



## PROGRAMA ANALÍTICO

DEPARTAMENTO: ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA

CARRERA: INGENIERÍA ELECTRICISTA

ASIGNATURA: MEDICIONES ELÉCTRICAS

CÓDIGO: 0425

AÑO ACADÉMICO: 2019

PLAN DE ESTUDIO: 2004

UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO: 1ER. CUATRIMESTRE DE 3ER. AÑO

MODALIDAD DE CURSADO: PRESENCIAL

DOCENTE A CARGO: Ing. Germán Zamanillo – Profesor Asociado Exclusivo

EQUIPO DOCENTE:  
Ing. Germán Zamanillo – Profesor Asociado Exclusivo  
Ing. Sebastián M. Nesci – Ayudante de Primera Exclusivo  
Ing. Martín Mittino – Ayudante de Primera Semi Exclusivo  
Ing. Leonardo D. Sánchez – Ayudante de Primera Semi Exclusivo

RÉGIMEN DE LA ASIGNATURA: (\*)

<i>Aprobada</i>	<i>Regular</i>
0412	0423
0420	-

(\*) Para cursar asignaturas de tercer año en adelante se debe haber rendido Inglés Nivel I

ASIGNACIÓN DE HORAS:

Semanales: 6

Totales 90 → Teóricas: 30  
→ Prácticas → Resolución de problemas: 10  
→ Laboratorio: 50  
→ Proyecto: -  
→ Trabajo de campo: -

CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Obligatoria



### **FUNDAMENTACIÓN:**

La asignatura se encuentra en el Área de las Tecnologías Básicas de la carrera de Ingeniería Electricista y se ubica en el primer cuatrimestre de tercer año, la misma tiene para el alumno que la cursa, la finalidad de complementar la formación de competencias de las asignaturas ya cursadas, dar una plataforma de sustento para las de otras asignaturas del mismo bloque curricular como así también de las Áreas de Tecnologías Aplicadas y Complementarias y se orienta a formar competencias, entendidas como conocimientos y habilidades específicas de su carrera. La asignatura tiene el fin de formar al alumno en relación a las técnicas medición y aplicación de métodos de selección de magnitudes eléctricas y no eléctricas e interpretación de las mismas. Analizar y desarrollar la destreza necesaria para el uso del instrumental, brindando así una formación acorde a la problemáticas que deberá afrontar el futuro profesional. Introducir al mismo en el concepto de incertidumbre, sus causas y los procedimientos internacionalmente reconocidos para evaluar y expresar el resultado de una medición. Además dar las herramientas básicas para estudiar y caracterizar el conjunto de elementos que constituyen un sistema de gestión de calidad y su relación con el equipamiento de medida, analizando y aplicando las normativas existentes.

### **OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA:**

Teniendo en cuenta la función que deberá desempeñar el alumno durante su permanencia en la carrera y como Ingeniero Electricista en la actividad profesional, los objetivos de la asignatura son:

- Que comprenda la importancia de la selección de los distintos métodos y circuitos de medición y aplique la solución de casos reales y concretos.
- Que tenga la capacidad de analizar el funcionamiento de los sistemas de medida y su influencia sobre el mesurando.
- Que conozca las distintas técnicas de medición, con las características, ventajas e inconvenientes de cada una de ellas.
- Que desarrolle la destreza necesaria para el uso del instrumental.
- Que desarrolle los conocimientos y la destreza sobre el manejo e interpretación de normas.
- Que conozca la metodología sobre el cálculo de incertidumbre global de medición.
- Que posea los conocimientos sobre nuevas tecnologías en equipamientos.
- Que logre las aptitudes y habilidades necesarias para elaborar informes técnicos y realizar búsqueda de información específica en la materia.
- Que tenga los conocimientos básicos de los sistemas de gestión de calidad y su relación con la gestión técnica del equipamiento de medida y la realización de ensayos bajo normas y sus tolerancias.

