

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Mediciones Eléctricas
Clave de la asignatura:	ELD-1018
SATCA¹:	2-3-5
Carrera:	Ingeniería Eléctrica

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 construcción de los 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 tensión, 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, así como su operación de acuerdo al manual del fabricante y de acuerdo a las normas de seguridad, tanto nacional como internacional.

Las competencias de esta materia se complementan con las de Electromagnetismo y se sugiere se cursen en el mismo semestre, ya que son sustento previo de las asignaturas en las áreas de circuitos eléctricos, máquinas eléctricas, electrónica analógica, electrónica digital, control I y II, control de máquinas eléctricas y mantenimiento eléctrico, y aquellas directamente vinculadas con desempeños profesionales. La asignatura se aplica en el estudio de los sistemas de unidades, los tipos de errores en las mediciones y la medición de parámetros eléctricos en diferentes equipos.

Intención didáctica

En el tema uno se conoce y describe el concepto de metrología; como se clasifican los sistemas de unidades. Se conocerán las características principales de una señal senoidal, se mencionarán sus usos y ventajas como fuente de alimentación, cuáles son las normas de seguridad que el operador y las instalaciones deben de cumplir para evitar riesgos de accidentes.

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

En el tercer tema se conoce cuáles son los medidores tipo analógico 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 los wathhorímetros y cómo deben instalarse para medir el consumo de energía de sistemas monofásicos y trifásicos

En el cuarto tema se estudian los tipos de puentes para corriente directa y para corriente alterna, como medidores de elementos pasivos. Además, se aprende a construir puentes para medir valores de

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

resistencias, inductancias, capacitancias. También se realizan pruebas a los dispositivos semiconductores. Se realiza la medición de potencia y energía en CD y CA, así como el factor de potencia. Además de conocer la aplicación de los TP's y TC's

En el tema cinco se analizan el uso y operación de equipos de medición digitales existentes y se describe cuáles son sus beneficios en la medición de variables eléctricas. Se conoce el uso del generador de señales y del osciloscopio, así como de diversos equipos para la medición de L, C y R. También se operan y utilizan medidores de resistencia de aislamiento, terrómetro, secuencímetro, frecuencímetro y tacómetro. 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 o digital básico de medición capaz de ser útil para el análisis práctico de circuitos eléctricos.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 24 al 28 de agosto de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Chetumal, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Coahuila, Coatzacoalcos, Culiacán, Durango, Hermosillo, La Laguna, Mérida, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Saltillo, Tlalnepantla, Valle De Bravo y Veracruz.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecatrónica.
Instituto Tecnológico de Mexicali, del 25 al 29 de enero del 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Chetumal, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Coahuila, Coatzacoalcos, Culiacán, Durango, Hermosillo, La Laguna, Mérida, Mexicali, Orizaba, Pachuca, Saltillo, Tlalnepantla, Valle De Bravo y Veracruz.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecatrónica.
Instituto Tecnológico de la Laguna, del 26 al 29 de noviembre de 2012.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Chetumal, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Culiacán, Hermosillo, La Laguna, Mexicali, Oaxaca, Pachuca, Querétaro, Tuxtla Gutiérrez y Veracruz.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica.

<p>Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Boca del Río, Celaya, Mérida, Orizaba, Puerto Vallarta y Veracruz.</p>	<p>Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.</p>
<p>Tecnológico Nacional de México, del 25 al 26 de agosto de 2014.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Boca del Río, Celaya, Cerro Azul, Cd. Juárez, Cd. Madero, Chihuahua, Coacalco, Coatzacoalcos, Durango, Ecatepec, La Laguna, Lerdo, Matamoros, Mérida, Mexicali, Motúl, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Poza Rica, Progreso, Reynosa, Saltillo, Santiago Papasquiario, Tantoyuca, Tlalnepantla, Toluca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec. Representantes de Petróleos Mexicanos (PEMEX).</p>	<p>Reunión de trabajo para la actualización de los planes de estudio del sector energético, con la participación de PEMEX.</p>

4. Competencia(s) a desarrollar

<p>Competencia específica de la asignatura</p>
<p>Utiliza los instrumentos de medición y prueba para la medición e interpretación de variables eléctricas en componentes y circuitos eléctricos.</p>

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Traduce adecuadamente manuales técnicos. • Calcula integrales definidas. • Calcula medidas de tendencia central y de dispersión. • Aplica los conceptos y leyes básicas de la electrodinámica.

