

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura :	<b>Mediciones Eléctricas</b>
Carrera :	<b>Ingeniería Eléctrica</b>
Clave de la asignatura :	<b>ELD-1018</b>
SATCA <sup>1</sup>	<b>2 - 3 - 5</b>

## 2.- PRESENTACIÓN

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

Esta asignatura aporta al perfil del ingeniero eléctrico las herramientas básicas de medición, ya que en el proceso de instalación de sistemas eléctricos de potencia se deberán de usar procesos de medición de variables eléctricas, así como en los procesos de ahorro de energía y de instalaciones eléctricas.

Las mediciones eléctricas constituyen un fundamento básico en la formación de un ingeniero eléctrico. Es necesario conocer aspectos generales de las mediciones, como es el tratamiento estadístico de datos y también las técnicas e instrumental necesario para realizar mediciones de voltaje, corriente, resistencia, frecuencia, potencia y energía, que son de extrema importancia en el campo de Ingeniería Eléctrica.

En esta asignatura el alumno 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.

Esta materia es sustento previo de las asignaturas en las áreas de circuitos eléctricos, máquinas eléctricas, electrónica, control, automatización y mantenimiento eléctrico, y aquellas directamente vinculadas con desempeños profesionales; la materia se coloca en el tercer semestre de la retícula. La asignatura se aplica en el estudio de los temas: sistemas de unidades, tipos de errores en las mediciones, medición de parámetros eléctricos con diferentes equipos de medición.

### **Intención didáctica.**

En la unidad uno se conoce y describe el concepto de metrología; como se forman y

---

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

se clasifican los sistemas de unidades. Se conocerán las características principales de una señal senoidal periódica y se mencionarán sus usos y ventajas como fuente de alimentación principal y cuáles son las normas de seguridad que el operario y las instalaciones deben de cumplir para evitar riesgos de accidentes.

En la segunda unidad, se describe el concepto de patrón de medición, su clasificación y cuáles son las normas vigentes con los cuales se establecen. Además se detallan cuales son los patrones que se utilizan según el tipo de variable a medir.

En la tercera unidad, se conoce cuales son los medidores tipo analógicos y se describirán las ventajas y desventajas del uso de cada uno de ellos en la medición de variables eléctricas. Se realiza una descripción de las partes que forman un waththorimetro y cómo deben instalarse para medir consumos de sistemas monofásicos y polifásicos

En la cuarta unidad estudian los tipos de puentes para corriente directa y para corriente alterna como, medidores de elementos desconocidos de inductancias, capacitancias y resistencias. Además se aprende a construir puentes para medir valores de resistencias, inductancias, capacitancias y frecuencias desconocidas.

En la unidad cinco se aprende el uso y operación de equipos de medición electrónicos existentes en la actualidad y se describe cuáles son sus beneficios en la medición de variables eléctricas.

Para que se logre el aprendizaje significativo en esta asignatura, se sugiere que una vez comprendidos los conceptos básicos de la medición, se haga una clasificación de los tipos de medidores y que el alumno sea capaz de construir un equipo analógico básico de medición capaz de ser útil para el análisis práctico de circuitos eléctricos.

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

#### Competencias específicas:

Utilizar apropiadamente los instrumentos de medición y prueba, para la medición e interpretación de variables eléctricas en componentes y circuitos eléctricos.

#### Competencias genéricas:

##### Competencias instrumentales

- Solución de problemas
- Pensamiento crítico
- Formular preguntas
- Investigar información relevante
- Uso eficiente de información
- Presentar datos
- Expresión oral
- Expresión escrita.

##### Competencias interpersonales

- Conducir discusiones y conversaciones
- Trabajo en equipo
- Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas.
- Responsabilidad
- Capacidad crítica y autocrítica
- Trabajo en equipo
- Habilidades interpersonales

##### Competencias sistémicas

- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad de aprender.
- Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones.
- Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.
- Iniciativa y espíritu emprendedor.
- Búsqueda del logro.

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
<p>Instituto Tecnológico Superior de Irapuato del 24 al 28 de agosto de 2009.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Chetumal, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Coahuila, Coahuila de Zaragoza, Culiacán, Durango, Hermosillo, La Laguna, Mérida, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Saltillo, Tlalnepantla, Valle De Bravo y Veracruz</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería en Eléctrica.</p>
<p>Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 1 de septiembre al 15 de diciembre.</p>	<p>Academias de Ingeniería Eléctrica de los Institutos Tecnológicos de: Chihuahua, Superior de Coahuila de Zaragoza, Tlalnepantla, Pachuca, Ciudad Guzmán</p>	<p>Elaboración del programa de Estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.</p>
<p>Reunión Nacional de Consolidación del Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales del 25 al 29 de enero del 2010 en el Instituto Tecnológico de Mexicali.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Chetumal, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Coahuila de Zaragoza, Culiacán, Durango, Hermosillo, La Laguna, Mérida, Mexicali, Orizaba, Pachuca, Saltillo, Tlalnepantla, Valle De Bravo y Veracruz</p>	<p>Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Eléctrica</p>

## 5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Utilizar apropiadamente los instrumentos de medición y prueba, para la medición e interpretación de variables eléctricas en componentes y circuitos eléctricos.

