



UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE LA PLATA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Código: **E1208**

Programa de:

## Medidas Eléctricas

Fecha Actualización: 15/11/2017

### CARRERAS PARA LAS QUE SE DICTA

Carrera	Plan	Carácter	Cantidad de Semanas	Año	Semestre
<b>Ingeniería en Energía Eléctrica</b>	<b>2018</b>	<b>Obligatoria</b>	Totales: <b>0</b> Clases: <b>0</b> Evaluaciones: <b>0</b>	<b>2018</b>	<b>6</b>
<b>Ingeniería Electrónica</b>	<b>2018</b>	<b>Obligatoria</b>	Totales: <b>0</b> Clases: <b>0</b> Evaluaciones: <b>0</b>	<b>2018</b>	<b>7</b>
<b>Ingeniería en Telecomunicaciones</b>	<b>2018</b>	<b>Obligatoria</b>	Totales: <b>0</b> Clases: <b>0</b> Evaluaciones: <b>0</b>	<b>2018</b>	<b>7</b>

### CORRELATIVIDADES

CURSADA	PROMOCIÓN
E1211 Análisis de Sistemas y Señales F1315 Probabilidades y Estadística	E1211 Análisis de Sistemas y Señales F1315 Probabilidades y Estadística

### DATOS GENERALES

Departamento: **Electrotecnia**  
Área: **Mediciones**  
Tipificación: Tecnológicas Basicas

### HORAS BLOQUE

Bloque de CB	Matemática	<b>0.0</b>
	Física	<b>0.0</b>
	Química	<b>0.0</b>
	Informática	<b>0.0</b>
	<b>Total</b>	<b>0</b>
Bloque de TB	<b>96.0</b>	
Bloque de TA	<b>0.0</b>	
Bloque de Complementarias	<b>0.0</b>	
<b>Total</b>	<b>96</b>	

### PLANTEL DOCENTE

### CARGA HORARIA

### HORAS DE CLASE

Totales: <b>96</b>		Semanales: <b>6</b>	
Teoría: <b>48.0</b>	Práctica: <b>48.0</b>	Teoría: <b>3</b>	Práctica: <b>3</b>
<b>FORMACIÓN PRÁCTICA</b>			
Formación Experimental <b>24.0</b>	Resol. de Problemas <b>12.0</b>	Proyecto y Diseño <b>0.0</b>	PPS <b>0.0</b>
TOTAL COMPUTABLES <b>96.0</b>		HORAS DE ESTUDIO ADICIONALES (NO ESCOLARIZADAS) <b>0.0</b>	
<b>OBJETIVOS:</b>			
<p>Introducir las técnicas y buenas prácticas fundamentales para las medidas eléctricas, así como los instrumentos más adecuados para las mismas. Presentar las nociones de error e incertidumbre de medición. Desarrollar en el alumno capacidad y criterios prácticos para la resolución de problemas concretos de tipo ingenieril a partir de los conocimientos previamente adquiridos en otras materias, y los que vaya adquiriendo durante el curso.</p>			
<b>PROGRAMA SINTÉTICO:</b>			
<p>Error e Incertidumbre en las Mediciones. Clasificación y características básicas de Instrumentos Indicadores. Métodos de medida, error de inserción y concepto de sensibilidad. Introducción a los instrumentos digitales. Mediciones en corriente continua y alterna con instrumentos digitales. Medición de Potencia en Corriente Alterna en Sistemas Monofásicos y Trifásicos. El osciloscopio: funciones, tipos, uso y características principales. Errores debidos a Señales Interferencia en Sistemas de Medida. Introducción a los sistemas de Instrumentación Virtual. Elementos de Seguridad e Higiene en las Mediciones Eléctricas.</p>			
<b>PROGRAMA ANALÍTICO:</b>		<b>AÑO DE APROBACIÓN: 2017</b>	

### Error e Incertidumbre de Medición

El concepto de medición. Error e Incertidumbre de medición. Magnitudes de influencia. Cifras significativas. Error relativo. Error límite. Exactitud y precisión. Clasificación de errores. Propagación de errores. Repetibilidad de corto término. Estadística aplicada a los errores de medida. Intervalos de confianza. Estimación de la incertidumbre en mediciones directas e indirectas, únicas y repetidas. Modos usuales de expresión de resultados. Tolerancias.

Ejemplos de aplicación.

