

Carrera INGENIERIA EN ELECTRONICA		
Asignatura [3704]-[Medidas Electrónicas]		
Trayecto: Electrónica analógica		
Año académico 2023		
Responsable / jefe de cátedra Ing. Fernando Puglia		
Carga horaria semanal 4hs	Carga horaria total 64hs	Créditos
Modalidad: mixta		
Correlativas anteriores: [03697] [03696]		Correlativas posteriores: [03710]
Conocimientos necesarios		

Equipo docente		
Nombre	Cargo	Título
Fernando Puglia	Adjunto	Ingeniero Electrónico
Federico Borgnia	Jefe Trabajos Prácticos	Ingeniero Electrónico

<p>Descripción de la asignatura</p> <p>Conocer los diferentes instrumentos de medición (ya sean de campo o laboratorio), que un Ingeniero Electrónico requiere en el desarrollo de su especialidad. Desarrollar destrezas en el manejo de los equipos de medición para el armado de circuitos y medición de estos.</p>
<p>Metodología de enseñanza: Metodología Blended</p> <p>Clases presenciales Las clases son expositivas, pero propiciando la participación del alumno. Se utiliza la proyección con cañón de material para soporte del dictado de clases (PowerPoint, videos, manuales y hoja de datos de fabricantes, etc.). Dado que las clases presenciales se dictarán en los Laboratorios de Electrónica, dependiendo de la Unidad se utilizarán instrumentos del pañol como soporte y para que el alumno a través de situaciones de uso reales asimile los conceptos teóricos.</p> <p>Clases mediadas sincrónicas El dictado de la clase se realiza a través de la plataforma MS Teams del Office 365 provisto por la UNLaM. Del mismo modo que en clases presenciales, se comparte pantalla con material para soporte del dictado de clases (PowerPoint, videos, manuales y hoja de datos de fabricantes, etc.).</p> <p>Clases mediadas asincrónicas Se pide a los alumnos que, bajo la premisa de alguna pauta, revisen el material correspondiente a la clase y completen o bien una autoevaluación implementada a través de MS Forms o que participen en el FORO MIEl correspondiente a la unida de la clase en cuestión.</p>
<p>Objetivos de aprendizaje</p> <ul style="list-style-type: none"> Lograr un nivel informativo general de metodologías e instrumentación para la realización de mediciones de la especialidad electrónica.

- Adquirir un nivel de conceptualización que permita comparar métodos e instrumentos para jerarquizar su importancia en función de la calidad de los mismos.
- Desarrollar criterios que permitan optimizar y/o desarrollar nuevos procedimientos, solucionar problemas prácticos, evaluar resultados y resolver en consecuencia.
- Ser capaces de sustentar criterios y justificar acciones.

Contenidos mínimos

Conceptos básicos de metrología
 Cálculo de incertidumbre y protocolos de medición
 Conceptos de fuentes de alimentación
 Teoría y uso del multímetro
 Puentes de medición
 Contador universal
 Generador de señales
 Osciloscopio digital
 Conceptos avanzados osciloscopía
 Analizador de espectro

Competencias a desarrollar

Genéricas

Aprendizaje continuo.
 Actuación profesional ética y responsable.
 Comunicación efectiva.
 Desempeño en equipos de trabajo.

Específicas

Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería electrónica.
 Gestión, planificación, ejecución y control de proyectos de ingeniería electrónica.
 Identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería electrónica.
 Proyecto y dirección de lo referido a la higiene y seguridad en la actividad profesional de acuerdo con la normativa vigente y los procedimientos de validación y certificación de su funcionamiento, condición de uso o estado.
 Proyecto, dirección y control de la construcción, implementación, mantenimiento y operación de circuitos y sistemas digitales y analógicos de: a) generación, recepción, transmisión, procesamiento y conversión de campos y señales, b) de comunicación, c) de control y d) circuitos y sistemas electrónicos aplicados a la generación, manejo, amplificación, procesamiento, instrumentación y acondicionamiento de energía eléctrica y señales de distinta naturaleza
 Diseño, proyecto y cálculo de circuitos y sistemas electrónicos aplicados a la generación, manejo, amplificación, procesamiento, instrumentación y acondicionamiento de energía eléctrica y señales de distinta naturaleza.
 Proyecto, diseño y cálculo de sistemas, equipos y dispositivos de generación, transmisión y/o procesamiento de campos y señales analógicos y digitales; circuitos integrados; hardware de sistemas de cómputo de propósito general y/o específico y el software a él asociado; hardware y software de sistemas embebidos y dispositivos lógicos programables; sistemas de

automatización y control; sistemas de procesamiento y de comunicación de datos y sistemas irradiantes.

