



UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE LA PLATA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Código: **E0208**

Programa de:

## Medidas Eléctricas

Fecha Actualización: 31/05/2016

### CARRERAS PARA LAS QUE SE DICTA

| Carrera                        | Plan        | Carácter           | Cantidad de Semanas   | Año      | Semestre |
|--------------------------------|-------------|--------------------|-----------------------|----------|----------|
| <b>Ingeniería Electricista</b> | <b>2002</b> | <b>Obligatoria</b> | Totales: <b>0</b>     | <b>3</b> | <b>6</b> |
|                                |             |                    | Clases: Evaluaciones: |          |          |
| <b>Ingeniería Electrónica</b>  | <b>2002</b> | <b>Obligatoria</b> | Totales: <b>0</b>     | <b>3</b> | <b>6</b> |
|                                |             |                    | Clases: Evaluaciones: |          |          |

### CORRELATIVIDADES

| CURSADA                                                              | PROMOCIÓN                   |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| E0204 Teoría de Circuitos I<br>F0304 Matemática C<br>F0305 Física II | E0204 Teoría de Circuitos I |

### DATOS GENERALES

Departamento: **Electrotecnia**

Área: **Mediciones**

Tipificación:

Ingeniería Electricista 2002: **TB**

Ingeniería Electrónica 2002: **TB**

### PLANTEL DOCENTE

Profesor Titular: DIAS Ricardo

Profesor Adjunto: Arrojo Carlos Darío

Jefe de Trabajos Prácticos: Ixtaina Pablo Ruben

Jefe de Trabajos Prácticos: Nastta Hernán

Ayudante Diplomado: Herlein Matías Ezequiel

Ayudante Diplomado: Godoy Martín Claudio Miguel

Ayudante Alumno: Herrera Christian Y.

Ayudante Alumno: Iriart Ignacio A.

Ayudante Alumno: Grilauskas Zoe

Ayudante Alumno: Ayala Carlos Eduardo

### HORAS BLOQUE

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

### CARGA HORARIA

### HORAS DE CLASE

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                 |                                                 |                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------|
| Totales:<br><b>0</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                 | Semanales:<br><b>6</b>                          |                       |
| Teoría:<br><b>0</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Práctica:<br><b>0</b>           | Teoría:<br><b>3</b>                             | Práctica:<br><b>3</b> |
| <b>FORMACIÓN PRÁCTICA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                 |                                                 |                       |
| Formación Experimental<br><b>32</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Resol. de Problemas<br><b>0</b> | Proyecto y Diseño<br><b>0</b>                   | PPS<br><b>0</b>       |
| TOTAL COMPUTABLES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 | HORAS DE ESTUDIO ADICIONALES (NO ESCOLARIZADAS) |                       |
| <b>OBJETIVOS:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 |                                                 |                       |
| <p>El punto del Plan de Estudios en el que se encuentra la asignatura es ideal para enfrentar al alumno con el problema concreto de aplicar los conocimientos que ya posee de otras materias, y los que va adquiriendo durante su ejercitación, a la resolución de problemas concretos de tipo ingenieril. Se procura entonces que el alumno experimente que la solución de un problema no es "la única", sino la técnicamente más conveniente, y que él deberá estar en grado de determinarla con certeza. Se busca lograr un enfoque global de los contenidos de la materia, con la adecuada rigurosidad, con miras a transmitir algo más que los conocimientos específicos de la asignatura: el criterio para enca-rar las soluciones a problemas concretos.</p> |                                 |                                                 |                       |
| <b>PROGRAMA SINTÉTICO:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 |                                                 |                       |
| <p>* Mediciones directas en C.C. y C.A.. * Mediciones indirectas en C.C.. * Métodos de medida. * Método de voltímetro y amperímetro. Puentes de C.C.. * Puentes de C.A. * Circuitos de tierra. * Guardas. * Osciloscopio. * Mediciones en régimen transitorio. * Mediciones directas e indirectas de potencia y energía activa y reactiva. * Transformadores de medida. * Instrumentos digitales. * Osciloscopios Digitales. * Transductores. * Blindajes. * Sistemas de instrumentación.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                 |                                                 |                       |
| <b>PROGRAMA ANALÍTICO:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 | <b>AÑO DE APROBACIÓN: 2002</b>                  |                       |

#### Errores de medición

El concepto de medición. Errores de medida. Número de cifras significativas. El concepto de error relativo. El concepto de error límite. Exactitud y precisión. Clasificación de los errores. Propagación de errores. Casos especiales de propagación. Tratamiento estadístico de los errores.