## 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Traduce adecuadamente manuales técnicos.
- Calcula integrales definidas.
- Calcula medidas de tendencia central y de dispersión.
- Aplica los conceptos y leyes básicas de la electrodinámica.

## 7.- TEMARIO

Unidad	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 y valor eficaz de señales periódicas 1.8 Normas de seguridad en la medición de señales eléctricas
2	Patrones de medición	2.1 Definición de los patrones de medición 2.2 Clasificación de los patrones de medición 2.3 Patrones para unidades eléctricas: corriente eléctrica, tensión resistencia, capacitancia. Inductancia, potencia y energía.
3	Instrumentos básicos de medición	3.1 Clasificación de los instrumentos de medición analógicos y su construcción. 3.2 Uso y aplicación de: voltímetro, amperímetro, wattmetro, óhmetro.
4	Medición de parámetros y variables eléctricas	4.1 Teoría del funcionamiento de los puentes de corriente continua simple (Wheatstone) y doble (Thomson). 4.2 Teoría del funcionamiento de los puentes de corriente alterna de Maxwell, Wien, Hay y Schering, para la medición de inductancias y capacitancias. 4.3 Medición de impedancias 4.4 Prueba de dispositivos semiconductores 4.5 Medición de potencia y energía en CD y

		<p>CA monofásicas y trifásicas.</p> <p>4.6 Medición de factor de potencia</p> <p>4.7 Uso de los TP's, TC's y generadores de señales.</p>
5	Instrumentos especiales de medición	<p>5.1 Principio de operación de los instrumentos de medición digitales y especiales.</p> <p>5.2 Operación y uso del multímetro</p> <p>5.3 Operación y uso del instrumento de gancho</p> <p>5.4 Operación y uso del osciloscopio</p> <p>5.5 Operación y uso del Megger.</p> <p>5.6 Operación y uso del medidor LCR</p> <p>5.7 Operación y uso de resistencia a tierra</p> <p>5.8 Operación y uso de Fasorímetros</p> <p>5.9 Operación y uso de Frecuencímetros</p> <p>5.10 Operación y uso de Tacómetros.</p>

## **8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS**

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 para la construcción de nuevos conocimientos. Todo esto se propiciará mediante el desarrollo de los siguientes puntos:

- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.
- Propiciar el uso de las tecnologías de información y comunicación en el desarrollo de los contenidos de la asignatura.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración entre los estudiantes.
- Propiciar, en el estudiante, el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminan hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y la solución de problemas.
- Llevar a cabo actividades prácticas que promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: observación, identificación manejo y control de de variables y datos relevantes, planteamiento de hipótesis, de trabajo en equipo.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Propiciar el uso adecuado de conceptos, y terminología científico-tecnológica.
- 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 con las prácticas de una ingeniería con enfoque sustentable.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.

## 9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación de la asignatura se hará con base en siguiente desempeño:

- Reporte de las prácticas realizadas en el laboratorio, utilizando listas de cotejo.
- Revisión de las actividades extraclase antes de cada evaluación ordinaria.
- Efectuar evaluaciones rápidas para fomentar la lectura anticipada.
- Considerar en la evaluación final las investigaciones realizadas como apoyo del contenido del curso, y formar un portafolio de evidencias.

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: **Introducción a la metrología**

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Aplicar los conocimientos básicos del proceso de medición.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar los conceptos básicos de la metrología.</li><li>• Realizar un cuadro comparativo de los diferentes sistemas de unidades.</li><li>• Describir las características de una señal senoidal y determinar sus valores promedio y eficaz.</li><li>• Realizar mediciones de las características de una señal senoidal con software de simulación.</li><li>• Realizar experimentos de laboratorio que permitan ejercitar el razonamiento, la reflexión y el uso de herramientas para la verificación de instrumentos de medición.</li></ul>

### Unidad 2: **Patrones de medición**

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Identificar y aplicar los diferentes patrones de medición.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar que es un patrón de medición.</li><li>• Investigar cuales son las instituciones u organismos que certifican patrones de medición en México y patrones internacionales.</li><li>• Investigar cuales son las leyes en las que se fundamenta la metrología en México.</li><li>• Realizar prácticas de laboratorio poniendo</li></ul>



	énfasis en los diferentes patrones existentes.
--	--

### Unidad 3: Instrumentos básicos de medición

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Clasificar y utilizar los instrumentos básicos de medición analógicos y digitales en la medición de parámetros eléctricos y explica sus principios de funcionamiento, aplicaciones y sus limitaciones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar los tipos y la clasificación de los instrumentos de medición analógicos</li> <li>• Realizar un esquema de las partes que forman a un medidor tipo magnetométrico y mencionar sus ventajas y desventajas</li> <li>• Describir y realizar un esquema de las partes que forman a un medidor tipo hierro móvil y mencionar sus ventajas y desventajas.</li> <li>• Describir detalladamente las partes que forman a un medidor tipo electrodinámico y mencionar sus ventajas y desventajas.</li> <li>• Mencionar las partes que forman a un medidor tipo inducción, realizar un esquema y mencionar sus ventajas y desventajas.</li> <li>• Explicar las partes que forman a un wattorímetro e indicar como se conecta en un sistema monofásico y en sistemas polifásicos.</li> <li>• Investigar la clasificación de los instrumentos de medición digitales.</li> <li>• Identificar las partes de un esquema que forman a un medidor digital y mencionar sus ventajas y desventajas.</li> <li>• Realizar mediciones de voltajes, corrientes y potencias en CD y CA.</li> </ul>

