

Programa de
Metrología Eléctrica



Código/s: E6

Identificación y características de la Actividad Curricular

Carrera/s:	Ingeniería Eléctrica		
Plan de Estudios:	2014	Carácter:	Obligatoria
Bloque/Campo:	Tecnologías Básicas	Área:	Electrotecnia
Régimen de cursado:	Cuatrimestral		
Cuatrimstre:	6º [ETA]		
Carga horaria:	112 hs. / 7 hs. semanales	Formato curricular:	Asignatura
Escuela:	Ingeniería Eléctrica	Departamento:	Electrotecnia y Metrología
Docente responsable:	BEVILACQUA, Edgardo		

Programa Sintético

Conceptos fundamentales de Metrología y Sistemas metrológicos. Patrones de medida e instrumentos de medición. Medición de Corriente y Tensión. Medición de potencias y energías en régimen estacionario. Medición de resistencias e impedancias. Mediciones magnéticas y en alta tensión. Instrumentación digital. Aseguramiento de calidad en las mediciones.

Asignaturas Relacionadas

Previas:	E3 - Análisis de Circuitos, FI5 - Higiene y Seguridad y Gestión Ambiental
Simultaneas Recomendadas:	E9 - Máquinas Eléctricas I
Posteriores:	E13 - Distribución de la Energía Eléctrica

Vigencia desde

Firma Profesor

Fecha

Firma Aprob. Escuela

Fecha

Con el aval del Consejo Asesor:

Características generales

Es conocida la importancia y permanente necesidad de comparar y de establecer relaciones cuantitativas y el establecimiento de tales relaciones, es decir de mediciones, constituyó en todo momento, las bases del desarrollo económico, técnico y científico.

En el aspecto científico, no hay experimentación sin mediciones. Desde el punto de vista técnico y económico no existe control, programación ni transacciones independizadas de la Metrología. Esto último adquiere una tremenda significación si se tiene en cuenta que las relaciones globalizadas y los requerimientos de aseguramiento de calidad son pilares fundamentales del comercio internacional.

El alumno que ha cursado esta asignatura debe conocer los principios de funcionamiento de los instrumentos de medición eléctrica fundamentales y sus correspondientes accesorios, sus posibilidades y sus limitaciones.

Debe dominar los métodos de medición de los parámetros eléctricos esenciales teniendo la capacidad de establecer, en cada caso una cota de incertidumbre a los resultados de sus mediciones.

Debe conocer los procedimientos que establecen los Sistemas de Calidad de un sistema de medición en cuanto a la validez de las referencias y su trazabilidad a patrones nacionales o internacionales.

Debe poder planificar una labor de medición en el caso que tenga posibilidad de optar por varios métodos y/o equipos y considerar, razonablemente, las motivaciones económicas que darán preferencia a uno de ellos en particular.

Objetivos

Capacitación en la medición de los parámetros eléctricos fundamentales y en la expresión de los resultados de las mediciones, acotando las correspondientes incertidumbres. Establecer los principios de funcionamiento de los equipos de medición, considerando sus posibilidades y limitaciones. Contar con conocimientos básicos de calibración de instrumentos y trazabilidad en las mediciones.

Contenido Temático

Unidad 1.- Generalidades

- 1.1 Magnitud, medida y medición.
- 1.2 Sistemas de unidades.
- 1.3 Métodos de medición.
- 1.4 Incertidumbres y Errores.
 - 1.4.1 Evaluación de errores en diversos métodos de medición.
- 1.5 Conceptos básicos de modelado aplicado a la metrología
- 1.6 Influencias exteriores sobre los resultados de una medición.

Unidad 2.- Patrones de medida é instrumentos de medición

- 2.1 Patrones primarios y secundarios.
 - 2.1.1 Patrones primarios para la Metrología Eléctrica
 - 2.1.2 Referencias de laboratorio.
- 2.2 Calibración y trazabilidad de las referencias.
- 2.3 Instrumentos de medición: analógicos y digitales.
 - 2.3.1 Normalización de las expresiones de incertidumbre
 - 2.3.2 Calibración de los instrumentos de medición.

Unidad 3.- Medición de Corriente y Tensión.

- 3.1 Acondicionadores y atenuadores de señal.
- 3.2 Errores sistemáticos por consumo instrumental.
- 3.3 Mediciones en régimen estacionario: resistencias adicionales y derivadores resistivos.
- 3.4 Medición en régimen permanente.

- 3.4.1 Transformadores de corriente y de tensión
- 3.4.2 Medición de altas tensiones
- 3.5 Medición y registro de variables en régimen transitorio: atenuadores.

Unidad 4.- Medición de resistencias é impedancias.

- 4.1 Modelos aplicables.
- 4.2. Métodos de deflexión directos é indirectos.
- 4.3 Métodos de cero: puentes de Wheatstone y de Kelvin.
- 4.4 Determinación de resistencias de muy alto valor (aislamiento).
- 4.5 Medición de impedancias: métodos indirectos y métodos de cero.
 - 4.5.1 Puentes en régimen permanente.
 - 4.5.2 Detectores de equilibrio.

