

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: **Metrología Mecánica y Eléctrica**

Carrera: **Ingeniería en Energías Renovables**

Clave de la asignatura: **ERF-1020**

SATCA¹ **3 - 2 - 5**

2.- PRESENTACIÓN

Caracterización de la asignatura.

La asignatura que aquí se describe tiene como finalidad aportar al perfil del egresado en la carrera de Ingeniería en Energías Renovables las competencias que le permitan comprender y aplicar la metrología mecánica y eléctrica en sistemas de procesos industriales, comercial y de servicios, asociado con sistemas que involucran señales físicas de variables analógicas. Además de servir como antecedente de las materias de Circuitos e instrumentación y control para la comprensión de los temas que se tratan en la misma.

Los temas que la forman surgen como resultado de la experiencia de los profesores en esta área y de las necesidades, que en materia de metrología, son necesarias para su implementación en las tecnologías que se utilizan en el campo de su desarrollo profesional.

Como la asignatura sirve de soporte al entendimiento de materias de aplicación en el ramo de energías alterna como son Circuitos Eléctricos I, Circuitos Eléctricos II Termodinámica, mecánica de fluidos, instrumentación y control, Instalaciones Eléctricas, Energía Eólica, Sistemas solares fotovoltaicos, Sistemas Térmicos, y Máquinas Eléctricas (desde el punto de vista de generación de energía), se presenta gran parte de la carrera que después de haber cursado las asignaturas de matemáticas que requiere para su comprensión, hace al profesionista ser capaz en generación de fuentes alternas de energía.

Intención didáctica.

¹ Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

El temario propuesto está compuesto por cinco unidades que están distribuidas de la siguiente manera: En la primera unidad se presentan los conceptos que dan fundamento al estudio de la materia. La segunda unidad está formada 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. La tercera unidad presenta las mediciones eléctricas de suma importancia que determinara el análisis de las diferentes variables eléctricas como son voltaje corriente y potencia. En la cuarta unidad comprende los lineamientos de la normalización nacional e internacional de medidas donde se verán aspectos fundamentales de medidas. Por último en la quinta unidad se hace referencia a los procesos de normalización como son los sistemas nacionales de calibración, las normas oficiales mexicanas, normas internacionales así como los organismos de certificación.

Es muy importante que los temas aquí tratados se aborden a partir de aplicaciones de uso cotidiano, que permitan que el estudiante pueda reflexionar acerca del conocimiento que tenga de estas aplicaciones y de cómo se relacionan con los conceptos que aquí se presentan.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar. Para que aprendan a planificar, que no planifique el profesor todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

Las actividades de aprendizaje son una guía que el docente puede modificar con base a su experiencia y al equipo que tenga a la mano para la comprensión práctica de los conceptos, por lo que se proponen sugerencias que pueden ser enriquecidas y mejoradas. 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 contruidos, artificiales, virtuales o naturales.

3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p>Competencias específicas:</p> <p>Seleccionar y utilizar los diferentes instrumentos de medición de variables mecánicas y eléctricas; apoyándose en las normas nacionales e internacionales vigentes.</p>	<p>Competencias genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis • Capacidad de organizar y planificar • Conocimientos básicos de la carrera • Comunicación oral y escrita • Habilidades básicas de manejo de la computadora • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas • Solución de problemas • Toma de decisiones. <p>Competencias interpersonales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad crítica y autocrítica • Trabajo en equipo • Habilidades interpersonales • Compromiso ético <p>Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) • Habilidad para trabajar en forma autónoma • Búsqueda del logro
--	--

4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Instituto Tecnológico de Puebla, del 8 al 12 de junio de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Celaya, Minatitlán, Saltillo, Toluca, Veracruz, Villahermosa, y Milpa Alta.	Contexto global y nacional en energía. Marco jurídico nacional e internacional. Justificación de la carrera.
Instituto Tecnológico de Puerto Vallarta, del 10 al 14 de Agosto de 2009.	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.
Instituto Tecnológico de Villahermosa del 24 al 28 de agosto de 2009	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Toluca, Saltillo, Minatitlán, Villahermosa.	Formulación de programas desarrollados para las materias de primer semestre.
Instituto Tecnológico de Mexicali del 28 de agosto del 2009 al 21 de mayo de 2010.	Representante de la Academia de Eléctrica.	Formulación de propuesta de este programa desarrollado por competencias.
Instituto Tecnológico de Villahermosa del 24 al 28 de mayo de 2010	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)

