



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS y NATURALES



Universidad
Nacional
de Córdoba

Asignatura: **Mediciones Electrónicas**

Código: 10-09702

RTF

8

Semestre: Quinto

Carga Horaria

96

Bloque: Tecnologías Básicas

Horas de Práctica

32

Departamento: Electrónica

Correlativas:

- Electrónica Digital 1
- Dispositivos Electrónicos

Contenido Sintético:

- Metrología, Aseguramiento Metrológico.
- Mediciones.
- Instrumentos de medición y generación de señales.
- Instrumentación virtual.
- Error e incertidumbre de las mediciones.
- Ensayos de equipos bajo norma.

Competencias Genéricas:

- CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.
- CG5: Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.

Aprobado por HCD: 993-HCD-2023

RES: Fecha: 12/11/2023

Competencias Específicas:

CE1.1: Diseñar, proyectar y calcular sistemas, equipos y dispositivos de generación, transmisión y/o procesamiento de campos y señales analógicos y digitales; circuitos integrados; hardware 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, para brindar soluciones óptimas de acuerdo a las condiciones técnicas, legales, económicas, humanas y ambientales.

CE1.3.1: Conocer, interpretar y emplear las técnicas, tecnologías, principios físicos y matemáticos y herramientas necesarias para el planteo, interpretación, modelización, análisis, resolución de problemas, diseño e implementación de circuitos y sistemas electrónicos.

CE1.3.4: Conocer los instrumentos, dominar las técnicas de medición y realizar mediciones de magnitudes eléctricas e interpretar sus resultados.

CE3.1: Validar y certificar el funcionamiento, condición de uso o estado de los sistemas mencionados anteriormente.

Presentación

Mediciones Electrónicas es una asignatura que pertenece al bloque de las tecnologías básicas y se ubica en el quinto cuatrimestre (tercer año) de la carrera de Ingeniería Electrónica.

Al momento de transitar este espacio curricular el estudiante ha cursado las primeras materias de física, matemáticas y fue introducido en el uso de instrumentos y técnicas de medición en la asignatura Taller y Laboratorio, utilizando allí los conocimientos de las ciencias básicas en la introducción a la tecnología electrónica y los métodos y procedimientos habituales en ella. También ha abordado la electrónica digital como área del conocimiento, por haber cursado las dos primeras asignaturas de dicho trayecto; en consecuencia, ya posee aptitudes y competencias propias de dicha disciplina.

Los contenidos y competencias que se desarrollan en la materia Mediciones Electrónicas resultan fundamentales en la carrera de Ingeniería Electrónica, tanto a nivel académico como profesional. Por un lado, todas las actividades prácticas que el estudiante desarrolla en laboratorios y gabinetes de electrónica a lo largo de la carrera implican el empleo de métodos e instrumentos de medición para verificación y comprobación del correcto funcionamiento de circuitos y sistemas electrónicos, y por otro, durante el ejercicio profesional el futuro egresado deberá realizar actividades de medición y cuantificación todo el tiempo, en una enorme diversidad de aspectos. El concepto y la actividad de medir están íntimamente relacionados a la ingeniería electrónica.

El Ingeniero Electrónico contribuye a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas mediante la demostración de que éstos se ajustan a los requisitos especificados en las normas, lo que permite validar y certificar el funcionamiento, condición de uso, estado, seguridad y eficiencia de los sistemas mencionados anteriormente.

La asignatura está pensada desde una perspectiva de aprendizaje centrado en el estudiante, por lo que se proponen una serie de actividades de medición y ensayos que el estudiante debe desarrollar, implementar y verificar su funcionamiento experimentalmente; se pretende con esto desarrollar las competencias profesionales propuestas desde el aprender haciendo, la experimentación y el descubrimiento, y generar en él las habilidades y conocimientos que se requieren para poder desenvolverse razonablemente en toda actividad que requiera el empleo de aparatos e instrumentos de medición, industriales o de laboratorio, propios de nuestra profesión.

Contenidos

METROLOGÍA, ASEGURAMIENTO METROLÓGICO.

Conceptos generales. Organización. Definiciones. Calibración. Trazabilidad. Requisitos metrológicos del cliente (RMC). Selección de instrumentos. Gestión de las mediciones: Intervalos de calibración, verificaciones intermedias, y confirmación metrológica. Patrones. Vocabulario Internacional de Metrología.

INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS USADAS PARA MEDICIONES EN FRECUENCIAS INDUSTRIALES.

Instrumentos de imán permanente y bobina móvil. Voltímetros para C.A. con instrumentos de B.M. Instrumentos de hierro móvil. Tipos constructivos. Instrumentos electrodinámicos. Uso del instrumento electrodinámico como vatímetro. Mediciones en una línea de alimentación monofásica. Mediciones de potencia en sistemas monofásicos y trifásicos.