Unidad 5.- Medición de potencia en régimen estacionario.

- 5.1 Medición de potencia activa en régimen permanente
 - 5.1.2 Medición de potencia en sistemas mono y polifásicos
 - 5.1.3 Teorema de Blondel
- 5.2 Medición de potencia reactiva
 - 5.2.1 Modelos aplicables
- 5.3 Medición de potencia reactiva en sistemas de evolución no senoidal.
- 5.4 Medición de energías activa y reactiva.

Unidad 6.- Mediciones magnéticas

- 6.1 Ensayo de materiales magnéticos: su importancia en la tecnología actual
- 6.2 Determinación de las curvas de saturación
- 6.3 Materiales magnéticos duros y materiales magnéticos blandos
 - 6.3.1 Determinación normalizada de las propiedades de laminaciones
 - 6.3.2 Curvas de pérdidas y de potencia de excitación
 - 6.3.3 Aparato de Epstein
 - 6.3.4 Permeámetros y ferrómetros

Unidad 7.- Aseguramiento de calidad en las mediciones

- 7.1 Certificaciones y calibración
- 7.2 Normalización de los métodos y de las prácticas de laboratorio. (ISO-IEC 17025)

Modalidades de enseñanza-aprendizaje

Se desarrolla en base a clases magistrales y/o grupales en lo relacionado con los aspectos teóricos y los problemas de ejercitación. Un aspecto esencial lo constituyen los Trabajos Prácticos de Laboratorio que se realizaran en grupos de alumnos acotados, siendo éstos los que arman íntegramente el circuito elegido y realizan las mediciones. Un informe por grupo sintetiza los métodos utilizados y se expresan los resultados de las mediciones con sus incertidumbres, valorizando el trabajo experimental en grupo.

Actividades de Formación Práctica

Nº	Título	Descripción
----	--------	-------------

1	Errores por consumo instrumental	Empleando una medición de tensión, trabajar sobre una serie de conceptos fundamentales de Metrología, tales como: medición directa, métodos de cero, error sistemático, cota de error instrumental para indicadores analógicos y digitales, coherencia de un conjunto de mediciones y sensibilidad de una disposición; como así también expresar del valor de un mesurando con su cota de error.
2	Medición de resistencias: métodos indirectos de deflexión	Se medirá el valor de la resistencia de los bobinados de baja tensión y de alta tensión de un transformador con un método indirecto de deflexión (amperímetro y voltímetro). Observando normas generales y precauciones particulares en el conexionado, análisis de errores (instrumentales y sistemáticos) y la incidencia de factores externos en la medición.
3	Puente de Wheatstone, Puente de Kelvin y Medición de resistencias de muy Alto Valor (aislamientos)	Mediante el empleo de métodos de cero, se medirán el valor de la resistencia del bobinado alta tensión (con Puente de Wheatstone) y del bobinado de baja tensión (con Puente de Kelvin) de un transformador. También se determinarán sus resistencia de aislación mediante el uso de Megohmetro.
4	Medición de resistencias: métodos de comparación	El objetivo del presente trabajo práctico es ejemplificar el uso del voltímetro como comparador de tensiones e introducir el concepto de sensibilidad de un método de deflexión.
5	Medición de potencia activa monofásica.	Se determinará el valor de una impedancia midiendo tensión, corriente y potencia activa en un circuito monofásico. Se utilizarán instrumentos de Hierro Móvil (amperímetros y voltímetros) e instrumentos Ferrodinámicos o Electrodinámicos (vatímetros), para medir potencia activa; estudiando los consumos propios, errores metodológicos y su corrección, trazado de diagramas fasoriales. Introducción al uso de transformadores de medición.
6	Medición de potencia activa en sistemas polifásicos	Mediante la utilización de vatímetros, se determinará la potencia activa de un sistema trifásico de tres y cuatro conductores. Se trazarán los correspondientes diagramas fasoriales haciendo un análisis del flujo de potencia.
7	Medición de potencia reactiva en sistemas trifásicos	Mediante la utilización de vatímetros, se determinará la potencia reactiva de un sistema trifásico de tres y cuatro conductores (con simetría de tensiones). Se trazarán los correspondientes diagramas fasoriales.
8	Medición de pérdidas en materiales magnéticos. Aparato de Epstein	Mediante la utilización de un método normalizado (Aparato de Epstein) se determinaran las pérdidas específicas de una laminación magnética de uso electrotécnico (chapa de acero silicio de grano orientado), a distintos niveles de inducción magnética.
9	Calibración de un T.I. con puente de Höhle	Mediante la utilización de un puente de Höhle se determinarán los errores de calibración de un Transformador de Corriente, verificándose su potencia de prestación nominal.

Evaluación

Requisitos de aprobación: (según Resolución N° 132/00 CD)

- APROBADO: Calificación final igual o superior a 6 (seis) y aprobar el coloquio final integrador
- INTERMEDIA: Calificación final igual o superior a 4 (cuatro) y menor a 6 (seis). Para alcanzar la condición de aprobado, debe rendir final escrito de los temas y/o trabajos prácticos no aprobados, y coloquio final integrador
- LIBRE: Calificación final menor a 4 (cuatro). Para alcanzar la condición de aprobado, debe rendir laboratorios, final escrito de todos los temas y coloquio final integrador.