### **COMPETENCIAS:**

El alumno será competente en relación a las distintas técnicas medición y capaz de aplicar la mejor técnica a su alcance, identificando las condiciones de entorno, si las tolerancias del método de medida o equipo, están dentro de las necesidades del proceso, especificadas por la norma, comitente o estudio de investigación, identificando las variables de influencia y acotando las incertidumbres, evaluando las dificultades y expresando a estas magnitudes ya sean eléctricas o no eléctricas. Con lo que el alumno va estar preparado en identificar y organizar los datos pertinentes al trabajo de medida, evaluar el contexto particular del método o medida e incluirlo en el análisis, del cálculo de incertidumbre, fijando el grado de certeza de la medida de manera clara y exacta. El alumno será capaz de realizar una búsqueda creativa de soluciones a su alcance y seleccionar criteriosamente la alternativa más adecuada dentro de las capacidades de su entorno que ya conoce, identificando lo que es relevante, y orientándolo a las habilidades que deba utilizar para adquirir los nuevos conocimientos necesarios para el desarrollo de la medida o método de medida.

El alumno será competente en relación a las técnicas de producir los informes de laboratorio como así también en analizar la validez y la coherencia de la información que vuelca en ellos de las consignas solicitadas, los estándares normativos y su relación con los equipos de medida.



El alumno será competente en relación a las nuevas tecnologías de actualización de los equipos de medida, en permanente evolución, si bien los métodos no cambian, si lo hacen las tolerancias de errores de los propios equipos.

El alumno será competente en relación a los puntos básicos para caracterizar el conjunto de elementos que constituye un sistema de gestión de calidad y su relación con el equipamiento de medida, analizando y aplicando las normativas existentes para aplicar el mejor método de medida y/o equipo, para cumplimentar lo solicitado por las normas en relación al personal y equipamiento disponible.

## **CONTENIDOS:**

### **Unidad 1 Medición y error**

1- Introducción a la Materia. Errores e Incertidumbres. 2- Errores en el proceso de medición. Ejemplos. 3- Clasificación de los errores. 4- Evaluación de las incertidumbre tipo A y B. Cálculo de la Incertidumbre de Calibración y Medición, ejemplos. Relación entre Tolerancias e incertidumbre. 5- Calibración y Sistemas de Gestión de la Calidad. Objetivos de la calibración y verificación de equipos de medida, alcance. Trazabilidad. Calibración de equipos medidores de tiempo, de equipos térmicos, termómetros o sondas.

### **Unidad 2 Sistema Internacional de Unidades y Patrones de Medición.**

1- Introducción a las magnitudes y cantidades. La operación de medir una cantidad. Unidades y patrones. 2- Unidades de base, suplementarias y derivadas. Ventajas del Sistema Internacional de Unidades 3- Clasificación de los patrones. Definiciones. 4- Patrones para masa, longitud y volumen 5- Patrones eléctricos. Ampere. Patrones de Resistencia. Celda de Weston. Efecto Josephson. Patrón de transferencia. Patrones de capacitancia. 6- Patrones para tiempo y frecuencia. 7- Incertidumbres de las unidades básicas del SI.

### **Unidad 3 Instrumentos Analógicos**

1- Aspectos generales. Resolución. Exactitud. Clase o error. De cuadro móvil, hierro móvil y Electrodinámicos. Galvanómetro de suspensión. Comportamiento dinámico. Instrumento de cuadro móvil para medición de C.A. 2- Configuración de Amperímetros y Voltímetros de corriente continua. 3- Ohmetros serie y derivación. 4- Multímetro. 5- Instrumentos indicadores de corriente alterna. Instrumentos electrodinámicos. Watímetro electrodinámico. Campo Nominal de Referencia y Utilización. Precauciones en el uso del Watímetros. 6- Instrumentos con rectificador. Medición de valores RMS de tensión y corriente con instrumentos de medición de valores medios.

### **Unidad 4 Instrumentos Digitales**

1 -Conceptos básicos de conversión análogo - digital. Diagrama en bloques de un instrumento Digital Básico. 2- Convertidores analógicos a digitales. Diagrama en bloques. Cuantización. Codificación. 3- Conversores más comunes: Rampa de escalera, Aproximaciones sucesivas, Doble rampa, Tension a frecuencia. 4- Errores. Interpretación de las especificaciones de exactitud de los equipos digitales. 4- Voltímetro, Amperímetro y Ohmetro digital de CC. 5- Medición de señales alternas con conversores A/D. Voltímetro de valor medio, cresta y valor eficaz verdadero.

