



Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Rosario

Rosario, 05 de marzo de 2024.-

VISTO el Expediente ID N° 8157473, relacionado con la presentación del Programa Analítico de la asignatura "Instrumentos y Mediciones Eléctricas", correspondiente a la carrera Ingeniería en Energía Eléctrica – Plan 2023, y

CONSIDERANDO

Que la presentación realizada obedece a la implementación del nuevo Diseño Curricular aprobado por el Consejo Superior de la Universidad Tecnológica Nacional – Ordenanza N° 1873.

Que dicho Programa Analítico cuenta con el aval del respectivo Consejo Departamental.

Que la Comisión de Enseñanza analizó el Expediente y aconsejó su aprobación.

Por ello y atento a las atribuciones otorgadas por el artículo 85° del Estatuto Universitario.

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD REGIONAL ROSARIO
DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**

RESUELVE:

ARTÍCULO 1°.- Aprobar el Programa Analítico de la asignatura "Instrumentos y Mediciones Eléctricas" de la carrera Ingeniería en Energía Eléctrica – Plan 2023, que se agrega como Anexo I de la presente resolución.

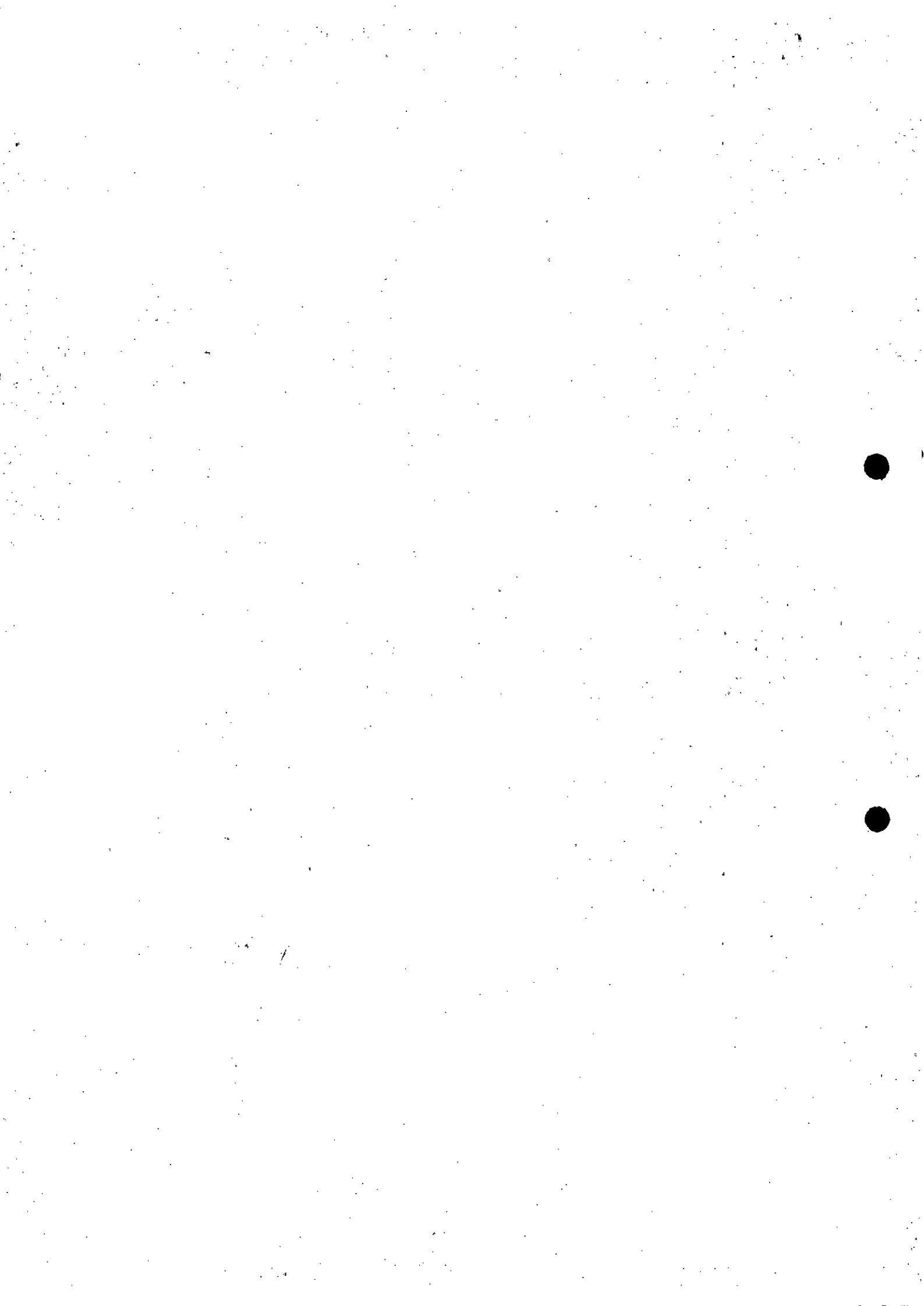
ARTÍCULO 2°.- Regístrese. Comuníquese. Cumplido, archívese.