#### Instrumentos Indicadores

Clasificación de los instrumentos eléctricos indicadores. Características básicas de los aparatos indicadores analógicos. Lectura de un aparato analógico. Características básicas de la presentación de un aparato digital. Resolución de un instrumento (o sistema de medida). El error de inserción. Instrumentos eléctricos indicadores analógicos.

#### Métodos de Medida.

Ideas básicas de los métodos de medida. El método de oposición. Voltímetro diferencial. Generalidades del método de voltímetro y amperímetro. Resistores de muy alto valor. Resistores de muy bajo valor.

#### Puentes de corriente continua

Generalidades del puente de Wheatstone. Estudio del circuito. Análisis de los errores como método de cero. Adaptación del puente de Wheatstone para medición de resistencias de alto valor. Adaptación del puente de Wheatstone para medición de resistencias de bajo valor. Generalidades del puente de Thomson.

#### Puentes de corriente alterna

Generalidades de los puentes de corriente alterna. Estudio del circuito. Circuitos puente típicos. Eliminación del efecto de capacidades parásitas. Circuitos de tierra especiales. Conexión de elementos de tres terminales en un puente. Puentes de Schering para altas corrientes.

#### Instrumentos electrodinámicos y medición de Potencia

Caracterización de los vatímetros electrodinámicos. Medición de potencia en sistemas de n hilos. Medición de potencia en sistemas trifásicos. Medición de potencia en sistemas trifásicos trifilares. Medición de potencia en sistemas trifásicos tetrafilares. Medición de potencia reactiva con vatímetros. Medición de energía.

#### Transformadores de medida

El transformador de corriente (T.A.). Caracterización del transformador desde el punto de vista de sus errores. El transformador de corriente frente a sobreintensidades. El transformador de tensión. El transformador de tensión capacitivo. Esquema de conexionado de los transformadores de medida. Modelos de los distintos transformadores de medida.

#### Osciloscopio de rayos catódicos

Generalidades. Constitución de un osciloscopio elemental. Osciloscopios del tipo de laboratorio. Ancho de banda y tiempo de subida. Comandos generales de un osciloscopio. Ejemplos concretos de utilización.

#### Instrumentos digitales

Herramientas básicas. Algunas operaciones básicas. Conversión analógica - digital. Digitalización de señales. Errores de digitalización. Técnicas de conversión A/D. Breve introducción a los conversores D/A. Conversores no integradores. Conversores integradores. Organización de instrumentos digitales para medir fenómenos lentos de continua. Voltímetros digitales. Medición de corriente continua. Óhmetros. Medición de señales alternas. Automatización de instrumentos. Organización de un voltímetro. Multímetros. Errores de los instrumentos digitales.

#### Medición electrónica de potencia y energía

Medidores de estado sólido. Medidores híbridos. Osciloscopios de almacenamiento digital. Prestaciones adicionales.

#### Trasductores de temperatura

Generalidades. Termopares. Termorresistores.

#### Errores debidos a señales espurias en sistemas de medida

Técnicas de guarda. El concepto de sistema de medida. Principales fuentes de señales perturbadoras. Clasificación por su origen. Disminución del efecto de las señales de interferencia sobre el sistema de medida. Concepto de blindaje y aislación de elementos y sistemas. Comentario general sobre los puntos precedentes.

### **ACTIVIDADES PRÁCTICAS:**

Las actividades prácticas involucran 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 cátedra. La semana anterior a la realización del trabajo práctico propiamente dicho, se desarrolla una clase teórico 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 mismos resulta de un coloquio con los ayudantes de la materia, quienes evalúan el grado de conocimiento y participación del alumno en las tareas correspondientes.

Un trabajo especial con simulador de circuitos Pspice, relacionado con algún problema de aplicación de la materia, el que deberá ser presentado y rendido por el alumno.

#### **METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA:**

A los fines de la organización del curso, el contenido de la materia esta 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 con óhmetros. 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. Transductores. Sistemas de medida. Señales perturbadoras.