### **Unidad 5 Medición de resistencias**

1- Medición de resistencias eléctricas en corriente directa. Métodos: del voltímetro-amperímetro. Ohmmetros (de 4, 3 y 2 hilos). Comparación. Sustitución. Puentes de CC. 2- Puente de Wheastone y Puente de Kelvin 2- Medición de resistencia con fuentes de corrientes constante. 3 -Medición de resistencia de aislación: Medición Única, RAD e IP, Saltos de Tensión, Uso electrodo de guarda. Precauciones de seguridad a tener en cuenta en los ensayos de resistencia de aislación. 4- Medición de la continuidad eléctrica en estructuras de H<sup>o</sup>A<sup>o</sup>, para derivadores de corriente del rayo. 5- Medición de resistencia de contacto de interruptores. 6- Medición de rigidez dieléctrica del aceite.



#### **Unidad 6 Medición de PAT y Fallas en Cables.**

1- Medida de la resistividad del terreno, Distintos Métodos, Interpretación de resultados. 2- Medidas que se deben adoptar previo a las mediciones de PAT. Métodos de medida de Resistencia de puesta a tierra. 3- Medición de los parámetros de PAT, tensión de paso y contacto en una ET. Control de los chicotes de conexión PAT en una ET. Equipamiento para las mediciones de resistencia de PAT, Tensión de paso y tensión de contacto. 4- Modos de conexión a tierra en sistemas TT, IT y TN-S. Medición de continuidad eléctrica en Sistemas TN-S. 5- Fundamentos de la Corrosión Catódica, protección con ánodos de sacrificio y corriente impresa, criterios de protección, medición de potencial de protección. 6- Localización de fallas en cables subterráneos, Método Reflectométrico de baja y alta energía.

#### **Unidad 7 Medición de impedancias**

1- Modelos de inductancias y capacitancias ideales. 2- Puentes de corrientes alterna. Equilibrio. 3- Modelos capacitores serie y paralelo. Factor de Disipación o  $\text{tg}\delta$  de capacitores y equipamientos eléctricos. 4- Medición de capacidad y  $\text{tg}\delta$ , Puente Schering. 5- Modelos de inductancias. Puentes de inductancias. 6- Blindajes.

#### **Unidad 8 Transformadores de medida**

1- Definición y funciones de los transformadores TI y TV para línea y laboratorio. 2- Transformadores de medición de intensidad. Funcionamiento. Errores. Factor de sobrecarga. Intensidad de límite térmica. Intensidad de límite dinámica. 3- Transformadores de medición de tensión. Funcionamiento. Errores. Potencia límite. 4- Puesta de tierra de protección de TI y TV. 5- Protección de TV y TI. 6- Datos de chapa características para TV y TI de MT y BT.

#### **Unidad 9 Medición de potencia y factor de potencia**

1- Medición de potencia en corriente continua. 2- Medición de potencia en corriente alterna. 3- Medición de potencia en sistemas monofásicos. 4- Medición del factor de potencia. Concepto de factor de potencia en un Sistema trifásico. 5- Watímetro electrodinámico y Digitales. 6- Determinación de la constante de escala. Ampliación de escala. Watímetro para bajo factor de potencia. 5- Medición de potencia en sistemas trifásicos. Método de los tres watímetros. Neutro artificial. 6- Método Aron de dos watímetros. 7- Medición de la potencia reactiva. 8- Tipos de conexiones. Medición directa. Medición semidirecta con TV o TI. Medición indirecta con TV y TI. 9- Concepto de equipo corrector de FP para sistemas trifásicos.

#### **Unidad 10 Medición de energía**

1- Teoría resumida de medidores analógicos y Digitales. Tipos de medidores de energía analógicos y digitales. Relación entre energía y revoluciones en el tiempo p/ medidores analógicos e impulsos para digitales. Errores e Influencia de la variación de los parámetros. 2- Verificación y contraste de medidores de E. E. Analógicos y Digitales. 3- Métodos de aplicación.

#### **Unidad 11 Osciloscopios**

1- Introducción. 2- Diagrama de bloques de osciloscopios Analógicos y Digitales. 3- Tubo de rayos catódicos y pantalla de despliegue digital. 4- Sistema de deflexión vertical. 5 - Sistema de deflexión horizontal. 6- Transductores y puntas de prueba. 7- Técnicas de medida. 8- Figuras de Lissajous. Cuidados a Tener con el Uso del Osciloscopio.