Seleccionar y utilizar los diferentes instrumentos de medición de variables mecánicas y eléctricas; apoyándose en las normas nacionales e internacionales vigentes.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Resolver problemas que involucren Campo eléctrico, fuerza magnética,
- Resolver problemas que involucren Leyes de Faraday, Lenz, Biot-Savart, Ampere, Ohm, Kirchoff.
- Calcular Medidas de tendencia central y de dispersión

7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Conceptos básicos de medición.	<ul style="list-style-type: none">1.1. Bosquejo histórico1.2. Tablas de pesos y medidas.1.3. Unidades de longitud en épocas antiguas1.4. Metrología dimensional.1.5. Sistemas de unidades de medida.1.6. NOM-008-SCFI-1.7. Datos y Errores Experimentales<ul style="list-style-type: none">1.7.1. Registro e informe de las Mediciones.1.7.2. Presentación Gráfica de Datos1.7.3. Precisión y Exactitud1.7.4. Resolución y Sensibilidad1.7.5. Errores en la Medición1.7.6. Evaluación Estadística de Datos y Errores de Medición
2	Mediciones mecánicas.	<ul style="list-style-type: none">2.1. Medición con instrumentos básicos<ul style="list-style-type: none">2.1.1. Medición con reglas2.1.2. Medidores de espesor2.1.3. Patrones de radios2.1.4. Patrones para alambres, brocas y laminas2.1.5. Cuentahílos2.1.6. Compases2.1.7. Calibres telescópicos2.1.8. Calibres para barrenos pequeños2.1.9. Trazadores y gramil2.1.10. Calibres angulares.2.1.11. Lupas de comparación2.2. Calibradores

		<ul style="list-style-type: none"> 2.2.1. Calibradores Vernier 2.2.2. Calibradores de carátula 2.2.3. Calibradores electrodigitales. <ul style="list-style-type: none"> 2.2.3.1. Medidores de profundidad. 2.3. Micrómetro <ul style="list-style-type: none"> 2.3.1. Principio del micrómetro 2.3.2. Micrómetros de interiores 2.3.3. Micrómetros de profundidades. 2.3.4. Micrómetros para exteriores 2.4. Medición angular <ul style="list-style-type: none"> 2.4.1. El transportador y el goniómetro 2.4.2. Patrones angulares y regla de senos 2.4.3. Escuadras y Niveles 2.5. Calibres de verificación neumáticos <ul style="list-style-type: none"> 2.5.1. Medición del flujo (efecto arrastre) 2.5.2. Rotámetro 2.6. Instrumentos de medición de presión <ul style="list-style-type: none"> 2.6.1. Presión absoluta 2.6.2. Manómetros 2.6.3. Medición de presiones de vacío 2.6.4. Presión diferencial 2.6.5. Transductor piezoeléctrico de presiones 2.7. Termómetros <ul style="list-style-type: none"> 2.7.1. Termómetros de expansión 2.7.2. Termómetros de cambio de estado 2.7.3. Conos pirométricos 2.7.4. Pirometría
--	--	--

		2.8. Torquímetro y freno de prony.
3	Mediciones eléctricas.	<p>3.1. Conceptos básicos de mediciones eléctricas.</p> <p>1.1.1. Carga, Voltaje y Corriente</p> <p>1.1.2. Unidades Eléctricas</p> <p>1.1.3. Ondas Senoidales, Frecuencia y Fase</p> <p>1.1.4. Valor Promedio y Valor Cuadrático Medio (RMS)</p> <p>1.1.5. Lenguaje de los Sistemas Digitales de Medición</p> <p>3.2. Instrumentos básicos de medición de ca y cd.</p> <p>3.3. Voltímetros y Ampérmegos de ca y cd</p> <p>3.4. Ohmetro</p> <p>3.5. Aplicaciones</p> <p>3.6. El Osciloscopio</p> <p>3.6.1. Subsistemas</p> <p>3.6.2. Controles</p> <p>3.6.3. Modos de Operación</p> <p>3.6.4. Aplicaciones</p> <p>3.7. Resistores y Medición de la resistencia</p> <p>3.7.1. Tipos de resistencias</p> <p>3.7.2. Código de colores de resistencias</p> <p>3.7.3. Medición de resistencia</p> <p>3.8. Medición de Capacitancia e Inductancia</p> <p>3.8.1. Tipos de Capacitores e Inductores</p> <p>3.9. Modelos y Pérdidas de Circuitos de Capacitares e Inductores</p>