RESOLUCIÓN N° 129

UTN
FRRo
C.D.
S.R.

Ing. Rubén Fernando CICCARELLI
Decano

Ing. Antonio Luis MUIÑOS
Secretario Académico





Instrumentos y Mediciones Eléctricas
PROGRAMA ANALITICO. PLAN 2023
Carrera: Ingeniería en Energía Eléctrica

1. Datos administrativos de la asignatura			
Asignatura:	Instrumentos y Mediciones Eléctricas		
Nivel de la carrera:	3	Duración:	Anual
Plan	Plan 2023		
Bloque curricular:	Tecnologías Básicas		
Área:	Mediciones y Ensayos		
Carga horaria presencial semanal: (hs cátedra)	6	Carga Horaria total: (hs reloj)	144
Carga horaria no presencial semanal (si correspondiese)	--	% horas no presenciales (si correspondiese)	--
Competencias	Específicas		
	CE1.1 - CE 1.2 - CE 1.3 - CE5.1 - CE5.2 - CE5.3 - CE6.1 - CE6.2		

2. Presentación, Fundamentación
<p>Esta materia introduce al alumno en el conocimiento de la aplicación de las técnicas de medición de magnitudes eléctricas y no eléctricas a través de instrumental eléctrico.</p> <p>La actividad curricular consiste en el dictado de los temas teóricos correspondientes al programa analítico, y se completa con la realización de los Trabajos Prácticos de Laboratorio.</p> <p>Se introducen las nuevas características de equipamientos y formas de medición acordes con las actuales tecnologías en todos los niveles de tensión.</p> <p>Además de las clases teóricas y los Trabajos Prácticos se pretende que el alumno aprenda a desarrollar proyectos de instalación de mediciones en la industria eléctrica, particularmente en el Sistema de Medición de Energía de Carácter Comercial (SMEC), como así también en las particularidades de medición de las energías renovables (eólicas, fotovoltaicas, biomasa, etc.)</p> <p>Se concluye que, al finalizar el curso, el alumno tendrá las herramientas necesarias para desempeñarse como profesional en el ámbito que abarca el conocimiento actualizado de las técnicas de medición.</p> <p>Al finalizar el año el alumno deberá ser capaz de:</p> <ol style="list-style-type: none">Conocer los sistemas de unidades de magnitudes eléctricas y magnéticas.Aplicar la teoría de errores en el campo de las mediciones eléctricas y electrónicas.Describir y analizar constitución, funcionamiento y empleo de instrumentos eléctricos y electrónicos (indicadores, registradores y contadores).



d. Seleccionar los instrumentos adecuados para ser usados en cada tipo de medición, en particular en el marco del uso de energías renovables.

3. Objetivos

- Reconocer y cuantificar los errores en la medición de valores correspondientes a magnitudes eléctricas.
- Aplicar la teoría de propagación de errores cuando dichos valores se obtengan a través de combinar diferentes magnitudes medidas.
- Describir y analizar los principios físicos y/o algoritmos fundamentales que emplean los instrumentos analógicos y digitales para su funcionamiento.
- Seleccionar, combinar y utilizar de forma apropiada los equipos de medición para obtener los valores de diferentes magnitudes eléctricas tales como: resistencias, inductancias, capacidades, voltajes, corrientes, potencias, energías, magnitudes magnéticas asociadas con equipos y sistemas eléctricos, como así también reconocer metodologías que permitan identificar fallas en líneas aéreas y subterráneas.
- Analizar los principios de funcionamiento y las principales características de los transformadores de medición y protección
- Seleccionar los transformadores de medición y protección de acuerdo a la función de los equipos asociados a los mismos.

4. Contenidos mínimos

- Medición y metrología. - Instrumentos analógicos.
- Métodos de cero, deflexión y combinados.
- Instrumentos digitales.
- Medición de parámetros de calidad de potencia.
- Medición de potencia y energía.
- Medición en alta tensión, Transformadores de medida y protección.
- Medición de resistencia de tomas de tierra y resistividad.
- Mediciones magnéticas.
- Localización de fallas en líneas aéreas y subterráneas.
- Medición eléctrica de magnitudes no eléctricas.