#### **Unidad 12 Transductores**

1- Introducción. Clasificación. 2- Selección de un transductor. Configuración puente de Wheastone 3- Galgas extensiométricas. Usos y aplicaciones. 4- Transductores de desplazamiento. Usos y aplicaciones. 5- Transductores de temperatura. Termopares, Pt100, termistores, otros. Usos y aplicaciones. 6- Otros transductores. 7- Introducción a la Termografía Infrarroja. Principios básicos, emisividad, aplicaciones, inspección termográfica de sistemas eléctricos.



### **Unidad 13 Análisis armónico y analizadores de Espectro.**

1-Introducción. 2- Los armónicos, rango del armónico, espectro, etc. 3- Conceptos básicos de distorsión armónica en líneas eléctricas, perturbaciones producidas por las corrientes y tensiones armónicas, límites aceptables. 4- Analizadores de distorsión, analizadores de espectro con transformada de Fourier. 5- Armónicos, medición, producción y corrección. Análisis de contenido de armónicos en el sistema eléctrico.

### **Unidad 14 Medición de Altas tensiones**

1- Introducción a las medidas de altas tensiones alternas y continuas. 2- Generalidades 3- Generación de alta tensión alterna y continua 4- Generación de impulsos de tensión y corriente de alta tensión tipo rayos para ensayos. 5- Medición de alta tensión continua y de valor eficaz de alta tensión alterna. 6- Uso de espirometros para medidas de tensiones de CC, CA y de impulso.

### **Unidad 15 Mediciones de Unidades Magnéticas**

1- Introducción. 2- Medición de las magnitudes de campos magnéticos. 3- Materiales ferromagnéticos, ciclo de histéresis estático y dinámico. Mediciones de Pérdidas. 4- Descripción y método de ensayo con el aparato de Epstein.

### **METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA:**

La modalidad de dictado es principalmente la denominada clase magistral, esto es la exposición oral frente a los alumnos con el pizarrón y cañón digital. La diversidad de temas del programa hace que la estrategia didáctica básica utilizada sea la descriptiva, limitándose la utilización de cálculos a algunos temas de la teoría y en los trabajos de laboratorio.

En cada una de las unidades temáticas se explican los conceptos fundamentales de cada tema, orientando su desarrollo a su aplicación práctica. La estrategia utilizada en la cátedra es principalmente el desarrollo de los temas teóricos con apoyo de ejemplos prácticos, utilizando información actualizada de equipamiento.

Son varias las estrategias didácticas empleadas para garantizar la adquisición de conocimientos, competencias y actitudes en relación con los objetivos y para generar en el alumnado hábitos de autoaprendizaje. Entre ellas cabe mencionar la exposición dialogada, en la que el docente explica los aspectos fundamentales del tema con la participación de los alumnos, utilizada generalmente para presentar un tema nuevo o desarrollar aquellos con dificultades de comprensión.

Las clases de laboratorio se desenvuelven en forma grupal, incentivando la participación de los alumnos en el desarrollo de la temática expuesta, modalidad favorecida por el número moderado de alumnos, el equipamiento disponible y la buena relación docente alumno de la asignatura.

### **MODALIDAD DE EVALUACIÓN:**

#### **Requisitos para regularizar la asignatura:**

- Haber asistido como mínimo al 80 % de las clases teóricas y prácticas de laboratorio, habiendo presentado y aprobado la totalidad de los informes de laboratorio en tiempo y forma
- El alumno deberá llevar una carpeta actualizada y en forma individual, con los problemas resueltos, que se dan en las clases prácticas, como así también presentar los informes de los trabajos de laboratorio realizados; los que serán periódicamente visados y aprobados por el plantel docente de la asignatura; Esta es la única forma en que el alumno puede aprobar las clases prácticas de laboratorio.
- Deberá aprobar dos exámenes parciales, con un mínimo de 5 (cinco), que corresponde al menos, de la aprobación del 50% de cada uno de los conocimientos solicitados en el examen. Cada parcial contará con una parte teórica y una práctica, la cual debe aprobar por separado para cumplimentar este ítem.