VOLTÍMETROS Y MULTÍMETROS ELECTRÓNICOS ANALÓGICOS Y DIGITALES

Generalidades. Amplificadores usados en los voltímetros electrónicos. Voltímetros electrónicos analógicos. Voltímetro-Amperímetro-Ohmetro electrónico típico (multímetro). Circuitos de entrada de los multímetros digitales. Convertidores R/V. Conversores analógicos digitales, generalidades. Voltímetros con detector de valor pico. Conversores tipo flash – Arreglo de dos conversores tipo flash para aumentar la resolución. Técnica de aproximaciones sucesivas. Conversores de doble rampa. Conversor de tensión a frecuencia. Conversores Sigma-Delta. Conversores de auto rango empleados en multímetros. Convertidores de CA a CC - Convertidores alterna, valor eficaz. Instrumentos que miden verdadero valor eficaz (True RMS).

MEDICIÓN DE IMPEDANCIAS (RESISTENCIA, CAPACIDAD E INDUCTANCIA)

Puente de Wheatstone. Ecuación de equilibrio. Sensibilidad del puente. Exactitud del puente. Alcance de un puente de Wheatstone. Puentes de Wheatstone no balanceados. Aplicaciones de los puentes de CC. Aplicaciones: Telurímetro (medición puesta a tierra). Puentes de bajas frecuencias. Ecuación de equilibrio. Consideraciones prácticas. Factor de mérito y Factor de pérdidas. Puente universal de impedancias. Puente de Maxwell. Puente de Hay. Puente de comparación de capacidades. Puente de Wien. Puente de Schering. Medida de la inductancia de bobinas con núcleo magnético. Otras técnicas para la medición de capacidades e inductancias. Aplicaciones: Métodos para medir potencia en Radiofrecuencias, Método bolométrico. Método del puente equilibrado, método del puente desequilibrado. Técnica del detector sincrónico. Medición de inductancia. Medición de capacidades. LCR Diagrama en bloques y funcionamiento.

OSCILOSCOPIOS

Generalidades. Función y tipos de osciloscopios. Tubo de Rayos Catódicos (TRC), deflexión horizontal, base de tiempo, disparo (Trigger), deflexión vertical. Sondas de entrada. Osciloscopios digitales y de almacenamiento digital. Tipos de muestreo, muestreo en tiempo real y muestreo secuencial. Base de tiempos y circuito de disparo. Distintos modos de disparo. Memoria del osciloscopio digital. Acoplamientos. Filtros. Funciones especiales. Mediciones flotantes con osciloscopios. Analizador Lógico. Osciloscopios de señal mixta.

SEÑALES, RUIDO, INTERFERENCIAS, APANTALLAMIENTO

Generalidades. El ruido e interferencia. Tipos de ruido. Relación señal ruido. Figura de ruido. Medición de la tensión de ruido mediante voltímetros. Correspondencia entre el valor de la relación S/N y la tasa de error digital (BER). Tasa de error digital. (Bit Error Rate: BER). Interferencias y apantallamiento. Blindajes. Guarda. Efectos de la superposición de interferencias y ruido en los voltímetros digitales. Rechazo de modo normal de los voltímetros digitales. Rechazo de modo común, sistemas de guarda. Las fuentes de interferencias, sus orígenes y técnicas para reducir su efecto. Acoplamiento de capacitivo e inductivo de señales interferentes.

MEDICIÓN DE VARIABLES FÍSICAS

Medición de magnitudes no eléctricas. Transductores y Sensor. Acondicionamiento de Señales. Filtros. Amplificadores de instrumentación. Modo común y modo diferencial. Relación de rechazo de modo común. Sistemas de instrumentación. Sistemas Analógicos. Sistemas Analógicos a Digitales (Sistemas de entrada múltiple). Sistemas Digitales. Sistemas de adquisición de datos.

MEDICIONES EN AMPLIFICADORES.

Consideraciones generales. Ganancia de un amplificador, definiciones. Reglas generales para la medición de ganancia en amplificadores. Distorsión en los amplificadores. Distorsión de amplitud o alineal. Aprovechamiento de los efectos producidos por la alinealidad. Respuesta en frecuencia de los amplificadores. Distorsión de frecuencia y de fase en amplificadores. Análisis de la respuesta en frecuencia de amplificadores mediante el uso de ondas cuadradas. Medición de la potencia de salida de un amplificador. Medida de la distorsión por alinealidad en amplificadores. Mediciones de SINAD.