5. Asignaturas correlativas previas

Para cursar y rendir debe tener cursada:

- Probabilidad y Estadística
- Electrotecnia I

Para cursar y rendir debe tener aprobada:

- Análisis Matemático I



<ul style="list-style-type: none">• Álgebra y Geometría Analítica• Física I
6. Asignaturas correlativas posteriores
<ul style="list-style-type: none">• Máquinas Eléctricas II• Proyecto Final (Integradora)

7. Programa analítico, Unidades temáticas
<p>UNIDAD TEMÁTICA 1 - UNIDADES Y PATRONES</p> <p>TEMAS: Definiciones conceptuales - Unidades eléctricas y magnéticas del SIMELA - Medición absoluta de resistencia, tensión, capacidad e inductancia- Patrones de referencia y de trabajo de: resistencia, tensión capacidad e inductancia. Trazabilidad. Mecanismos de calibración y trazabilidad en el mundo y en nuestro país.</p>
<p>UNIDAD TEMÁTICA 2 - ERRORES</p> <p>TEMAS: El principio de incertidumbre y la definición de error. Definiciones de exactitud, precisión, sensibilidad y resolución en instrumental analógico y digital. Clase de exactitud en instrumentos indicadores analógicos y electrónicos digitales. Clasificación de los errores: sistemáticos; aleatorios y groseros. Estadística de errores aleatorios -Errores aleatorios y errores por clase en una medición indirecta – Propagación. Clasificación de incertidumbres en tipos A y B. Guía para la estimación de incertidumbres. Expresión de incertidumbre en las mediciones.</p>
<p>UNIDAD TEMÁTICA 3 - INSTRUMENTOS ANALÓGICOS ELECTROMECAÑICOS</p> <p>TEMAS: Bobina móvil: Configuraciones - Ecuación funcional - Amortiguamiento – Régimen transitorio - Aplicaciones: voltímetro, amperímetro, galvanómetro, C.A. con rectificador, multímetro - Electrodinámico: Configuraciones - Ecuación funcional - Aplicaciones: wattímetro, varímetro - Errores de consumo y de fase - Hierro móvil: Configuraciones - Ecuación funcional -Aplicaciones: voltímetro y amperímetro - Escala lineal - Bobinas cruzadas: Configuraciones -Ecuación funcional - Aplicaciones: megóhmetro, fasímetro y frecuencímetro - De inducción: Ecuación funcional - Aplicaciones: wattímetro y varímetro, contador de energía eléctrica - Errores de fase - Configuraciones constructivas.</p>
<p>UNIDAD TEMÁTICA 4 - INSTRUMENTOS ELECTRÓNICOS</p> <p>TEMAS: instrumentos electrónicos analógicos, voltímetros y multímetros. Instrumentos digitales: conversores DAC, Voltímetro digital de C.C.- Tipos – Aplicaciones: Multímetro.</p>



Osciloscopio analógico: Funcionamiento, deflexión electrostática - Procesamiento analógico - bloques funcionales - Osciloscopio digital, procesamiento, conversores DAC en osciloscopios - Utilización -Aplicaciones: mediciones de tensión, corriente, tiempo, frecuencia, forma de onda, almacenamiento. Tipos de osciloscopios digitales, características y aplicaciones de cada uno.

UNIDAD TEMÁTICA 5 - MÉTODOS DE CERO

TEMAS: Las ventajas de la medición sin deflexión. Puentes de Wheatstone y de Thomson: Configuraciones - Ecuación funcional - Sensibilidad- Aplicaciones - Voltímetro potenciométrico: Configuraciones - Sensibilidad - Aplicaciones - Puentes de C.A.: Maxwell, Hay, Schering, Sauty - Aplicaciones - Medición de Q y tg Delta.

UNIDAD TEMÁTICA 6 - INSTRUMENTOS REGISTRADORES

TEMAS: Aplicaciones - Diferentes tecnologías de registro - Soporte de la información - Sistemas de medición para el registro.

UNIDAD TEMÁTICA 7 - TRANSFORMADORES DE MEDICIÓN

TEMAS: Transformadores inductivos de corriente (TI) y de tensión (TV): Circuitos equivalentes - Diagramas fasoriales - Determinación analítica y experimental de errores - Estados límites - Aplicaciones: Medición y protección - Normalización y ensayos - selección de transformadores para aplicaciones y proyectos. Inspección de catálogos y hojas de características. Otras tecnologías: transformadores magnetoópticos y electroópticos - Errores: Incidencia en las mediciones de tensión, corriente, potencias activa y reactiva, monofásicas y trifásicas.