Programa analítico	
Unidad 1	<p>Introducción a la Metrología El sistema objeto. El sistema de medición. El sistema de comparación. Magnitud. Cantidad. Unidad. Sistema de unidades. Patrones absolutos o primarios (Longitud, Tiempo, Masa, Temperatura, Corriente Eléctrica, Intensidad Luminosa).</p> <p>Normas, patrones y trazabilidad de las mediciones Normas y normalización. Ámbito de las normas. Evolución de la normalización. Trazabilidad de las mediciones en laboratorios de ensayo/calibración. Documentación de referencia. Vocabulario internacional de términos básicos y generales de metrología. Patrón primario. Patrón internacional. Patrón de referencia. Patrón de transferencia. Patrón viajero. Patrón de trabajo. Material de referencia. Materiales de referencia certificados. Control, calibración y mantenimiento en laboratorios de ensayo/calibración. Calibración y trazabilidad. ¿Por qué son necesarias las calibraciones y la trazabilidad? Elementos de la trazabilidad. Niveles en la jerarquía de las calibraciones.</p>
Unidad 2	<p>Errores en las mediciones electrónicas Definición de error. Exactitud. Precisión. Sensibilidad. Clasificación de errores. Errores humanos. Errores sistemáticos o del sistema. Debido al método de medida utilizado y debido a los instrumentos usados. Error absoluto. Error absoluto aparente. Error relativo. Error relativo aparente. Error relativo porcentual. Ejemplo de errores sistemáticos de método. Circuito con error en la corriente o tensión bien medida. Circuito con error en la tensión o corriente bien medida. Concepto de resistencia crítica. Error de inserción. Error de carga.</p> <p>Incertidumbre en las mediciones Concepto de incertidumbre. Incertidumbre típica. Evaluación de la incertidumbre típica (Tipo A, Tipo B, Tipo AB). Evaluación Incertidumbre tipo A (Para Medidas Directas). Procedimiento para medir Incertidumbre tipo A en el Laboratorio. Incertidumbre tipo B. Método Indirecto para una sola medición (Incertidumbre Combinada – tipo AB). Método Indirecto para múltiples medidas de las variables que intervienen en la medición (Incertidumbre Combinada – tipo AB).</p>
Unidad 3	<p>Fuentes de alimentación Clasificación. Generadores de tensión. Generadores de corriente. Símbolos. Análisis de un generador real de tensión. Cálculo de la resistencia interna de un generador de tensión. Comportamiento de un generador real de tensión en función de la resistencia de carga. Análisis de un generador real de corriente. Cálculo de la resistencia interna de un generador de corriente. Comportamiento de un generador real de corriente en función de la resistencia de carga. Análisis de las potencias puestas en juego en un circuito. Potencia generada. Potencia perdida. Potencia útil. Análisis de las potencias en un circuito con generador de tensión. Máxima transferencia de potencia. Mediciones en fuentes de</p>

