

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL ESTERO

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGIAS

MEDIDAS ELECTRICAS II

DEPARTAMENTO ACADEMICO DE ELECTRICIDAD

Año : 2012

1. IDENTIFICACIÓN

- 1.1. Nombre de la Asignatura: Medidas Eléctricas II (plan 2004)
- 1.2. Carreras: Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica.
- 1.3. Ubicación de la Asignatura / Obligación Curricular en el Plan de estudios:
- 1.3.1- 3^{er} Año - Módulo VI – Ciclo Profesional
 - 1.3.2- Correlativas anteriores: Medidas Eléctricas I
 - 1.3.3- Correlativas posteriores: Máquinas Eléctricas II (Ing. Eléctrica)
- 1.4. Objetivos establecidos en el Plan de Estudios:
- Conocer el equipamiento y técnicas de laboratorio en la medición de parámetros eléctricos y no eléctricos. Conocer los principios básicos de las técnicas de medidas en alta tensión.
- 1.5. Contenidos mínimos establecidos en el Plan de Estudios:
- Mediciones de laboratorio - Calibración, ensayo y trazabilidad de instrumentos - Métodos de compensación - Métodos de cero - Métodos de deflexión - Localización de fallas - Mediciones magnéticas - Introducción a las técnicas de medida en alta tensión - Modelización.
- 1.6. Carga Horaria: 6 Horas Semanales ; 90 horas totales
- 1.7. Año Académico: 2012

2. PRESENTACIÓN

- 2.1. Dentro de la física, esta asignatura se ubica en el tramo del electromagnetismo aplicado. Por su aporte a la formación del ingeniero se le puede clasificar dentro de los Tecnologías Básicas.
- 2.2. Se precisan conocimientos previos de análisis matemático, teoría de circuitos eléctricos y magnéticos, teoría electromagnética, instrumentos de medición, teoría de errores y probabilidad y estadística.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivos Generales: son objetivos generales de la asignatura que el alumno:

3.1.1. Adquiera los conocimientos básicos de la teoría de errores estadísticos, su aplicación al campo de las mediciones electromagnéticas y a la recepción y ensayo de materiales y equipos eléctricos y electrónicos.

3.1.2. Se familiarice con los instrumentos equipos y accesorios de medida de uso corriente en laboratorios eléctricos e industrias, adquiriendo un conocimiento amplio de sus características electromagnéticas y electrónicas, principios de funcionamiento y campo de aplicación.