		<p>3.10. Medición de Capacitancia e Inductancia</p> <p>3.11. Medición de Potencia y de Energía</p> <p> 3.11.1. Medición de Potencia:</p> <p> 3.11.2. Monofásica</p> <p> 3.11.3. Polifásica</p> <p> 3.11.4. Medición de Energía Eléctrica</p>
4	Normalización nacional e internacional.	<p>4.1. Metodología de la normalización</p> <p>4.2. Normalización, Norma y Especificación</p> <p>4.3. Objeto de la normalización</p> <p>4.4. Principios básicos de la normalización</p> <p>4.5. Principios científicos de la normalización</p> <p>4.6. Aspectos fundamentales de la normalización</p>
5	Proceso de normalización.	<p>5.1. Sistema nacional de calibración</p> <p>5.2. Centro nacional de metrología</p> <p>5.3. Normas oficiales mexicanas, normas mexicanas y normas internacionales.</p> <p>5.4. Comisión nacional de normalización</p> <p>5.5. Comités consultivos nacionales de normalización.</p> <p>5.6. Organismos nacionales de normalización</p> <p>5.7. Acreditación y Aprobación</p> <p>5.8. Procedimientos para la evaluación de conformidad.</p> <p>5.9. Organismos de certificación</p> <p>5.10 Verificación y vigilancia</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 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.

- Desarrollar casos prácticos donde llevará a cabo el procedimiento completo del interpretación y medición de piezas empleando:
 - a) Calibradores vernier, tornillo micrométrico, calibres de tolerancia y plantilla para verificación, manómetros, termómetros, entre otros.
 - b) Identificar las variables extensivas, intensivas y su utilización.
- Desarrollar casos prácticos donde observará los cambios que genera una corriente alterna y una corriente continua e interpretara dicha medición empleando:
 - a) Multímetro eléctrico y mecánico, voltímetro, ohmetro, wattmetro, entre otros.
- Identificar las normas nacionales y extranjeras con el fin de realizar, según normas, la calibración correspondiente de los equipos de medición tanto mecánicos como eléctricos.

Comparar métodos y procedimientos empleados en normas nacionales y extrajeras. Analizando y realizando reporte.

Sugerencias didácticas transversales para el desarrollo de competencias profesionales

- Favorecer actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes confiables.

- Fomentar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de los contenidos de la asignatura.
- Fomentar actividades grupales que favorezcan; el pensamiento crítico, la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración, responsabilidad, ética y la colaboración de y entre los estudiantes.
- Propiciar, en el estudiante, el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, y el fomento al pensamiento sistémico
- Realizar prácticas de laboratorio que promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: observación, identificación manejo y control de variables y datos relevantes, planteamiento de hipótesis, y trabajo en equipo.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación en campo de los conceptos, y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Propiciar el uso adecuado de conceptos, y de terminología científico-tecnológica
- Proponer problemas reales que permitan al estudiante la integración de contenidos tanto de la asignatura como entre distintas materias de su plan de estudios, para su análisis y solución viable.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente; así como con las prácticas de una ingeniería con enfoque sostenible.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con otras del plan de estudios que le favorezcan competencias transversales (variables emergentes).

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

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1: Conceptos básicos de medición.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Comprender los conceptos básicos de mediciones y los posibles errores en las mismas, y utilizar el análisis estadístico para la interpretación de los datos.	<ul style="list-style-type: none">• Explicar el contexto general histórico de los sistemas de medición y los patrones utilizados.• Investigar en diferentes fuentes los distintos sistemas de medición, sus unidades y patrones.• Reconocer y diferenciar la exactitud y la precisión de un instrumento.• Resolver problemas que involucren el análisis estadístico de los datos arrojados por un instrumento de medición.• Clasifica los tipos de errores en mediciones y analizar la forma de reducir los errores• Realizar experimentos de laboratorio que permitan ejercitar el razonamiento, la reflexión y el uso de herramientas matemáticas.• Interpretar la representación gráfica del

	comportamiento de una señal a través del tiempo forma de onda y comprender sus características principales periodo, frecuencia, desfase, valor máximo y valor pico a pico.
--	--

Unidad 2: Mediciones mecánicas.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Conocer y utilizar las leyes físicas que describen el funcionamiento de los instrumentos de mediciones mecánicas.</p> <p>Seleccionar y utilizar de manera apropiada cada uno de los instrumentos mecánicos de laboratorio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar el funcionamiento del nonio o vernier como dispositivo presente en diferentes instrumentos de medición • Investigar en diversas fuentes, las aplicaciones y características de los instrumentos básicos de mediciones mecánicas. • Identificar las partes fundamentales de los tipos de instrumentos de medición. • Operar de manera adecuada los instrumentos de medición 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. • Especificar los elementos necesarios para la adecuada instalación de instrumentos de medición mecánicos cuando así se requiera.