### Unidad 4: Medición de parámetros y variables eléctricas

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Distinguir y usar los diferentes tipos de puentes de medición eléctrica, de acuerdo a la variable a medir.</p> <p>Efectuar mediciones de potencia y energía monofásica y trifásica,</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar un diagrama esquemático de un medidor puente Wheatstone y describir sus ventajas y desventajas.</li> <li>• Realizar un diagrama esquemático de un medidor puente Maxwell y describirá sus ventajas y desventajas.</li> <li>• Describir mediante un diagrama esquemático a un medidor puente Wien y</li> </ul>

factor de potencia utilizando TP'S y TC'S.	<p>describir sus ventajas y desventajas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar un diagrama esquemático y describir a un medidor puente Hay mencionando sus ventajas y desventajas</li> <li>• Realizar la medición de resistencias, capacitancias, inductancias y frecuencias por varios métodos.</li> </ul>
--	---

### Unidad 5: Instrumentos especiales de medición

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Aplicar el equipo de medición digital en el estudio de variables eléctricas de baja tensión aplicando los procedimientos de seguridad en el uso de la energía eléctrica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar los equipos de medición electrónicos que existen actualmente en el mercado</li> <li>• Describir como debe de hacerse una medición utilizando un osciloscopio</li> <li>• Utilizar un generador de señal para analizar los diferentes tipos de señales que son útiles en el análisis de circuitos</li> <li>• Aprender el uso del multímetro y medidor de gancho en la medición de señales de bajo voltaje</li> <li>• Describir como se utiliza un megómetro para medir la resistencia de aislamiento de un motor</li> <li>• Describir que es un medidor de LCR</li> <li>• Realizar las mediciones de resistencias de aislamiento y de tierra, medición del factor de potencia, mediciones de frecuencia y fases.</li> <li>• Realizar la medición de revoluciones por minuto, aplicando los procedimientos de seguridad en el uso de la energía eléctrica.</li> <li>• Realizar la medición de parámetros de diodos, transistores y tiristores.</li> </ul>

## 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Wolf Stanley & Smith Richard, F.M., *Guía para mediciones electrónicas y prácticas de laboratorio*, 2ª. Edición, Ed. Pearson, México, 1992.
2. Cooper William David & Helfrick Albert, *Instrumentación electrónica moderna y técnicas de medición*, Ed. Pearson, México, 1991.
3. Tumanski, Slawomir, *Principles of electrical measurement*, Ed. CRC Press, USA, 2006.
4. Durbin, Steven M., Hayt William H. Jr., Kemmerly Jack, *Análisis de circuitos en ingeniería*, 7ª Edición, Ed. Mc Graw Hill, México, 2007
5. Mandado Enrique, Lago Alfonso, Perfecto Mariño, *Instrumentación electrónica*, Ed. Grupo Alfaomega, México, 2006.
6. Bakshi, U.A., Bakshi A.V. & Bakshi K.A., *Electrical Measurement and measuring instruments*, Ed. Technical Publications Pune, India, 2008.
7. Manuales del usuario de los osciloscopios disponibles en laboratorio.
8. Manuales del usuario de los medidores disponibles en laboratorio.
9. <http://www.mitecnologico.com/Main/TiposDeErroresEnMediciones> [con acceso el 27-01-2010]
10. <http://www.paginadigital.com.ar/articulos/2002rest/2002terc/tecnologia/sica100.html> [con acceso el 27-01-2010]
11. <http://www.mitecnologico.com/Main/FrecuenciaPeriodoYAmplitud> [con acceso el 27-01-2010]
12. <http://www.electriauto.com/electricidad/calculos-basicos/definicion-de-formas-de-onda/> [con acceso el 27-01-2010]

## 12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Medición de las características de una señal senoidal con software de simulación.
- Medición de tensiones y corrientes en CD y CA
- Medición de corriente usando el amperímetro de gancho.
- Medición de resistencias por varios métodos
- Medición de inductancias y capacitancias
- Medición de impedancias por varios métodos
- Medición de potencia en CD y CA
- Medición de energía eléctrica
- Reconocimiento y medición de los parámetros de diodos, transistores y tiristores.
- Medición de señales por medio del osciloscopio digital
- Medición de la resistencia de aislamiento
- Medición de la resistencia de tierra
- Medición del factor de potencia
- Medición de frecuencia
- Medición de fases
- Medición de revoluciones por minuto.