3.1.3. Se capacite en las técnicas usuales de medición de magnitudes eléctricas y magnéticas.

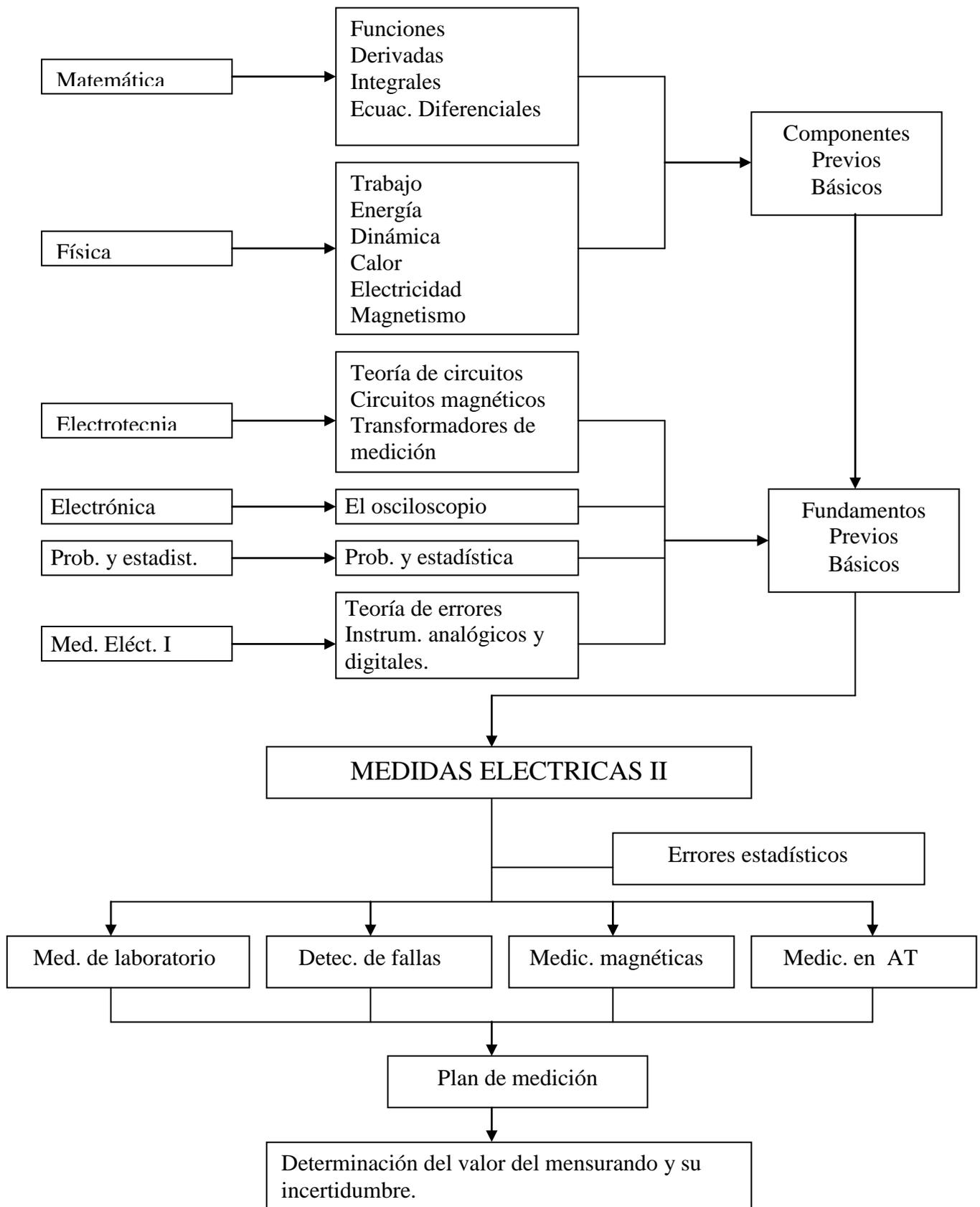
3.2. Objetivos Específicos: se encuentran determinados por el tema y contenido de cada unidad didáctica de aprendizaje. Se busca que el alumno adquiera los conocimientos teóricos y el entrenamiento práctico necesario para el dominio de cada tema indicado.

4. SELECCIÓN Y ORGANIZACION DE CONTENIDOS

4.1. Programa Sintético:

Mediciones de laboratorio – Calibración, ensayo y trazabilidad de instrumentos – Métodos de compensación – Métodos de cero – Métodos de deflexión – Localización de fallas – Mediciones magnéticas – Introducción a las técnicas de medida en alta tensión – Modelización -

4.2. Articulación Temática:



4.3. Programa Analítico:

4.3.1. Tema: Mediciones de laboratorio

Lo significativo de una medición – Mediciones de tipo estadístico – El histograma de una medición – El valor de la cantidad medida – Calidad del proceso de medición: desviación, error cuadrático medio – Varianza – El error medio cuadrático de las lecturas y del promedio de las mismas – Intervalo de incertidumbre – Histograma de frecuencias e histograma de probabilidades – Distribución de probabilidades – Distribución “t” – Mediciones indirectas repetidas – Normalización y muestreo – Trazabilidad – Modelización.

4.3.2. Tema: Galvanómetros.

Conceptos generales – Estudio matemático del movimiento – Amortiguamiento de los galvanómetros – Resistencia crítica – Tipos de galvanómetros – Galvanómetro normal – Galvanómetro balístico – Fluxómetro – Galvanómetro de vibración – Sus disposiciones constructivas, principios de funcionamiento y campo de aplicación – Sensibilidades y constantes – Otros galvanómetros.

4.3.3. Tema: Mediciones de laboratorio por deflexión.

4.3.3.1 Subtema: Procedimientos balísticos:

Medición de la fuerza electromotriz de una pila – Medición de capacidades – Medición de inductancias mutuas.

4.3.3.2 Subtema: Procedimientos de comparación:

Medición de resistencias elevadas – Medición de la fuerza electromotriz de una pila – Medición de capacidades.