UNIDAD TEMÁTICA 8 - MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA Y RESISTIVIDAD

TEMAS: Necesidad - Criterios - Valores típicos - Métodos y procedimientos.

UNIDAD TEMÁTICA 9 - MEDICIÓN DE POTENCIA Y ENERGÍA

TEMAS: Potencia en C.A. Trifásica: Medición con instrumento electrodinámico - Sistemas trifilares y tetrafilares - Potencia activa y reactiva - Métodos de medición - Medidores de energía: Instrumentos integradores electromecánicos - Medidor de inducción - Aplicación en sistemas monofásicos y trifásicos, medición de energía activa y reactiva - Métodos de medición - Medidores electrónicos: primera generación, doble modulación analógica de pulsos. Segunda generación, medición digital, diferentes desarrollos, modelos y prestaciones de cada uno. Medidores homologados en el Sistema de medición de energía en el Mercado Eléctrico Mayorista argentino (SMEC). Programación de medidores, constantes de pérdidas y medición



de demanda media máxima, por bloques fijos o deslizantes. Comunicación y lectura de medidores electrónicos. Constitución de un nodo de medición SMEC. Componentes y funcionalidades. Procedimiento de habilitación de un nodo. Normativa de CAMMESA sobre mediciones del SMEC. Sistema de auditoría de calidad en mediciones de energía.

UNIDAD TEMÁTICA 10 - LOCALIZACIÓN DE FALLAS EN CABLES Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

TEMAS: Fallas en cables: Necesidad de la localización - Métodos - Procedimientos - Criterios de selección - Fallas en líneas: Necesidad de la localización - Métodos automáticos - Propiedades.

UNIDAD TEMÁTICA 11 - MEDICIONES EN ALTA TENSIÓN

TEMAS: Rigidez dieléctrica: Equipos para la medición en muestras. Equipos para la medición en máquinas - Descargas parciales: Necesidad de medición - Ensayos - Interferencias: Electromagnéticas y electrostáticas - Reducción de interferencias. Ensayos - Normas - Supervisión del sistema de potencia: Transductores de magnitudes - Sistemas de instrumentación - Interfaces - Multiplexado.

UNIDAD TEMÁTICA 12 - MEDICIONES MAGNÉTICAS

TEMAS: Procedimientos y equipos para la medición de: flujo, inducción e intensidad de campo - Procedimientos para la determinación de: característica de magnetización y lazo de histéresis.

UNIDAD TEMÁTICA 13 - MEDICIONES ELÉCTRICAS DE MAGNITUDES NO ELÉCTRICAS

TEMAS: Transductores de deformación o desplazamiento mecánico (galgas extensométricas, transformador diferencial variable lineal) - Transductores de fuerza, presión, flujo - Transductores de temperatura - Transductores de luz y radiación. Aplicación de cada uno y rangos de trabajo.

UNIDAD TEMÁTICA 14 - INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL

TEMAS: Propiedades - Sistemas informáticos - Adquisición de datos - Programas - transductores, interfases, virtualización de instrumentos, rudimentos de programación, aplicaciones.

8. Referencias bibliográficas (citadas según Normas APA)

Bibliografía obligatoria, optativa y otros materiales del curso:

- Sabato, J. (1978) MEDICIONES ELÉCTRICAS - Tomo I. Librería y Editorial Alsina



- Stöckl, M. y Winterling, K.H. (1979) TÉCNICA DE LAS MEDICIONES ELÉCTRICAS. Barcelona - Labor
- Frank, E. (1959) ELECTRICAL MEASUREMENTS ANALYSIS. Mc Graw-Hill Book Company
- Harris, F. K. (1952) ELECTRICAL MEASUREMENTS. John Wiley & Sons
- Kinnard, I. (1958) MEDIDAS ELÉCTRICAS Y SUS APLICACIONES. Marcombo
- Barbagelata, A. (1950) MISURE ELETTRICHE. Libreria Politécnica
- Golding, E.W. y Widdes, F. (1968) ELECTRICAL MEASUREMENTS AND MEASURING INSTRUMENTS. Pitman Publishing
- Stout, M.B. (1965) BASIC ELECTRICAL MEASUREMENTS. Prentice-Hall
- Beers, Y. (1962) INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE ERRORES. E.T.H.A.
- Aguilar, F. (1960) TEORÍA DE LOS ERRORES. CPA
- Karcz, A. (1975) FUNDAMENTOS DE LA METROLOGÍA ELÉCTRICA - Tomos I, II, III. MARCOMBO BOIXAREU
- Siemens A.G. (1974) TÉCNICA DE LAS MEDIDAS ELÉCTRICAS. Dossat
- Gregory, B. A. (1981) AN INTRODUCTION TO ELECTRICAL INSTRUMENTATION AND MEASUREMENTS SYSTEMS. Red Globe Press London
- Packmann, E. N. (1972) MEDICIONES ELÉCTRICAS. ARBO