GENERADORES DE SEÑALES

Clasificación de los generadores. Osciladores, selección de un oscilador. Generadores de barrido de frecuencia. Generadores de pulsos. Generadores de funciones. Síntesis Digital Directa (DDS). Sintetizados. Generadores de funciones arbitrarias.

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE ALTA FRECUENCIA.

Análisis espectral, generalidades. Unidades más comunes en electrónica de alta frecuencia (dB, dBm, dBuV). Instrumentos que trabajan en el dominio de la frecuencia. Clasificación y campo de aplicaciones. Analizador de Espectro. Analizador de Bode. Analizadores de Fourier. Voltímetros de alta frecuencia. Voltímetro vectorial. Analizador Vectorial de Redes (VNA). Osciloscopios de alta frecuencia. Analizadores de onda y analizadores de distorsión.

INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL

Uso de software personalizable y hardware de medición. Sistemas de medición definidos por el usuario (instrumentos virtuales). Diferencia entre la instrumentación de hardware y la instrumentación virtual. Software para instrumentación virtual, implementación, fundamentos de programación. Osciloscopio virtual, adquisición y análisis de respuesta en frecuencia con instrumentación virtual. Sistemas automáticos de ensayos y testeos.

ERROR E INCERTIDUMBRE DE LAS MEDICIONES

Calidad de las mediciones: error e incertidumbre. Exactitud, Precisión, Resolución. Error de medición: errores absolutos y relativos, clasificación de los errores, propagación de errores. Interpretación y uso de especificaciones de exactitud:

clase de exactitud de los instrumentos analógicos. Especificaciones de exactitud en los instrumentos digitales. Incertidumbre de medición: tipos de evaluación, incertidumbre típica combinada, incertidumbre expandida, expresión de la incertidumbre.

ENSAYOS DE EQUIPOS BAJO NORMA

Normas, conceptos generales. Tipos de normas. Campos de aplicación: voluntario y regulado. Organismos normalizadores. Evaluación de la conformidad: certificación, acreditación, y homologación. Competencia de los laboratorios de ensayo. Aplicación de la incertidumbre de medición a las actividades de evaluación de la conformidad. Proceso de ensayos de equipos electrónicos bajo normas. Ejemplos.

Metodología

La metodología de enseñanza-aprendizaje que se aplica se resume de la siguiente forma:

- *Actividades teórico-prácticas en aula.* En ellas se desarrollan, mediante la exposición dialogada los temas que son sostén imprescindible para el desarrollo de las actividades prácticas, empleando como materiales didácticos proyección de diapositivas, pizarrón, manuales, normas, instrumentos y otros que resultaren útiles para alcanzar eficazmente los objetivos propuestos. A la vez, se plantean actividades de resolución de problemas concretos y reales de medición, colocando al estudiante en contacto con la realidad laboral.
- *Actividades prácticas de laboratorio.* Los estudiantes realizan mediciones concretas con instrumental de laboratorio, organizándose en grupos de no más de cuatro integrantes para montar los circuitos y ejecutar la medición. De esta manera, ellos pueden afrontar el problema con los saberes conceptuales y procedimentales adquiridos previamente, mientras el docente sigue el proceso, orientando al estudiante mediante preguntas guía e interviniendo en los casos que observe un desvío en el rumbo tomado por el equipo de trabajo en la correcta ejecución del proceso de medición. Para el desarrollo de dichas actividades se utilizan guías de trabajos prácticos, las cuales son preparadas y revisadas periódicamente por la cátedra.

La realización de mediciones sobre circuitos y equipos, no sólo le permite a los estudiantes conocer los instrumentos y dominar las técnicas de medición, sino que también desarrolla en el futuro ingeniero la capacidad de emplearlos para verificar diseños, productos y procesos, asesorar en la adquisición de instrumentos y gestionar su adecuado mantenimiento, realizar ensayos de recepción de insumos y materias primas, y evaluar la conformidad de productos, procesos y servicios respecto de especificaciones de producción y/o requisitos normativos.

Evaluación

Se realiza una evaluación continua del grado de desarrollo de las competencias mediante instancias de evaluación sumativas e instancias de evaluación formativas, tanto a nivel individual como grupal.