Se tomarán dos parciales y sus correspondientes recuperatorios durante el cuatrimestre, Los resultados de los parciales se darán dentro de los diez días posteriores y los recuperatorios se avisaran como mínimo, dos días antes de las fechas pactadas para los mismos.

**Requisitos para aprobar la asignatura:**

El alumno regular debe aprobar un examen oral y/o escrito de tres capítulos seleccionados al azar del programa de la asignatura y saber relacionar estos con el resto de los capítulos si correspondiere. El alumno libre debe realizar y aprobar un examen escrito seleccionado por la cátedra, de uno de los capítulos del programa, quedando habilitado en ese momento para realizar y aprobar la presentación de un práctico de laboratorio seleccionado por la cátedra y por último un examen oral y/o escrito de tres capítulos seleccionados al azar del programa de la asignatura distintos al escrito, y además saber relacionar estos con el resto de los capítulos si correspondiere.

La asignatura NO presenta régimen de PROMOCION de ningún tipo.

**LISTADO DE PRÁCTICOS PROPUESTOS DE LA ASIGNATURA:**

Trabajo Practico N° 1 Tema: Determinación de errores en la medición.

Trabajo Práctico N° 2 Tema: Calibración de Instrumentos.

Trabajo Práctico N° 3 Tema: Variación de la resistencia con la temperatura.

Trabajo Práctico N° 4 Tema: Medición de resistencia con puente de Wheatstone y Kelvin.

Trabajo Práctico N° 5 Tema: Medición de los niveles de aislación de equipos eléctricos.

Trabajo Práctico N° 6 Rigidez Dieléctrica del Aceite

Trabajo Práctico N° 7 Tema: Medición de potencia en sistemas monofásicos y corrección del Factor de potencia.

Trabajo Práctico N° 7b Tema: Problemas de Corrección del Factor de Potencia.

Trabajo Práctico N° 8 Tema: Medición de potencia en sistemas polifásicos (analógico y digital).

Trabajo Práctico N° 9 Tema: Medición de Puestas a tierra y de resistividad del terreno.

Trabajo Práctico N° 10 Tema: Medición de altas Tensiones con Explosores. Generación de corrientes y tensiones impulsivas en AT.

Trabajo Práctico N° 11 Tema: Osciloscopio.

Trabajo Práctico N° 12 Tema: Reflectometría.

Trabajo Práctico N° 13 Tema: Medición de temperatura con Termografía Infrarroja (detección de puntos calientes).

Trabajo Práctico N° 14 Tema: Verificación y contraste de medidores de energía analógicos y digitales.

Trabajo Práctico N° 15 Tema: Armónicos, medición, producción y corrección. Análisis de contenido de armónicos en el sistema eléctricos.

Trabajo Práctico N° 16 Tema: Medición de continuidad eléctrica de la estructura de H<sup>o</sup>A<sup>o</sup> y Medición de resistencia de contactos de interruptores.

Trabajo Práctico N° 17 Tema: Medición de pérdidas en materiales ferromagnéticos.



**CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 2019:**

Lugar de dictado: Laboratorio de Electricidad				
Semana		Lunes: de 14:00 a 18:00 horas	Jueves: de 13:00 a 15:00 horas	
1	11/3	Teórico	14/3	Teórico
2	18/3	Practico 1 - Determinación de errores en la medición.	21/3	Teórico
3	25/03	Practico 2 - Calibración de instrumentos. Practico 3 - Variación de resistencia con la temperatura.	28/03	Teórico
4	01/4	Practico 4 - Medición de resistencias con puentes de Wheatstone y Kelvin Medición de continuidad eléctrica de la estructura de H <sup>º</sup> A <sup>º</sup> (con fuente ac y cc). Medición de resistencia de contactos interruptores BT y MT.	04/4	Teórico
5	08/4	Practico 5 - Medición de aislamiento. Practico 6 - Rigidez dieléctrica del aceite.	11/4	Teórico
6	15/4	Practico 7 - Potencia monofásica. Practico 7b - FP Problemas.	18/4	Feriado
7	22/4	Teórico Practico 8 - Potencia trifásica.	25/4	PRIMER PARCIAL
8	29/4	Practico 9 - Medición de PAT y resistividad de Terreno.	02/5	Teórico
9	06/5	Practico 10 - Medición de tensiones de paso y contacto en ET. Medición de continuidad eléctrica de los chicotes de PAT en ET. Método Práctico.	9/5	Teórico
10	13/5	Practico 11 - Medición de alta tensión. Practico 12 - Reflectometría.	16/5	Teórico
11	20/5	Resolución Problemas Osciloscopio. Practico 13 - Osciloscopio. Teórico - Práctico 14 - Termografía.	23/5	Teórico
12	27/5	Practico 15 - Verificación y Contraste de Medidores de Energía. Teórico - Práctico 16 - Armónicos	30/6	Teórico
13	03/6	SEGUNDO PARCIAL	06/6	Teórico
14	10/6	RECUPERATORIO PARCIALES 1 Y 2	13/6	Teórico
15	17/6	Feriado	20/6	Feriado