	alimentación. Parámetros característicos. Regulación de línea. Regulación de carga. Ripple y ruido. Tiempo de recobro a transitorios. Estabilidad. Coeficiente de temperatura.
Unidad 4	<p>Multímetros Digitales</p> <p>Límites teóricos de medición. Limitaciones del DMM. DMM reales. Especificaciones. Rango. Fondo De Escala (FULL). Estabilidad. Linealidad. Sensibilidad. Resolución. Impedancia de Entrada. Velocidad. Exactitud. Cálculo del Error en una medición a partir de la especificación de Exactitud. Uso del manual del DMM en el cálculo del error de una medición. Degradaciones. Coeficiente de Temperatura. Envejecimiento. Ruido y Rechazo de Ruido. NMRR (Relación de Rechazo de Modo Normal). CMRR (Relación de Rechazo de Modo Común). Especificaciones de Ruido. Funcionamiento y secciones de un DMM. Conversor CA/CC. Conversor de Valor Promedio. Conversor de Verdadero Valor Eficaz (TRMS). Acondicionamiento de Señal. Conversor Analógico a Digital (CAD). Circuitos de medición. Medición de Tensión. Medición de Corriente. Medición de Resistencia. Medición de Frecuencias. Chequeo de Diodos. Modo Prueba de Diodos. Modo Resistencia. Medición de Capacidades. Técnicas de medición. Medición en CA. Medición de tensión en CC y CA. Medición de tensión en CC. Medición de tensión en CC. Medición de Corriente en CC y CA. Tensión de Carga.</p>
Unidad 5	<p>Métodos de medición</p> <p>Medidas directas e indirectas. Métodos de medida. Métodos de deflexión. Métodos de cero. Clasificación de los métodos de medición. Medición de resistencia con el método de deflexión. Medición de resistencia con el método de cero. Método de comparación. Método de sustitución. Método diferencial.</p> <p>Puentes de Medición</p> <p>Clasificación. Puentes de CC. Puente de Wheatstone. Puente de Kelvin. Puentes de CA. Puente de Maxwell. Puente de Hay. Puente de Schering. Diseño de puentes de CA. Instrumentos para medir el equilibrio del puente. Blindaje y puesta a tierra de los puentes.</p> <p>Transformadores de medida</p> <p>El transformador de intensidad. Esquema de Conexiones del Transformador de Intensidad (En sistemas monofásicos/En sistemas trifásicos). Pinza Amperométrica. El transformador de tensión. Esquema de Conexiones del Transformador de Tensión.</p>
Unidad 6	<p>Medidores digitales de frecuencia y tiempo</p> <p>Patrones de Tiempo. Contadores, consideraciones sobre la etapa de entrada. Configuraciones en Medición de frecuencia, del periodo, de Relación o Comparación de frecuencias, de Intervalo de Tiempo. Incertidumbre en dichas mediciones. Clase Laboratorio para realización trabajo práctico de Contadores Digitales.</p>
Unidad 7	<p>Generadores Digitales de señales</p> <p>Generadores DDS o por Síntesis Digital Directo. Introducción. Ventajas. Teoría de operación. Acumulador de fase, conversión digital –analógica, filtro de salida. Generación de funciones arbitrarias. Presentación de</p>