Criterios de evaluación:

Se tomará como criterio básico en la evaluación, la capacidad del alumno de plantear para un problema metrológico dado, las diferentes alternativas técnico – económicas para la resolución del mismo.

Técnicas de evaluación:

Durante el cuatrimestre evaluará con la modalidad parcial teórico-práctico en forma individual y en forma grupal con informe de los Trabajos Prácticos de laboratorio.

La nota final surge del promedio de:

- Nota 1: Promedio de notas de los Parciales teórico-práctico.
- Nota 2: Promedio de notas de los informes de Trabajos Prácticos de Laboratorio.
- Nota 3: Calificación del Coloquio final integrador

Distribución de la carga horaria

Presenciales

Teóricas		48 Hs.
Prácticas	Experimental de Laboratorio	48 Hs.
	Experimental de Campo	0 Hs.
	Resolución de Problemas y Ejercicios	16 Hs.
	Problemas Abiertos de Ingeniería	0 Hs.
	Actividades de Proyecto y Diseño	0 Hs.
	Práctica Profesional Supervisada	0 Hs.
	Total	112 Hs.
Evaluaciones		10 Hs.
Dedicadas por el alumno fuera de clase		
	Preparación Teórica	40 Hs.
	Preparación Práctica	20 Hs.
	Elaboración y redacción de informes, trabajos, presentaciones, etc.	40 Hs.
	Total	100 Hs.

Bibliografía básica

Título	Autores	Editorial	Año	Ejem.
Mediciones Eléctricas	Ing Luis Oscar Schujman	Publicación de la Cátedra		
Instrumentación Eléctrica y Sistemas de Medida	Gregory, B.A	Editorial G. Gilli.	1984	1
Basic Electrical measurements	Stout, M. B.	Prentice-Hall	1960	1
Electrical Measurements Analysis	Frank, Ernest	McGraw-Hill	1959	1

Bibliografía complementaria

Título	Autores	Editorial	Año	Ejem.
Vocabulario de Metrología	ISO – IEC			1

Bases para la instalación de un Laboratorio de Materiales Magnéticos	Abuin, M; Bevilacqua E.; Cevasco M	Proyecto Final de Ingeniería	1988	1
Aparato de Epstein	Culzoni, C	Proyecto Final de Ingeniería	1989	1

Recursos web y otros recursos

Se dispone para la realización de la totalidad de los Trabajos Prácticos planteados de un Laboratorio, con el instrumental apropiado y condiciones de seguridad acordes con los niveles de tensión utilizados.

Para el desarrollo de la teoría se utilizará un aula con proyector y una computadora para la presentación de los temas.

Cronograma de actividades

Semana	Unidad	Tema	Actividad
1	1, 2	_Generalidades Patrones de medida é instrumentos de medición.	_Clases de teoría Introducción al Laboratorio Resolución de Problemas
2	3	_Medición de Corriente y Tensión	_Trabajo Práctico N°1 "Errores por consumo instrumental"
3	4	_Medición de resistencias é impedancias.	_Clases de teoría Trabajo Práctico N°2 " Medición de resistencias: métodos indirectos de deflexión "
4	4	_Medición de resistencias é impedancias.	_Clases de teoría Puentes de Kelvin y Wheatstone. Resistencias de alto valor (aislación)
5	4	_Medición de resistencias é impedancias	_Trabajo Práctico N°3 " Puente de Kelvin, Puente de Wheatstone y medición de resistencias de alto valor"
6	4	_Medición de resistencias é impedancias.	_Trabajo Práctico N°4 " Medición de resistencias: método de comparación"
7	4	_Medición de resistencias é impedancias.	_Resolución de problemas.
8	1,2,3,4	_1ª evaluación parcial teórico - práctico	_Resolución de problemas y evaluación
9	5	_Medición de potencia en régimen estacionario.	_Clases de teoría: Transformadores de medida: T.I. y T.T. Resolución de Problemas
10	5	_Medición de potencia en régimen estacionario.	Trabajo Práctico N° 5 "Medición de potencia activa monofásica "
11	5	_Medición de potencia en régimen estacionario.	_Trabajo Práctico N° 6 "Medición de potencia activa en sistemas polifásicos
12	5	_Medición de potencia en régimen estacionario.	_Trabajo Práctico N° 7 "Medición de potencia reactiva en sistemas trifásicos
13	6	_Mediciones magnéticas	_Clases de teoría: Aparato de Epstein. Resolución de problemas
14	6	_Mediciones magnéticas	_Trabajo Práctico N° 8 " Medición de pérdidas en materiales magnéticos. Aparato de Epstein _Trabajo Práctico N° 9 " Calibración de un T.I. con puente de Höhle "
15	5,6,7	_Aseguramiento de calidad en las mediciones _2ª evaluación parcial teórico - práctico	_Resolución de problemas y evaluación
16		Coloquio final integrador	