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, Trabajos Prácticos de Laboratorio (con sus correspondientes recuperaciones), Evaluaciones parciales (con sus correspondientes recuperaciones y una recuperación final) y un trabajo especial con PSpice, el que deberá ser presentado y rendido una vez cumplidas las instancias anteriores. 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 ([www.ing.unlp.edu.ar/medidas/](http://www.ing.unlp.edu.ar/medidas/))

#### **SISTEMA DE EVALUACIÓN:**

## Actividades puntuables

### 1. Trabajos Prácticos de Laboratorio

Habrá 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 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 puntaje obtenido en la mejor de 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:

$$\text{nota Módulo A} = 0,8 * \text{nota Evaluación Parcial Módulo A} + 0,1 * (\text{nota T.P.1} + \text{nota T.P.2})$$

$$\text{nota Módulo B} = 0,8 * \text{nota Evaluación Parcial Módulo B} + 0,1 * (\text{nota T.P.3} + \text{nota T.P.4})$$

### 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.

### 5. Trabajo especial con PSpice®

Una vez cumplidas las instancias anteriores el alumno podrá presentar y rendir un trabajo especial realizado con simulador de circuitos PSpice®, relacionado con algún problema de aplicación de mediciones. La calificación se realizará con un puntaje de 0 a 10.

### 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, y la del trabajo especial realizado con PSpice®:

$$\text{nota final} = 0,95 * (\text{nota Módulo A} + \text{nota Módulo B}) / 2 + 0,05 * \text{nota de PSpice.}$$

La aprobación de la materia se podrá lograr mediante dos modalidades diferentes, a saber:

#### 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.

#### 2. Promoción por Examen Final

El alumno que no haya alcanzado la Promoción Directa de la asignatura según lo detallado en 4.1, 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, en un todo de acuerdo con lo indicado en la Ordenanza N° 028/2002 de esta Facultad.

### Curso de Recuperación

El alumno que no haya aprobado la asignatura por el régimen de Promoción Directa indicado en 4.1, 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 primer semestre del año siguiente.

## BIBLIOGRAFÍA:

Bowens, A. J., "Digital Instrumentation", Mc Graw Hill, 1984.  
 Comisión Electrotécnica Internacional, Norma IEC 44-1, año 1996: "Instrument transformers. Part 1: Current transformers." • Comisión Electrotécnica Internacional, Norma IEC 44-2, año 1996: "Instrument transformers. Part 2: Inductive voltage transformers." .  
 Comisión Electrotécnica Internacional, Norma IEC 51/87-88: "Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories", 1988.  
 Comisión Electrotécnica Internacional: Norma IEC 359: "Expression of the performance of electrical and electronic measuring equipment", 1987.  
 Cooper, William D. y Helfrick, Albert D.: "Instrumentación Electrónica Moderna y Técnicas de Medición", Prentice Hall Iberoamericana, 1991.  
 Frank, Ernest: "Análisis de Medidas Eléctricas", Mc Graw Hill, 1969.  
 Gray, P. E., Searle, C. L., "Principios de Electrónica", Reverté, 1973.  
 Hague, B.: "A. C. Bridge Methods", Sir Isaac Pitman & Sons, 1946.  
 J. W. Dally, W. F. Riley, K. Mc Connell: " Instrumentation for Engineering Measurements" , John Wiley & Sons, 1984.  
 Jones, E. B., "Instrument Technology", Volume 1, Newness-Butterworths, 1976.  
 Jones, Larry D., Foster Chin, A., "Electronic Instruments and Measurements", Prentice-Hall International Editions, 1991.  
 Millman y Halkias, "Electrónica integrada", Hispano Europea 1981.  
 Oliver, B. M., Cage, J. M., "Electronic Measurements and Instrumentation", Mc Graw Hill, 1971.  
 Schwartz, M., "Transmisión de la Información, Modulación y Ruido", Mc Graw Hill, 1983.  
 Stout, Melville B.: "Basic Electrical Measurements", Pergamon Press, 1960.  
 Taub-Schilling: "Digital Integrated Electronics", Mc Graw Hill, 1982.  
 Wolf, S., Smith, R. F. M., "Guía para mediciones electrónicas y prácticas de laboratorio", Prentice-Hall, 1992.

**MATERIAL DIDÁCTICO:**

- \* Guía de Estudios sobre el contenido de la materia editada por el CEILP.
- \* Colección de diapositivas de las clases de exposición 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 seis Unidades Temáticas en las que se halla dividida la materia.
- \* Introducción a la simulación de circuitos eléctricos con PSpice, guía de uso del programa y problemas propuestos (CEILP).
- \* 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).
- \* Incertidumbre en las mediciones. Ejemplos de aplicación" (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: |      |             |                 |