4.3.4. Tema: Mediciones por equilibrio:

4.3.4.1. Subtema: Puentes de corriente continua

Puente de Wheatstone – Condición de equilibrio – Ubicación de las fuentes y el detector – Cálculo del error en las mediciones – Errores de interpolación – Sensibilidad del puente – Puente de hilo de Kirchhoff – Puente doble de Kelvin -

4.3.4.2 Subtema: Puentes de corriente alterna.

Condiciones de equilibrio – Fuentes de alimentación e indicadores de cero – Clasificación de puentes de corriente alterna – Puentes de Maxwell – Puentes de Maxwell/Wien – Puente de Owen – Puente de Hay – Puentes de Sauty/Wien – Puente de Schering – Puente a transformador – Apantallamiento y puesta a tierra de Wagner.

4.3.4.3 Subtema: Medición de resistencias especiales.

Medición de la resistencia interna de pilas y baterías con puente de Wheatstone de corriente alterna, puente de Kohlrausch y puente de Nernst-Hagen.

4.3.5. Tema: Mediciones por compensación.

4.3.5.1 Subtema: El potenciómetro de corriente continua:

Fundamentos de los métodos potenciométricos – Potenciómetros a corriente constante y a resistencia constante – Concepto de calibración del potenciómetro – Formas constructivas – Potenciómetro de Feussner/Wolf – Potenciómetro de Raaps – Alcances del potenciómetro y dispositivos asociados – Medición de pequeñas tensiones mediante el uso de potenciómetros a resistencia constante – Elemento de Lindeck – Potenciómetros termoexentos – Potenciómetro de Diesselhorst – Usos del potenciómetro – Errores en la medición potenciométrica – Errores en la pila patrón – Error límite – Error sistemático de ajuste – Errores de calibración – Error de equilibrio.

4.3.5.2 Subtema: *Potenciómetros de corriente alterna:*

Conceptos generales sobre los potenciómetros de corriente alterna.

4.3.6. Tema: *Localización de fallas en cables subterráneos.*

Conceptos generales – Determinación del estado de aislamiento de un cable – Ensayos con corriente continua – Características de las fallas – Métodos de localización de fallas – Seccionalización – Método de Wheatstone – Métodos de Murray – Reflectometría convencional – Reflectometría de alta energía – Reflexión de arco – Reflexión de arco diferencial – Reflexión de impulso – Decaimiento – Detección acústica de impulsos – Detección acústica/electromagnética de impulsos – Gradiente de tensión – Quemado de una falla – Procedimiento para la detección de fallas – Localización de cables – Normas.

4.3.7. Tema: *Mediciones magnéticas*

Propiedades magnéticas de la materia – Ferromagnetismo – Curva de imanación – Fenómeno de histéresis – Ciclos estático y dinámico de histéresis – Características y propiedades – Pérdidas en el hierro por histéresis y corriente parásitas – Sensores magnéticos – El fluxómetro – El galvanómetro balístico – El sensor Hall – El sensor de bismuto – Tensiómetros magnéticos – Método de la bobina exploradora – Tensiómetro de Rogowsky – Determinación del ciclo de histéresis en régimen permanente – Permeámetro de Koepsel – Ensayos con corriente alterna – Determinación de pérdidas – Aparato de Epstein – Determinación de las permeabilidades estática, diferencial, dinámica máxima y dinámica eficaz.

4.3.8 Tema: *Introducción a las mediciones en alta tensión.*

Aplicaciones de la alta tensión – Generación de altas tensiones continuas y alternas con fines industriales y de ensayos – Tensiones de impulso – Generación de tensiones de impulso – Requisitos generales para los procedimientos y objetos de ensayo – Medición de las altas tensiones – Medición con instrumentos de alta y baja tensión – Divisores de tensión capacitivos y resistivos – Transformadores de tensión y de corriente – Resistores serie – Medición con el explosor de esferas – Medición con voltímetro electrostático – Ensayos con tensión continua y alterna – Ensayos con tensión de impulso atmosférico – Ensayos con impulsos de maniobra – Ensayos con impulsos de corriente.