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 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: óhmetro, voltmetro, ampérmetro, wáttmetro, vármetro y wathorímetro
4	Medición de parámetros y variables eléctricas	4.1. Teoría del funcionamiento de los puentes de corriente continua simple (Wheatstone), doble (Thompson) y puente de Kelvin. 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 CA monofásicas y trifásicas. 4.6. Medición de factor de potencia 4.7. Uso de los TP's, TC's.
5	Instrumentos especiales de medición	5.1. Principio de operación de los instrumentos de medición digitales y especiales. 5.2. Operación y uso del multímetro. 5.3. Operación y uso del ampérmetro de gancho. 5.4. Operación y uso del osciloscopio. 5.5. Utilización del generador de señales. 5.6. Operación y uso del Megaóhmetro. 5.7. Operación y uso del medidor LCR. 5.8. Operación y uso del medidor de resistencia a tierra. 5.9. Operación y uso del Secuencímetro. 5.10. Operación y uso del Frecuencímetro. 5.11. Operación y uso de Tacómetros.

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Introducción a la metrología	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Aplica los conocimientos básicos de metrología para emplearlos en la medición de señales	<ul style="list-style-type: none"> Investigar los conceptos básicos de la metrología. Realizar un cuadro comparativo de los diferentes sistemas de unidades.

<p>eléctricas, empleando las normas de seguridad vigentes. Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> • 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
<p>2. Patrones de medición</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s): Identifica y aplica los diferentes patrones de medición para emplearlos en las diferentes mediciones de los parámetros eléctricos de dispositivos y equipos. Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar que es un patrón de medición. • Investigar cuales son las instituciones u organismos que certifican patrones de medición en México y patrones internacionales. • Investigar cuales son las leyes en las que se fundamenta la metrología en México. • Realizar ensayos de laboratorio poniendo énfasis en los diferentes patrones existentes.
<p>3. Instrumentos básicos de medición</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s): Clasifica y utiliza los instrumentos básicos de medición analógicos en la medición de parámetros eléctricos y explica sus principios de funcionamiento, aplicaciones y sus limitaciones para medir los parámetros eléctricos básicos. Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar los tipos y la clasificación de los instrumentos de medición analógicos. • Realizar un esquema de las partes que forman a un medidor tipo magnetoeléctrico y mencionar sus ventajas y desventajas. • Describir y realizar un esquema de las partes que forman a un medidor tipo hierro móvil y mencionar sus ventajas y desventajas. • Describir detalladamente las partes que forman a un medidor tipo electrodinámico y mencionar sus ventajas y desventajas. • Mencionar las partes que forman a un medidor tipo inducción, realizar un esquema y mencionar sus ventajas y desventajas.