### Instrumentos Indicadores

Clasificación de los instrumentos eléctricos indicadores. Características básicas de los aparatos indicadores analógicos. Generalidades sobre instrumentos de imán permanente y bobina móvil, y de hierro móvil. Lectura de un aparato analógico. Características básicas de la presentación de un aparato digital. Expresión de sus errores. Resolución de un instrumento. Interpretación de especificaciones técnicas de instrumentos indicadores. Ejemplos de aplicación.

### Seguridad e Higiene en Mediciones Eléctricas

Nociones básicas de Seguridad e Higiene en Mediciones Eléctricas.

### Métodos de Medida

Ideas básicas sobre métodos de medida. Mediciones directas e indirectas. Métodos de medida de cero y deflexión. Error de inserción. Método de oposición. El concepto de sensibilidad en los métodos de cero. Voltímetro diferencial. Método del voltímetro y el amperímetro. Caracterización y medición de resistores de muy bajo y muy alto valor. Generalidades de los puentes de Wheatstone y Thomson. Ejemplos de aplicación.

### Instrumentos Digitales

Diagrama en bloques de un Instrumento Digital. Conversión Analógico-Digital. Errores de digitalización. Técnicas de conversión A/D. Breve introducción a los convertidores D/A. Convertidores A/D integradores y no integradores. Instrumentos digitales para la medición de fenómenos lentos de continua (tensión, corriente y resistencia). Medición de señales alternas. Detectores de valor medio y valor eficaz verdadero. Errores de forma de onda. Errores debidos a señales de modo normal o serie y común. Ejemplos de aplicación.

### Medición de Potencia en Corriente Alterna en Sistemas Monofásicos y Trifásicos

Medición de potencia activa en corriente alterna. Generalidades de vatímetros electrodinámicos. Medición de potencia activa en sistemas trifásicos, trifilares y tetrafilares. Medición de potencia reactiva. Medición de impedancias. Generalidades de la medición de energía. Transformadores de medida de corriente (T.A.) y de tensión (T.V.): modelos, datos característicos y esquemas de conexión. Pinzas amperométricas. Bobina de Rogowski. Analizadores de Potencia. Ejemplos de aplicación.

### Osciloscopios

Generalidades. Diagrama en bloques de osciloscopios analógicos y digitales. Análisis de las diferentes secciones. Puntas de prueba pasivas. Ancho de banda y tiempo de subida. Velocidad de muestreo, longitud de registro y memoria de osciloscopios digitales. Técnicas de presentación. "Aliasing". Interpretación de especificaciones técnicas de osciloscopios. Ejemplos de aplicación.

### Errores debidos a Señales Interferencia en Sistemas de Medida

Señales de interferencia externas a un sistema de medida. Acoplamientos resistivo, inductivo y capacitivo. Técnicas de guarda, aislación y blindajes de sistemas de medida. Ejemplos de aplicación.

### Sistemas de Instrumentación Virtual

Generalidades sobre sistemas de Instrumentación Virtual.

### **ACTIVIDADES PRÁCTICAS:**

Las actividades prácticas incluyen cuatro (4) trabajos de laboratorio (con sus correspondientes recuperaciones), en los que se realiza ejercitación práctica utilizando instrumentos de medición en circuitos diseñados ad-hoc. La duración de los mismos es de 3 horas cada uno, en horarios que figuran en el calendario de la asignatura. La semana anterior a la realización del trabajo práctico de laboratorio propiamente dicho, se desarrolla una clase práctica (gabinete) en la que se presentan a los alumnos las pautas básicas del trabajo de laboratorio correspondiente, y se plantean problemas similares a los que se abordarán en el mismo. La evaluación de los trabajos de laboratorio resulta de un coloquio con los ayudantes de la materia, quienes valoran el grado de conocimiento y participación del alumno en las tareas correspondientes. Las actividades prácticas se completan con clases semanales de explicación y resolución de problemas.

### **METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA:**

A los fines de la organización del curso, el contenido de la materia está dividido en dos (2) Módulos, los que a su vez incluyen dos (2) Unidades Temáticas (U.T.) cada uno, a saber:

**MÓDULO A:**

- U.T. N° 1: Error e Incertidumbre de medida. Medición de tensiones y corrientes por métodos directos e indirectos. Medición de resistencias. Método de voltímetro y amperímetro.
- U.T. N° 2: Instrumentos digitales. Estudio de un voltímetro digital. Errores de forma de onda.

**MÓDULO B:**

- U.T. N° 3: Medición de potencia en sistemas monofásicos y trifásicos. Caracterización de impedancias. Empleo de analizadores de potencia.
- U.T. N° 4: Uso de osciloscopios analógicos y digitales. Interferencias en Sistemas de medida.