**DICTADO DE LOS TEÓRICOS, TEÓRICO-PRÁCTICOS Y PRÁCTICOS DE LA ASIGNATURA:**

Complejo IPSEP -LABELEC

**HORARIOS DE CLASES:**

Lunes de 14 a 18 hs. (Prácticos)  
Jueves de 13 a 15 hs. (Teóricos)

**HORARIOS DE CONSULTA:**

Martes de 9 a 12:30 hs. (G. ZAMANILLO)  
Miércoles de 15:30 a 18:30 hs. (G. ZAMANILLO)  
Miércoles de 10 a 12 hs. (S. NESCI)  
Miércoles de 15 a 18 hs. (M.MITTINO)  
Jueves de 10 a 12 hs. (S. NESCI)  
Jueves de 9 a 12 hs. (L. SANCHEZ)

**BIBLIOGRAFÍA:**

Título	Autor/s	Editorial	Año de Edición	Ejemplares Disponibles	Bibliografía	
					Específica	consulta
					Unidad	
Instrumentación Electrónica Moderna y Técnicas de Medición.	William D. Cooper-Albert D. Helfrick.	Prentice Hall	1991	2	1, 2, 3, 4, 7, 11, 12, 13	-
Guía para Mediciones Electrónicas y Prácticas de Laboratorio	Stanley Wolf-Richard F.M.Smith	Prentice Hall	1992	2	1, 2, 3, 4, 7, 12	-
Calibration: Philosophy in Practice	Everett, Wash.	Fluke Corp ©1994.	1994	1	1	-
Introducción a las mediciones de Laboratorio	A. P. Maiztegui y R. J. Gleiser	Kapelusz.	1980	1	-	1
Norma IRAM 2, Sistema de unidades	IRAM		1989	1	-	3
Norma IRAM 2281-2, Puesta a tierra de sistemas eléctricos. Guía de Mediciones de Magnitudes de puesta tierra (resistencias, resistividades y gradientes).			2002	1	6	-
Norma IRAM 2325, Aislación eléctrica. Guía para la evaluación de estado por mediciones de su resistencia.			1992	1	5	-
Técnica de las medidas eléctricas	Stockl-Winterling	Labor	1979	1	15	-
Instrumentación eléctrica y sistemas de medida.	B.A. Gregory.	Gustavo Gili.	1984	1	-	4
Mediciones y Pruebas Eléctricas y Electrónicas	W. Bolton	Marcombo	1995	1	-	La mayoría de los capítulos





Fundamentos de metrología eléctrica. Potencia y Energía. Tomo III	Andrés M. Karcz	Marcombo Boixareu	1977	2	8, 9 y 10	-
Medida de la resistencia de la toma de tierra en edificios comerciales, residenciales y en plantas industriales	Fluke Corporation ID : 11095-spa		Copyright 2006	Web: www.fluke.es	-	6
5 maneras en que las herramientas de medición pueden mejorar la seguridad alrededor de la maquinaria rotativa.	Fluke Corporation. 6006078A_LAES		Copyright 2015	Web: www.fluke.com/laam	-	-
El ABC de los multímetros	Fluke Corporation ID: 10044-spa		Copyright 2003	<a href="https://www.fluke.com/es-ar/informacion/biblioteca">https://www.fluke.com/es-ar/informacion/biblioteca</a>	-	4

Firma Docente Responsable

Firma Secretario Académico