<ul style="list-style-type: none"> Habilidades interpersonales. Capacidad de trabajo en equipo. Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. 	<ul style="list-style-type: none"> Explicar las partes que forman a un wáttmetro y un wathorímetro e indicar como se conectan en un sistema monofásico y en sistemas polifásico. Investigar la clasificación de los instrumentos de medición digitales. Identificar las partes de un esquema que forman a un medidor digital y mencionar sus ventajas y desventajas. Realizar mediciones de tensión, corriente, potencia y energía en CD y CA.
4. Medición de parámetros y variables eléctricas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Especifica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Distingue y usa los diferentes tipos de puentes de medición eléctrica para la medición de resistencia, inductancia y capacitancia. Efectúa mediciones de potencia y energía monofásica y trifásica, y factor de potencia, utilizando TP's y TC's para el análisis de diferentes parámetros eléctricos en dispositivos o equipos. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Capacidad de comunicación oral y escrita. Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar un diagrama esquemático de un medidor puente Wheatstone, Thompson y Kelvin, así como describir sus ventajas y desventajas. Realizar un diagrama esquemático de un medidor puente Maxwell y describirá sus ventajas y desventajas. Describir mediante un diagrama esquemático un medidor puente Wien, el factor de potencia utilizando TP'S, TC'S. y describir sus ventajas y desventajas. Realizar un diagrama esquemático y describir un medidor puente Hay, mencionando sus ventajas y desventajas. Realizar la medición de resistencias, capacitancias, inductancias y frecuencias por varios métodos.
5. Instrumentos especiales de medición	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Especifica(s):</p> <p>Aplica 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> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Capacidad de comunicación oral y escrita. Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. Habilidades interpersonales. 	<ul style="list-style-type: none"> Investigar los equipos de medición electrónicos que existen actualmente en el mercado. Describir como se realiza una medición utilizando un osciloscopio. Utilizar un generador de señales para analizar los diferentes tipos de señales que son útiles en el análisis de circuitos, Conocer el uso del multímetro y ampérmetro de gancho en la medición de señales. Describir como se utiliza un megaóhmetro para medir la resistencia de aislamiento. Describir y utilizar un medidor LCR. Describir y usar un medidor de resistencia de tierra.

<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar las mediciones de resistencia a tierra, medición del factor de potencia, mediciones de frecuencia y secuencia de fases. • Realizar la medición de velocidad angular. • Describir y utilizar un frecuencímetro y un secuencímetro. • Realizar la medición de parámetros de diodos, transistores y tiristores.
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

8. Prácticas sugeridas

<ul style="list-style-type: none"> • 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 ampérmetro 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 • 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 los parámetros de diodos, transistores y tiristores

9. Proyecto de asignatura

<p>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:</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 (específicas y genéricas de la asignatura)

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

- Evaluación de reportes de investigaciones documentales y experimentales.
- Investigación documental de manuales de usuario.
- Evaluación de reportes de prácticas, con solución analítica, y simulaciones de circuitos físicos.
- Evaluar tareas de los problemas asignados en forma grupal o individual.
- Evaluar con examen los conocimientos adquiridos en clase.
- Evaluar con examen práctico las habilidades adquiridas en la asignatura

11. Fuentes de información

1. Karcz A. M., (2001). *Fundamentos de Metrología Eléctrica. Potencia y Energía*. Alfaomega-Marcombo
2. Wolf S., Smith F. M.. (1992). *Guía para Mediciones Electrónicas y Prácticas de Laboratorio*. (2ª Ed.) México: Prentice-Hall Hispanoamericana
3. Cooper W., Helfrick A.,(1992). *Instrumentación Electrónica Moderna*. Prentice Hall.
4. Tumanski S., (2006). *Principles of electrical measurement*. (1ª Ed.).Taylor& Francis
5. Mandado E., Lago A. y Marino P. (2006). *Instrumentación Electrónica*. Alfaomega
6. Bakshi, U. A., Bakshi A. V. & Bakshi K. A. (2009). *Electrical Measurement and measuring instruments*, India. Ed. Technical Publications Pune
7. Roman Malaric (2011), *Instrumentation and Measurements in Electrical Engineering*. Brown Walker Press.
8. Kamakshaiyah, S; Amarnath,J y Krishna M. P., (2011), *Electrical Measurements and Measuring Instruments*, India: International Publishing House
9. Manuales del usuario de los osciloscopios y generadores de señal.
10. Manuales del usuario de los de los aparatos de medición.
11. <http://www.mitecnologico.com/Main/TiposDeErroresEnMediciones>
12. <http://www.paginadigital.com.ar/articulos/2002rest/2002terc/tecnologia/sica100.html>
13. <http://www.mitecnologico.com/Main/FrecuenciaPeriodoYAmplitud>