Unidad 3: Mediciones eléctricas.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Conocer y utilizar las leyes físicas que describen el funcionamiento de	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar en diferentes fuentes los conceptos voltaje, corriente y aplicaciones

<p>los instrumentos de mediciones eléctricas.</p> <p>Seleccionar y utilizar de manera apropiada cada uno de los instrumentos eléctricos de laboratorio</p>	<p>de los distintos tipos de señales eléctricas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar prácticas de laboratorio donde emplee de manera correcta los instrumentos básicos. • Explicar el funcionamiento de los instrumentos básicos y la forma correcta de realizar mediciones eléctricas. • Describir la función de cada uno de los subsistemas que componen al osciloscopio, indicando las partes físicas de los mismos. • 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) • Investigar en los manuales de los osciloscopios las características especiales de estos y realizar una demostración. • Presentar ejercicios demostrativos de la extracción de parámetros de una señal de c.a. • Realizar la medición de valores de los componentes pasivos (resistencia, capacitancia e inductancia). • Conocer los métodos directos (Óhmetro), sustitución, indirecto, (voltímetro-amperímetro) y nulidad (Puente de Wheatstone para la medición de resistencias. • Calcular la impedancia de circuitos en serie y en paralelo formado por resistencias inductancias y capacitancias como antecedente al estudio de los puentes de ca un puente de impedancias de ca como dispositivo de medición de inductancias y capacitancias. • 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
--	---

	<p>(técnico) y nulidad (puentes).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprender los conceptos de potencia y energía, así como las ecuaciones que las relacionan con las unidades eléctricas en el sistema SI • 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 triángulo de potencia. • Explicar el principio de funcionamiento de los medidores de potencia y energía real y reactiva monofásicos y su forma de conectarse a los sistemas eléctricos. • Comprender como se desarrolla la potencia en circuitos trifásicos estrella y delta, aplicar las ecuaciones para la potencia real y reactiva y formar el triángulo de potencia trifásico. • 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 potencia y energía así como los medidores de factor de potencia.
--	--

Unidad 4: Normalización nacional e internacional.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Conocer, comprender y diferenciar simbologías específicas de las diferentes normas y las características principales de los sistemas de medida.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reflexionar sobre los conceptos básicos de la instrumentación y sus objetivos. • Investigar el comportamiento de las variables físicas presentes en los procesos industriales y analizar los parámetros que propician su medición. • Buscar y seleccionar información sobre la clasificación de instrumentos. • Buscar y seleccionar información de

	<p>normas utilizadas en instrumentación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. • sintonizarse.
--	--

Unidad 5: Proceso de normalización.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Identificar y aplicar los diferentes patrones de medición.	<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 prácticas de laboratorio poniendo énfasis en los diferentes patrones existentes.

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Wolf Stanley & Smith Richard, Guía para mediciones electrónicas y prácticas de laboratorio, Ed. Prentice Hall 1992.
2. Cooper William David & Helfrick Albert, Instrumentación electrónica moderna y técnicas de medición. Ed Prentice Hall 1991.
3. Hayt William H. & Kemmerly Jack, Análisis de circuitos en ingeniería, Ed. McGraw Hill, 2a. Ed.
4. Manual del propietario de los osciloscopios disponibles
5. Manuales del usuario de cada medidor
6. Enríquez Harper Gilberto, Curso de transformadores y motores de inducción, 4ª edición. Limusa Noriega Editores.

7. Enríquez Harper Gilberto, Instrumentos eléctricos, Limusa Noriega editores.
8. Enríquez Harper Gilberto, Mediciones eléctricas industriales, Limusa Noriega Editores.
9. Finkbesti, Manual del ingeniero electricista, Mc Graw Hill.
10. Gusow Milton, Fundamentos de electricidad, Mc Graw Hill.
11. Cogdel J. R., Fundamentos de circuitos eléctricos. Ed Prentice Hall.
12. Normas de medición de la C.F.E.

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

1. conocimiento de instrumentos y equipos
2. galgas patrón
3. vernier y micrómetro.
4. medición de ángulos.
5. proyector de perfiles y microscopio.
6. medición de cuerdas.
7. medición de engranes.
8. verificación de superficies.
9. conocimiento de las mesas labvolt.
10. conocimiento de los movimientos utilizados en los medidores analógicos.
11. conexiones de los aparatos de medición de c. d. en un circuito en serie.
12. conexiones de los aparatos de medición de c. d. en un circuito en paralelo.
13. conexiones de los aparatos de medición de c. a. en un circuito en serie.
14. conexiones de los aparatos de medición de c. a. en un circuito en paralelo.
15. medición de la inductancia y capacitancia.

16. conexiones de aparatos de medición de c. a. para medir potencia y el factor de potencia 1ϕ y 3ϕ .