	<p>investigación del alumno sobre instrumentos en el mercado y aplicación para caso concreto. Generadores de ondas arbitrarias. Arquitectura de los generadores de onda arbitrarios. Profundidad de memoria. Frecuencia de clock vs. Profundidad de memoria. Modificación de la forma de onda. Secuenciado de formas de onda.</p>
Unidad 8	<p>Osciloscopios Digitales Conversión Analógica-Digital y almacenamiento (conceptos básicos). Circuito de Muestra y Retención (Sample and Hold). Conversor Analógico-Digital. Frecuencia de Muestreo (Criterio de Nyquist-Shannon). Aliasing. Resolución Vertical del CAD. Base de Tiempo y Resolución Horizontal. Limitaciones en la Profundidad de Memoria. Especificaciones técnicas más comunes. Clasificación de los osciloscopios digitales. Osciloscopios de Almacenamiento Digital con Procesamiento Serie (DSO). Osciloscopios de Procesamiento Paralelo (DPO). Osciloscopios de Muestreo. Osciloscopios Mixtos. Arquitectura de Procesamiento Serie. Arquitectura de un DSO de 2 canales. Arquitectura de Procesamiento Paralelo. Representación de la Señal en DPO vs. DPO. Velocidad de Captura y Capacidad de Procesamiento. Capacidad de Medición de un DPO. Captura de Señales de Dinámica Compleja. Evaluación de Inestabilidades. Captura de Espurios poco frecuentes. Intervalos de Captura a largo plazo. Análisis de Distribución de Ruido. Diagramas de Constelación. Modulación de Amplitud. Análisis de Señales con Software. Osciloscopios de Muestreo. Proceso de Muestreo. Controles Muestreo. Métodos de Muestreo. Muestreo en Tiempo Real. Muestreo en Tiempo Real con Interpolación. Muestreo en Tiempo Equivalente. Muestreo en Tiempo Equivalente Aleatorio. Muestreo en Tiempo Equivalente Secuencial. Osciloscopios Mixtos (MSO). Sondas de Digitales de un MSO. Capacidad de Medición de un MSO. Visualización de Bus de Datos. Decodificación de bus. Disparador de evento de escaneo B. Consideraciones del ancho de banda de un Osciloscopio Digital.</p>
Unidad 9	<p>Puntas de Prueba Comportamiento y consideraciones. Limitaciones en el Ancho de Banda. Limitaciones del Rango Dinámico. Cargabilidad. Influencia de la Impedancia de Entrada del Canal Vertical. Análisis Frecuencial. Análisis Temporal. Clasificación. Puntas de Prueba de Tensión Pasivas x1. Puntas de Prueba Atenuadoras de Tensión Pasivas x10. Puntas de Prueba Atenuadoras de Tensión Pasivas x100. Puntas de Prueba Atenuadoras de Tensión Pasivas de Baja Impedancia. Puntas de Prueba Activas de Tensión. Ventajas de Puntas de Prueba Activas de Tensión. Desventajas de Puntas de Prueba Activas de Tensión. Puntas de Prueba para Alta Tensión. Puntas de Prueba Pasivas de Corriente. Puntas de Prueba Activas de Corriente.</p> <p>Conceptos avanzados Mediciones de tiempos de establecimiento. Mediciones de Tiempos de Establecimiento con el Osciloscopio. Mediciones de Tiempos de Establecimiento del Osciloscopio. Mediciones del Tiempo de Establecimiento de un Cuadripolo. Algunas consideraciones en la Mediciones del Tiempo de Establecimiento de un Cuadripolo. Mediciones Diferenciales. Mediciones Diferenciales con Osciloscopio. Medición</p>

	Diferencial con 2 Puntas de Prueba. Medición Diferencial con Punta de Prueba Diferencial. Puntas de Prueba para Mediciones Diferenciales.
Unidad 10	Analizadores de Espectro Análisis de señales en los dominios del tiempo y frecuencia. ¿Qué es el Espectro? Clasificación. Analizador de espectro con filtros múltiples. Analizador de Fourier. Analizador de espectro con filtro sintonizable. Analizador de espectro por barrido de frecuencia (Heterodino). Sintonización del Analizador. Principio de Funcionamiento del Analizador de Barrido Superheterodino. Analizador de Espectro Superheterodino para Alta Resolución. Clase Laboratorio para realización informe sobre Analizador de Espectro.

Planificación de actividades					
Semana	Clase	Actividad	Tipo	Duración	Unidad
Semana 1	Clase 1	Introducción a la Metrología. Normas, patrones y trazabilidad de las mediciones	Clase teórica	200 minutos	UNIDAD 1
Semana 2	Clase 2	Errores en las mediciones electrónicas. Incertidumbre en las mediciones	Clase teórica	200 minutos	UNIDAD 2
Semana 3	Clase 3	Fuentes de alimentación	Clase laboratorio	200 minutos	UNIDAD 3
Semana 4	Clase 4	Multímetros Digitales	Clase teórica	200 minutos	UNIDAD 4
Semana 5	Clase 5	Multímetros Digitales	Clase laboratorio	200 minutos	UNIDAD 4
Semana 6	Clase 6	Métodos de medición. Puentes de Medición. Transformadores de medida	Clase teórica	200 minutos	UNIDAD 5
Semana 7	Clase 7	Primer Parcial	N/A	120 minutos	N/A
Semana 8	Clase 8	Medidores digitales de frecuencia y tiempo. Contador Universal	Clase laboratorio	200 minutos	UNIDAD 6
Semana 9	Clase 9	Generadores Digitales de señales	Clase laboratorio	200 minutos	UNIDAD 7