- *Saberes conceptuales y contenidos disciplinares adquiridos:* mediante tres exámenes parciales (presenciales y/o a través del aula virtual) a lo largo del semestre y en los que se puede evaluar mediante desarrollo descriptivo o teórico, ejercicios de aplicación u opción múltiple.
Se tomarán dos (2) pruebas parciales y una (1) prueba recuperatoria; esta última será integradora de todos los saberes conceptuales y contenidos disciplinares. Para la evaluación de los exámenes parciales, recuperatorios y finales se asignará a cada uno de los temas evaluados un porcentaje de puntos tal que el total sume 100%. El examen se aprueba con la obtención de un porcentaje mínimo de 60%.
- *Capacidad de emplear adecuadamente los saberes conceptuales y contenidos disciplinares adquiridos:* se evalúan las actividades prácticas de laboratorio y la forma de llevarlas adelante. También se evalúa un informe escrito por cada actividad práctica realizada, cuyo contenido debe incluir los resultados de las mediciones, el funcionamiento de los distintos experimentos y las conclusiones extraídas, sobre las cuales se genera un diálogo entre docentes y estudiantes. Durante la presentación, el equipo de la cátedra genera un entorno donde los estudiantes del grupo realizan un coloquio, el cual se construye a partir de las producciones realizadas.

El rango de valoración de cada presentación es:

No aprobado – No se evidencia el desarrollo de las competencias esperado a través de los resultados de aprendizaje

Aprobado – Se evidencia el desarrollo de las competencias esperado a través de los resultados de aprendizaje.

La evaluación de estos aspectos se realiza mediante rúbricas diseñadas para cada actividad.

Al final del semestre cada estudiante debe haber demostrado la adquisición de un nivel mínimo de contenidos disciplinares (60%) y el desarrollo total de las competencias pertinentes a la asignatura.

Condiciones de aprobación

Los requisitos de aprobación de la asignatura son:

- Asistencia al 80% de las clases
- Aprobar la totalidad de las instancias de evaluaciones parciales.

- Aprobar la totalidad de las actividades prácticas de laboratorio.

Los requisitos de regularidad de la asignatura son:

- Asistencia del 80%
- Aprobar cantidad de instancias de evaluación parciales establecidas en el régimen de estudiantes para alcanzar la regularidad.
- Aprobar la totalidad de las actividades prácticas de laboratorio.

Actividades prácticas y de laboratorio

Los trabajos son propuestos por la cátedra y son elegidos para abordar los distintos tipos de medición desarrollados durante el semestre:

- Error-Incertidumbre
- Factor de potencia-motor
- Reflectometría en el dominio del tiempo
- Medición de Impedancia
- Medición en amplificadores
- Mediciones con Osciloscopios
- Análisis de Fourier

Resultados de aprendizaje

CG4,CG5,CE1.1, CE1.3.1	Conoce los procesos, técnicas y herramientas de medición.
CG4, CE1.1	Interpreta los principios físicos y conceptuales propios de los métodos de medición, y de los fenómenos estudiados.
CG4, CG5, CE1.3.1, CE1.3.4, CE3.1	Utiliza de manera efectiva los procesos, técnicas y herramientas de medición de magnitudes eléctricas.

CE1.3.4	Conoce los instrumentos básicos utilizados para realizar mediciones de magnitudes eléctricas.
CG5, CE3.1	Realiza mediciones de magnitudes eléctricas e interpreta sus resultados.
CE1.1	Identifica las especificaciones de productos, procesos y servicios como requisitos metrológicos del cliente.
CG5, CE3.1	Evalúa la conformidad de productos, procesos y servicios respecto de los requisitos metrológicos del cliente.
CE1.3.4, CE3.1	Produce informes formales con claridad y uso adecuado del lenguaje técnico

Bibliografía

- Mediciones Electrónicas para estudiantes de Ingeniería – Hugo O. Grazzini – Editorial Universitas – Año 2003. ISBN:987-9406-66-8
- Guía para mediciones Electrónicas – Wolf /Smith – Editorial Prentice Hall – Año 2002. ISBN: 968-880-224-7
- Electronic Test Instruments - Robert A Witte (Agilent T.) – Editorial Prentice Hall – Año 2002. ISBN: 0-13-066830-3
- Instrumentación Electrónica y Técnicas de medición – Cooper/Helfrick - Editorial Prentice Hall – Año 1991
- Basic electricity and electronics for control - Fundamentals and applications – Lawrence M. Thompson – Editorial ISA (Instrumentation, Systems, and Automation Society) – Año 2006. ISBN: 978-1-55617-988-4
- Principles of electrical measurement – Slawomir Tumanski – Editorial Taylor & Francis Group – Año 2006. ISBN: 0-7503-1038-3
- Evaluación de datos de medición – Guía para la expresión de la incertidumbre de medida – Centro Español de Metrología – Año 2008.
- ISO 10012 Sistemas de Administración de las Mediciones – Requerimientos para Procesos y Equipos de Medición – Edición vigente.
- Vocabulario Internacional de Metrología Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados (VIM) – Centro Español de Metrología – Año 2012.
- ILAC G24/OIML D10 - Guidelines for the determination of recalibration intervals of measuring equipment – Edición vigente.