4.4. Programa y Cronograma de Trabajos Prácticos

Se prevé desarrollar la resolución de problemas de aplicación de mediciones de carácter real, con la doble finalidad de afianzar por una parte los contenidos teóricos y por otra parte entrenar al alumno en las metodologías de determinación de resultados de magnitudes y la incertidumbre con que se encuentran afectados, en problemas que se pueden presentar en la práctica.

4.5. Programa y Cronograma de Laboratorio

Se prevé la ejecución de trabajos de laboratorio en donde se desarrolle la capacidad de estructurar un plan de medición que incluya la elección del método adecuado, selección del instrumental necesario, ejecución física del conexionado, lectura y sistematización de datos, cálculo y determinación del valor de magnitudes y determinación de la incertidumbre en la medición. Tentativamente se ejecutarán las siguientes mediciones:

- 4.5.1 Determinación de resistencias con un puente de Wheatstone comercial.
- 4.5.2 Determinación de resistencias con un puente de Wheatstone armado en el laboratorio.
- 4.5.3 Determinación de impedancias con un puente de corriente alterna.
- 4.5.4 Determinación de pérdidas en el hierro con el aparato de Epstein.
- 4.5.5 Determinación de fallas en cables subterráneos.
- 4.5.6 Medición de tensiones en alta tensión.

5. BIBLIOGRAFÍA

5.1. Bibliografía General

- *Medidas Eléctricas – Enciclopedia CEAC de Electricidad – Editorial CEAC – 1984.*
- *Curso Básico de Medidas Eléctricas – Melville B. Stout – Editorial de la Universidad de San Pablo – 1975*
- *Fundamentos de Metrología Eléctrica – Andrés M. Karcz _ Editorial Marcombo – 1977.*
- *Ingeniería de la Energía Eléctrica – Tomo III Marcelo A. Sobrevila – Editorial Marymar – 1986.*

5.2. Bibliografía específica:

(Para el tema 4.3.1)

- *Mediciones Eléctricas (Tomo I)- Juan Sábató- Editorial Alsina- 1978*
- *Introducción a las mediciones de laboratorio- Alberto P. Maiztegui/Reinaldo J. Gleiser- Editorial Kapelusz- 1980*
- *Guía para la expresión de incertidumbre en las mediciones- Centro de Investigación y Desarrollo en Física- Instituto Nacional de Tecnología Industrial- 1999*
- *Curso Básico de Medidas Eléctricas (Tomo I)- Melville B. Stout- Editorial de la Universidad de San Pablo- 1975*
- *Medidores de Energía Eléctrica/Métodos de Control- Jorge Dampe y otros- Universidad Nacional de La Plata- 1997*
- *Trazabilidad en el laboratorio eléctrico de metrología/Universidad Nacional de Buenos Aires- Juan Carlos Pérez- Revista Electrotecnia N° 3- Mayo/Junio- 1995*

(Para el tema 4.3.2)

- *Medidas Eléctricas- Enciclopedia CEAC de Electricidad- Editorial CEAC- 1984.*
- *Galvanómetros – Juan Carlos Pérez – Centro de Estudiantes de Ingeniería – Publicación N° 05.15.06 – Universidad Nacional de Buenos Aires.*
- *Curso Básico de Medidas Eléctricas – Melville B. Stout – Editorial de la Universidad de San Pablo – 1975*
- *Fundamentos de Metrología Eléctrica-(Tomo I) – Andrés M. Karcz – Editorial Marcombo – 1977*
- *La Escuela del Técnico Electricista – (Tomo III) – Medidas Eléctricas – Hans Teuchert – Editorial Labor – 1958*

(Para el tema 4.3.3)

- *Medidas Eléctricas – Enciclopedia CEAC de Electricidad – Editorial CEAC 1984.*

(Para el tema 4.3.4)

- *Medidas Eléctricas – Enciclopedia CEAC de Electricidad – Editorial CEAC 1984*
- *Ingeniería de la Energía Eléctrica- (Tomo III) –Marcelo A. Sobrevila – Editorial Marymar – 1986*
- *Curso Básico de Medidas Eléctricas – Melville B. Stout – Editorial de la Universidad de San Pablo – 1975*
- *Fundamentos de Metrología Eléctrica – (Tomo II) – Andrés M. Karcz – Editorial Marcombo – 1977*
- *Puentes de Alterna – Juan C. Pérez – Publicación N° 45.53.05 – Centro de Estudiantes de Ingeniería – Universidad Nacional de Buenos Aires – 1993*