El desarrollo de la materia se completa en 21 semanas (las actividades se detallan en un calendario que se publica anualmente), en las que se realizan las siguientes actividades: Clases de Exposición y Discusión de Temas, Gabinetes (correspondientes a los respectivos trabajos prácticos de laboratorio), Trabajos Prácticos de Laboratorio (con sus correspondientes recuperaciones), Clases semanales de explicación y resolución de problemas, y Evaluaciones parciales (con sus correspondientes recuperaciones y una recuperación final). La atención de consultas de alumnos en aula se brinda tres días por semana, en los horarios que se detallan en el calendario; disponiéndose además de la posibilidad de efectuar consultas por Internet, a través de la página WEB de la asignatura.

**SISTEMA DE EVALUACIÓN:**

### 1. Trabajos Prácticos de Laboratorio

Uno por cada Unidad Temática. La asistencia a los cuatro (4) Trabajos Prácticos de Laboratorio es obligatoria y deberán ser realizados en un único turno, que es el elegido en el momento de la inscripción.

La semana previa a la realización del Trabajo Práctico tendrá lugar la explicación del mismo, en el correspondiente Gabinete.

La evaluación de los Trabajos Prácticos resultará de un coloquio con los ayudantes de la materia, quienes valorarán el grado de conocimiento y participación del alumno en las tareas correspondientes. La calificación resultante será "muy bueno", "bueno", "regular" o "insuficiente". El puntaje correspondiente será:

- muy bueno: 10 puntos,
- bueno: 7 puntos,
- regular: 4 puntos,
- insuficiente: 0 puntos,
- ausente: 0 puntos.

Vale lo mismo para el caso de la Recuperación, tomándose siempre la mejor nota obtenida. Es condición para la aprobación de cada uno de los Módulos, que las notas de los dos Trabajos Prácticos de Laboratorio correspondientes no sean inferiores a cuatro (4) puntos.

### 2. Evaluaciones Parciales

Cada Evaluación Parcial corresponderá a uno de los Módulos citados antes y abarcará, por tanto, dos Unidades Temáticas. La calificación se realizará por Módulo, con un puntaje de 0 a 10. Para cada Evaluación Parcial existirán dos fechas, computándose el mejor puntaje obtenido en ambas. Es condición para la aprobación del Módulo que la nota de la Evaluación Parcial no sea inferior a cuatro (4) puntos.

### 3. Nota del Módulo

El puntaje correspondiente a cada Módulo resultará de sumar la nota de la respectiva Evaluación Parcial multiplicada por 0,8, más la suma de las notas de los Trabajos Prácticos de Laboratorio correspondientes por 0,1, es decir:

nota Módulo A = 0,8\*nota Evaluación Parcial Módulo A 0,1\*(nota T.P.1 nota T.P.2)

nota Módulo B = 0,8\*nota Evaluación Parcial Módulo B 0,1\*(nota T.P.3 nota T.P.4)

### 4. Recuperación Final

Al final del curso habrá una posibilidad adicional de recuperación de Evaluación Parcial, para un único Módulo. Esta opción será aplicable para aquellos alumnos que, habiendo aprobado ambos Módulos, deseen aumentar la nota alcanzada, o que hayan obtenido nota mayor o igual que cuatro puntos en, al menos, uno de los Módulos.

### 6. Nota Final

La nota final surgirá de promediar las obtenidas a lo largo del semestre, para cada uno de los dos Módulos en que se ha dividido la materia:

Nota Final = (nota Módulo A nota Módulo B)/2

### 7. Aprobación de la materia

Se podrá lograr mediante dos modalidades diferentes, a saber:

#### 7.1. Promoción Directa

Para obtener la Promoción Directa de la materia al finalizar el semestre, es condición haber aprobado ambos Módulos con nota no inferior a 4 (cuatro) puntos, y haber obtenido como Nota Final un mínimo de 6 (seis) puntos.

#### 7.2. Promoción por Examen Final

El alumno que no haya alcanzado la Promoción Directa de la asignatura según lo detallado en 7.1, habiendo obtenido la aprobación de ambos Módulos con nota no inferior a 4 (cuatro) puntos, y nota final mayor o igual que 4 (cuatro) puntos pero menor que 6 (seis) puntos, tendrá la opción de rendir Examen Final.