Semana 10	Clase 10	Osciloscopios Digitales	Clase teórica	200 minutos	U NIDAD 8
Semana 11	Clase 11	Osciloscopios Digitales	Clase laboratorio	200 minutos	UNIDAD 8
Semana 12	Clase 12	Puntas de Prueba. Conceptos avanzados Osciloscopia	Clase laboratorio	200 minutos	UNIDAD 9
Semana 13	Clase 13	Analizador de Espectro	Clase laboratorio	200 minutos	UNIDAD 10
Semana 14	Clase 14	Presentación trabajo de investigación (PIM)	Clase de presentación	200 minutos	N/A
Semana 15	Clase 15	Segundo Parcial	N/A	120 minutos	N/A
Semana 16	Clase 16	Instancia de Recuperación	N/A	120 minutos	N/A

Evaluación			
Se evaluarán los aprendizajes del alumno en dos instancias:			
La primera de ellas a través de un examen parcial que abarcará los contenidos de las primeras cinco unidades.			
La segunda instancia por medio por medio de la presentación y defensa de un trabajo de investigación, y la resolución de un examen escrito que abarcara las unidades 5 a la 10.			
En lo que respecta al trabajo de Investigación o PIM (proyecto investigación de mercado), cada alumno desarrolla un proyecto de investigación, en la que, a partir de una pauta o caso de uso determinado, debe investigar en el mercado actual la existencia de un instrumento de medición específico y proponer la mejor alternativa (según precio, prestaciones, disponibilidad, etc.). A cada alumno se asigna un tipo de instrumento y pauta distintos y tiene 15 minutos para presentar al resto de la clase su conclusión y defender el criterio con el que realizó su selección.			
El alumno tendrá la posibilidad de una instancia de recuperación, el recuperatorio podrá ser integrador si la condición de aprobación del alumno así lo requiriera.			
Primera evaluación	Semana 20	Examen escrito	120 minutos, 19hs
Segunda evaluación	Semana 28	Examen escrito	120 minutos, 19hs
Recuperatorio	Semana 29	Examen escrito	120 minutos, 19hs

Bibliografía obligatoria				
Título	Autor	Editorial	Edición	Año
Mediciones electrónicas para estudiantes de ingeniería:	Hugo Omar Grazzini	Amazon Digital Services LLC		2021

Instrumental básico y técnicas de medición				
Mediciones electrónicas: Para estudiantes de ingeniería	Hugo Omar Grazzini	Publicacion Indeopendiente		2020
Electronic Instrument Handbook	Clyde F. Coombs, Jr	McGraw Hill	3ra	1999
Instrumentación Electrónica Moderna y Técnicas de Medición	William Cooper, Albert Helfrick	Pearson Educacion Mexico C.V.		2009

Bibliografía complementaria recomendada				
Título	Autor	Editorial	Edición	Año
Oscilloscopes: A Manual for Students, Engineers, and Scientists	David Herres	Springer	1ra	2020
Instrumentation and Measurement in Electrical Engineering	Roman Malarić	BrownWalker Press		2011
Instrumentación electrónica	Enrique Mandado, Perfecto Mariño Espiñeira, Alfonso Lago Ferreiro	Marcombo, D.L.	8va	1995
Norma ISO/IEC 17025: General requirements for the competence of testing and calibration laboratories	ISO Standars	ISO copyright office	3ra	2017
Norma ISO/IEC GUIA 98-3: Incertidumbre de medida. Guía para la	ISO Standars	ISO copyright office	2da	2012

expresión de la incertidumbre de medida				
(I.B.D.) ELECTROTECNIA UF0149	Ramon Guerrero Perez	IC Editorial	2da	2017
Nota Aplicación: El XYZ de los Osciloscopio - Conceptos básicos	Tektronix, Inc.	www.tektronix.com		2001
Publicación: Analizadores de espectros. Tipos [II] El analizador FFT	Javier Martín	Revista española de electrónica		2006
Spectrum Analysis Basics - Application Note AN150	Agilent Technologies	HP publication	5952-0292	2000

Otros recursos obligatorios	
------------------------------------	--

Nombre	
---------------	--

Otros recursos complementarios	
---------------------------------------	--

Nombre	
---------------	--