(Para el tema 4.3.5)

- *Medidas Eléctricas – Enciclopedia CEAC de Electricidad – Editorial CEAC 1984*
- *Curso Básico de Medidas Eléctricas – Melville B. Stout – Editorial de la Universidad de San Pablo – 1975*
- *Introducción a las mediciones por equilibrio – Juan C. Pérez –Publicación N° 45.57.05 – Centro de Estudiantes de Ingeniería – Universidad Nacional de Buenos Aires – 1994*

- *Aplicaciones del potenciómetro- Juan C. Pérez – Publicación N° 45.05.17 Centro de Estudiantes de Ingeniería – Universidad Nacional de Buenos Aires – 1992*
- *Teoría del potenciómetro de corriente continua – Juan C. Pérez – Publicación N° 45.15.08 – Centro de Estudiantes de Ingeniería – Universidad Nacional de Buenos Aires – 1993*

(Para el tema 4.3.6)

- *Curso de localización de fallas en cables subterráneos – AVO International/Inducor Ingeniería SA – 2000*
- *Localización de fallas en líneas – Esteban Rupcic – Universidad Nacional de San Juan – 1996.*

(Para el tema 4.3.7)

- *Electrometría de materiales magnéticos – Andrés M. Karcz –Editorial Marcombo/Boixareu – 1972.*
- *Mediciones magnéticas – Juan C. Pérez –Publicación N° 45.05.15 – Centro de Estudiantes de Ingeniería – Universidad Nacional de Buenos Aires – 1993*
- *Circuitos Magnéticos y Transformadores – E.E. Staff – M.I.T. – Editorial Reverté – 1965.*
- *Curso Básico de Medidas Eléctricas – Melville B. Stout – Editorial de la Universidad de San Pablo – 1975.*
- *Electricidad y Magnetismo – Francis W. Sears – Editorial Aguilar – 1970.*
- *Ingeniería de la Energía Eléctrica – Tomo III – Marcelo Sobrevila –Editorial Marymar – 1986.*

(Para el tema 4.3.8.)

- *Mediciones en alta tensión – Publicación N° 45.16.03 – Ing. I. Manifiesto – Centro de Estudiantes de Ingeniería – Universidad Nacional de Buenos Aires – 1993*
- *Mediciones en alta tensión – Publicación N° 45.05.19 – Ing. I. Manifiesto – Centro de Estudiantes de Ingeniería – Universidad Nacional de Buenos Aires –1993*
- *Técnica de la Alta Tensión – Arnold Roth – Editorial Labor – 1966*
- *Ingeniería de la Energía Eléctrica – Tomo III – Marcelo A. Sobrevila – Editorial Marymar – 1986.*
- *Norma IRAM 2280-1/ 1994 Técnicas de Ensayo con Alta Tensión- Definiciones y requisitos generales para los ensayos.*
- *Norma IRAM 2280-3/ 1982 – Técnicas de Ensayo con Alta Tensión – Disposiciones de medición.*
- *Norma IRAM 2280-4/ 1985 – Técnicas de Ensayo con Alta Tensión – Guía de aplicación para dispositivos de medición.*
- *Norma IRAM 2038 / 1985 – Explosor de Esferas.*

6. ESTRATEGIAS METODOLOGICAS

6.1. Aspectos pedagógicos y didácticos: El programa será desarrollado mediante el dictado de clases expositivas teóricas, clases de resolución de problemas de aplicación y clases de laboratorio o de campo.

6.2. Actividades de los Alumnos y de los Docentes: en las clases teóricas, aun cuando sean de carácter expositivas los alumnos participan activamente en el desarrollo de las mismas. Además de resolver problemas típicos con la ayuda o guía de los docentes durante las clases prácticas, los alumnos resuelven otras situaciones problemáticas fuera de las mismas. Durante las prácticas de laboratorio o de campo, los alumnos tienen una participación preponderante, realizan cálculos estimativos, seleccionan instrumental, realizan el armado de los diferentes circuitos, toman lecturas y sacan conclusiones, todo bajo la supervisión y control del personal docente y auxiliar. Se realizan mediciones de campo en temas que así lo necesiten, como por ejemplo en la localización de fallas en cables subterráneos.