- Breant, P. (1965) MEDIDAS ELÉCTRICAS. Aguilar
- Ras, E. (1994) TRANSFORMADORES DE POTENCIA, DE MEDIDA Y DE PROTECCIÓN. MARCOMBO BOIXAREU
- Carroll, G (1975) MANUAL DE INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL - Tomos I, II, III. Labor
- Cooper, W.D. y Helfrick, A.D. (1991) INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA MODERNA Y TÉCNICAS DE MEDICIÓN. Pearson – Prentice Hall
- Mandado, E.; Mariño, P. y Lago, A. (1995) INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA. MARCOMBO BOIXAREU
- Wolf, S. y Smith, R.F.M. (1990) GUÍA PARA MEDICIONES ELÉCTRICAS Y PRÁCTICAS DE LABORATORIO. Pearson – Prentice Hall
- Solon de Medeiros Filho (1981) FUNDAMENTOS DE MEDIDAS ELECTRICAS. Guanabara
- Solon de Medeiros Filho (1986) MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. Guanabara
- Harry N. (1989) Handbook of TRANSDUCERS. Prentice-Hall
- Pallas Areny, R. (1989) TRANSDUCTORES Y ACONDICIONADORES DE SEÑAL. Marcombo-Boixareu
- HERNANDEZ SAMPIERI, R.; BAPTISTA, L Y FERNANDEZ-COLLADO, C. (2006) METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. MCGRAW-HILL



- ANDER-EGG, EZEQUIEL (1997) GUIA PARA PREPARAR MONOGRAFIAS. LUMEN

Apuntes de Cátedra:

- Pesce, J.J.O. (1995) TRANSFORMADORES DE CORRIENTE DE APLICACIÓN EN MEDICIÓN, Diseño asistido atendiendo jerarquía y análisis de errores en diferentes condiciones de utilización (Cátedra Medidas I - UTN - FRR)
- Pesce, J.J.O. (1991) ESTUDIOS POR COMPUTADORA DE UNA UNIDAD GALVANOMÉTRICA DE OSILÓGRAFO, Régimen transitorio y respuesta en frecuencia (Cátedra Medidas I -UTN - FRR)
- Sáenz, J. (1993) SISTEMA DE MEDICIÓN DE ENERGÍA DE CARÁCTER COMERCIAL, una
• experiencia única en América (II SEMETRO)
- Sáenz, J. y Pesce, J.J.O. (1984) EL BALANCE PERIÓDICO DE ENERGÍA POR BARRA COMO PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE LOS ERRORES DE MEDICIÓN - J.J.O. Pesce- J.A. Sáenz

Páginas web consultadas:

Sitio web de CAMMESA (www.cammesa.com.ar)

Sitio web de IBERDROLA (www.iberdrola.es)

Sitio web de ZIV (<http://www.meteringsolutions.ziv.es/>)

Sitio web de ITRON (www.itron.com)

Sitio web de ELSTER (www.elster.com)

Sitio web de Landis & Gyr (www.landisgyr.com)

Sitio web de Nord Pool (www.nordpoolgroup.com)

Sitio web de CIRCUTOR (<http://www.circutor.es>)

Sitio web del Centro Español de Metrología (<https://www.cem.es/es>)

Sitio web de Schneider Electric (<https://www.se.com>)

9. Metodologías de Enseñanza-Aprendizaje y de Evaluación

Se abordaran estrategias coherentes con las competencias que tienen que lograr los/las estudiantes de acuerdo a los lineamientos señalados en el apartado 6 del Diseño Curricular de la carrera Ingeniería en Energía Eléctrica y, tal como se destaca, teniendo en cuenta la participación activa de los/las estudiantes en el aula.

Se configuraran también estrategias de evaluación formativas y sumativas, enunciándose las formas e instrumentos de evaluación a utilizar para poder acreditar el desarrollo de las competencias indicadas en los niveles esperados. El régimen de aprobación considerará el



cumplimiento de la Normativa vigente que incluye las modalidades de aprobación directa, aprobación no directa (regularización) y examen final de la asignatura.

Todos los apartados señalados más arriba se describen en detalle en el plan anual de actividades de la asignatura.