### 8. Curso de Recuperación

El alumno que no haya aprobado la asignatura por el régimen de Promoción Directa indicado en 7.1, habiendo aprobado al menos tres (3) Trabajos Prácticos de Laboratorio o una (1) Evaluación Parcial con nota no inferior a cuatro (4) puntos, tendrá la opción de participar del Curso de Recuperación a desarrollarse durante el siguiente semestre.

## BIBLIOGRAFÍA:

- Pallás Areny, R., "Instrumentos Electrónicos Básicos", Alfaomega Marcombo, 2007.
- Wolf, S., Smith, R. F. M., "Guía para mediciones electrónicas y prácticas de laboratorio", Prentice-Hall, 1992.
- Bosch, J., Carmona, M., "Instrumentación Electrónica Avanzada", Universidad de Barcelona, 2012.
- Morris, A., "Measurement and Instrumentation Principles", Butterworth-Heinemann, 2001.
- Rabinovich, S. G., "Measurement Errors and Uncertainties. Theory and Practice.", AIP Press Springer, Third Edition, 2005.
- Grabe, M., "Measurement Uncertainties in Science and Technology", Springer, 2005.
- BIPM (Bureau International des Poids et Mesures), "Evaluation of measurement data. Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", JCGM 100, First edition, 2008.
- IRAM, Norma 35050, "Estadística. Procedimientos para la evaluación de la incertidumbre de la medición.", Primera edición, 2001.
- Spiegel, M. R., "Estadística", McGraw-Hill, 1991
- Montgomery, D.C., Runger, G. C., "Applied Statistics and Probability for Engineers, John Wiley & Sons Inc., Third Edition, 2003.
- Microchip Technology Inc., "Analog-to-Digital Converter Design Guide", 2004.
- Baker, B., "How delta-sigma ADCs work", Texas Instruments Incorporated, 2011.
- Agilent Technologies, "System Cabling Errors and DC Voltage Measurement Errors in Digital Multimeters", Application Note AN 1389-1, 2002.
- National Instruments, "Digital Multimeter Measurement Techniques and Definitions", 2004.
- Agilent Technologies, "Understanding Oscilloscope Frequency Response and Its Effect on Rise-Time Accuracy", Application Note 1420, 2002.
- Agilent Technologies, "Oscilloscope Fundamentals", Application Note 1606, 2008.
- LeCroy, "Fundamentals of Digital Oscilloscopes and Waveform Digitizing", 1998.
- Tektronix, "ABCs of Probes", 2005.
- Jones, L. D., Foster Chin, A., "Electronic Instruments and Measurements", Prentice-Hall International Editions, 1991.
- Cooper, W. D. y Helfrick, A. D.: "Instrumentación Electrónica Moderna y Técnicas de Medición", Prentice-Hall Iberoamericana, 1991.
- Bowens, A. J., "Digital Instrumentation", Mc Graw Hill, 1984.
- Frank, Ernest: "Análisis de Medidas Eléctricas", Mc Graw Hill, 1969.
- Stout, Melville B.: "Basic Electrical Measurements", Pergamon Press, 1960.
- Dally, J. W., Riley, W. F, Mc Connell, K., "Instrumentation for Engineering Measurements", John Wiley & Sons, 1984.
- Jones, E. B., "Instrument Technology", Volume 1, Newness-Butterworths, 1976.
- Millman y Halkias, "Electrónica integrada", Hispano Europea 1981.
- Oliver, B. M., Cage, J. M., "Electronic Measurements and Instrumentation", Mc Graw Hill, 1971.

**MATERIAL DIDÁCTICO:**

- Guía de Estudios sobre el contenido de la materia editada por el CEILP.
- Colección de diapositivas de las clases de exposición y discusión de temas (disponibles en la página web de la asignatura).
- Guía de Trabajos Prácticos correspondiente a las cuatro Unidades Temáticas en las que se halla dividida la materia.
- Guía de Problemas Propuestos correspondiente a las cuatro Unidades Temáticas en las que se halla dividida la materia.
- Diseño de prácticas de laboratorio y preparación de material didáctico "ad-hoc" (circuitos y dispositivos específicos para las mediciones a efectuar en los trabajos prácticos de laboratorio).
- Introducción a la Incertidumbre en las Mediciones según la Guía del Comité Internacional de Pesas y Medidas. (C.E.I.L.P.)

**ACTIVIDAD LABORATORIO-CAMPO:**

Nombre	Tema	Laboratorio	Días y Horarios
Descripción:			
Herramientas Utilizadas:			
Equipos y elementos de seguridad para esta tarea:			