor de potencia, mediciones de frecuencia y secuencia de fases. • Realizar la medición de velocidad en motores eléctricos.
---	--

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> • Mediciones mecánicas con los siguientes instrumentos: Calibradores, micrómetro, galgas extensiométricas, goniómetro, durometro, rugosímetro, distanciometro, torquímetro, tacómetro. manómetros, termómetros, flujómetros. • Medición de tensiones y corrientes en C.D. y C.A. • Medición de resistencias por varios métodos. • Medición de inductancias, capacitancias e impedancias. • Medición de potencia en C.D. y C.A. • Medición de energía eléctrica. • Medición de señales por medio del osciloscopio digital. • Medición de la resistencia de aislamiento. • Medición de la resistencia a tierra. • Medición del factor de potencia. • Medición de frecuencia. • Medición de secuencia de fases. • Medición de velocidad angular. • Medición de las características de una señal senoidal con software de simulación.
--

9. Proyecto de asignatura

<p>El objetivo del proyecto que plantee el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:

- Reportes escritos de las prácticas desarrolladas, con base al formato establecido.
- Reporte escrito de las investigaciones documentales solicitadas.
- Descripción de otras experiencias concretas que podrían realizarse adicionalmente.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y prácticos.
- Reporte de simulaciones y conclusiones obtenidas en éstas.
- Participación en clase
- Integrar el portafolio de evidencias
- Manejo de los instrumentos y equipos

11. Fuentes de información

1. Carlos Gonzales y Ramon Zeleny (1998) . Metrologia. México: Mc Graw Hill.
- 2.-Guerrero Peña, A. y Díaz Londoño G.M (2007) *Introducción de errores en la medición*. Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM).
- 3.. Glaser M., and Kochsiek M. (2010) *Handbook of Metrology*. USA: Wiley
4. Wolf Stanley & Smith Richard (1992). F.M., *Guía para mediciones electrónicas y Prácticas de laboratorio*. México: Pearson
5. Bakshi, U.A., Bakshi A.V & Bakshi K.A (2008) *Electrical measurements and measuring instruments*. India: Technical Publications Pune.
6. Mandado Enrique, Lago Alfonso, Perfecto Mariño,(1995), *Instrumentación Electrónica*, México Ed. Grupo Alfaomega
7. Centro Metrológico de México. *Manual de Metrología Mecánica. Expresión de la incertidumbre de medición*. <http://www.cmm.com.mx/instituto%20libreria.ht>