6.3. Cuadro Sintético:

| Clase | Carga Horaria | Asistencia Exigida (%) | Nº de Alumnos Estimado | A cargo de | Técnicas Usadas | Énfasis en | Actividad de los alumnos |
|--------------------|---------------|------------------------|------------------------|-------------|-----------------|---------------------------|-----------------------------|
| Teórica | 30 | -- | 7 | Responsable | Expositiva | Fundamentos | Deducción de conceptos |
| Práctica | 15 | 80 | 10 | JTP | De Aplicación | Calculo de Errores | Resolución de Problemas |
| Laboratorio | 45 | 80 | 10 | JTP | Experimental | Selección de Instrumental | Selecc de Instr. y Medición |

6.4. Recursos Didácticos:

Para las clases teóricas se utiliza retroproyector, tiza y pizarrón, cañón electrónico, lo que permite agilizar las clases y hacer aclaraciones conceptuales. Instrumentos y/o elementos de medición: para que el alumno comience a palpar y conocer los elementos que usará en las prácticas y en su carrera profesional.

Para las clases prácticas se utiliza instrumentos de medición, tableros de conexionado, elementos o aparatos eléctricos, para que el alumno logre adquirir destreza en el manejo de los mismos.

7. EVALUACIÓN

7.1. Evaluación diagnóstica: no habrá una evaluación diagnóstica, sino una charla de revisión al inicio del curso, sobre conceptos que el alumno debería conocer para un buen desarrollo del mismo. Se tiene en cuenta la evaluación diagnóstica que se hizo al inicio del año, al comienzo del cursado de Medidas Eléctricas I.

7.2. Evaluación Formativa: se efectuará para cada unidad temática a través de la evaluación de los problemas de aplicación y los informes preparados por el alumno de las prácticas de laboratorio y trabajos de campo. Complementariamente se efectuará una evaluación oral permanente de los alumnos durante el transcurso de las clases teórico – prácticas o de laboratorio.

7.3. Evaluación Parcial: Se efectuarán complementariamente exámenes parciales teórico – prácticos, escritos.

7.3.1 Programa Evaluaciones parciales: Se realizarán dos (2) evaluaciones parciales, una a mitad del curso y otra al finalizar. La primera una vez que se hayan desarrollado las unidades temáticas correspondientes a Mediciones con Puentes de Corriente Alterna.

Cronograma de Evaluaciones Parciales:

| | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre |
|-----------|--------|------------|---------|-----------|
| 1ra Eval. | | 4ta Sem. | | |
| 2da Eval. | | | | 2da Sem. |

7.3.2 Criterios de Evaluación: El alumno será evaluado mediante preguntas que evalúen sus conocimientos conceptuales fundamentales y mediante la resolución de problemas integradores. Las situaciones problemáticas serán similares a las realizadas en las actividades prácticas.

7.3.3 Escala de Valoración: conceptual

7.4. Evaluación Integradora: las evaluaciones parciales son también integradores porque involucran todos los conceptos o unidades temáticas vistas hasta el momento.

7.5. Autoevaluación: se realizará una autoevaluación del proceso de aprendizaje a través de encuestas con los alumnos.

7.6. Evaluación Sumativa:

7.6.1. No hay Promoción sin Examen Final

7.6.2. Las condiciones para lograr la Regularidad de la Asignatura son:

- 80 % de asistencia a clases de laboratorio y campo.

- Aprobación de la totalidad de los trabajos prácticos realizados por el alumno. Podrá recuperar hasta dos (2) trabajos prácticos.
- Aprobación de las pruebas de evaluación parciales. El alumno podrá recuperar una sola vez cada prueba de evaluación.

7.7. Examen Final: se efectuará un examen final oral, individual, sin bolillero.

7.8. Examen Final Libre: se efectuará un examen final en dos instancias:

1ro .- Práctico de Laboratorio y Resolución de Problemas.

2do.- Una aprobada la instancia anterior, se realizará un examen oral.

.....
Ing. Rubén Corbalán
Profesor Adjunto