



09

Universidad Nacional de Moreno
Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología

MORENO, 18 AGO 2017

VISTO el Expediente N° UNM:0000644/2014 del Registro de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE MORENO; y

CONSIDERANDO:

Que el REGLAMENTO GENERAL ACADÉMICO, aprobado por Resolución UNM-R N° 37/10 y sus modificatorias, el que fuera ratificado por el Acta de la Sesión Ordinaria N° 01/13 del CONSEJO SUPERIOR de fecha 25 de junio de 2013, establece el procedimiento para la aprobación de las obligaciones curriculares que integran los Planes de Estudios de las carreras que dicta esta UNIVERSIDAD NACIONAL.

Que por Disposición UNM-DCAyT N° 29/14, se aprobó el Programa de la asignatura: INSTRUMENTOS Y MEDICIONES (2035), del ÁREA: ELECTRÓNICA, correspondiente al CICLO DE FORMACIÓN INICIAL de la Carrera INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, del DEPARTAMENTO DE CIENCIAS APLICADAS Y TECNOLOGÍA de esta UNIVERSIDAD, con vigencia a partir del 1° Cuatrimestre del Ciclo Lectivo 2014.

Que conforme lo dispuesto en el citado REGLAMENTO GENERAL, se ha evaluado una nueva propuesta de Programa de la asignatura antes referida y en sustitución del vigente,

aconsejando su aprobación con vigencia a partir del 2do cuatrimestre del ciclo lectivo 2017, a tenor de la necesidad de introducir cambios de interés académico y en armonía con el resto de las obligaciones curriculares.

Que la SECRETARÍA ACADÉMICA de la UNIVERSIDAD ha emitido opinión favorable, de conformidad con lo previsto en el artículo 3º de la Parte I del citado REGLAMENTO GENERAL, por cuanto dicho programa se ajusta a las definiciones enunciadas en el artículo 4º de la Parte I del REGLAMENTO en cuestión, así como también, respecto de las demás disposiciones reglamentarias previstas en el mismo.

Que la SUBSECRETARÍA LEGAL Y TÉCNICA ha tomado la intervención de su competencia.

Que el CONSEJO del DEPARTAMENTO DE CIENCIAS APLICADAS Y TECNOLOGÍA, en sesión de fecha 30 de mayo de 2017, trató y aprobó la modificación del programa propuesto, conforme lo establecido en el artículo 2º de la Parte I del REGLAMENTO GENERAL ACADÉMICO.

Por ello,

El CONSEJO del DEPARTAMENTO DE CIENCIAS APLICADAS Y TECNOLOGÍA

DISPONE:

ARTÍCULO 1º.- Dejar sin efecto, a partir del 2do Cuatrimestre de Ciclo Lectivo 2017, la Disposición UNM-DCAyT N° 29/14.





Universidad Nacional de Moreno
Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología

ARTÍCULO 2º.- Aprobar el Programa de la asignatura: INSTRUMENTOS Y MEDICIONES (2035), del ÁREA: ELECTRÓNICA, correspondiente al CICLO DE FORMACIÓN INICIAL de la Carrera INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, del DEPARTAMENTO DE CIENCIAS APLICADAS Y TECNOLOGÍA de esta UNIVERSIDAD, con vigencia a partir del 2do Cuatrimestre del Ciclo Lectivo 2017, el que como Anexo I forma parte integrante de la presente Disposición.

ARTÍCULO 3º.- Regístrese, comuníquese, dese a la SECRETARÍA ACADÉMICA a sus efectos y archívese.-

DISPOSICIÓN UNM-DCAyT N° **09-171**

9


MG. JORGE L. ECHAZARÁN
Director - Decano
Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MORENO



09

Universidad Nacional de Moreno
Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología

ANEXO I

Universidad Nacional de Moreno
Asignatura: INSTRUMENTOS Y MEDICIONES (2035)

Carrera: INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA (Plan de estudios aprobado por Resolución UNM-R N° 21/10 y sus modificatorias UNM-R N° 407/11 y UNM-R N°39/16)¹

Área: Electrónica

Trayecto curricular: Ciclo Inicial

Período: 5° Cuatrimestre - Año 3

Carga horaria: 80 (ochenta) horas

Vigencia: A partir del 2° Cuatrimestre 2017

Clases: 16 clases (Dieciséis)

Régimen: de regularidad o libre

Responsable de la asignatura: MARIO BENACERRAF

Programa elaborado por: Mario BENACERRAF

FUNDAMENTACIÓN:

El programa de esta asignatura debe abarcar tanto los métodos de medición como la descripción de los instrumentos, haciendo un balance entre su uso y su principio de funcionamiento, por lo tanto, para cada instrumento se analizará el manual de operación y el manual de servicio con la correspondiente descripción interna.

Cada una de las unidades temáticas incluye para caso en particular conceptos como: especificaciones, errores, campo de aplicación, calibración, alcances y limitaciones, etc.

OBJETIVOS GENERALES:

- Conocer las teorías y herramientas de medición.
- Caracterizar e interpretar datos de los sistemas de instrumentación
- Aplicar instrumentos en la medición de variables de diferentes procesos.

CONTENIDOS MÍNIMOS:

Revisión de la teoría de errores y clasificación de los métodos de medición. Medición de tensión y corriente continua

¹ Se encuentra autorizado por Resol. 2287/13 y 2288/13 del MINISTERIO DE EDUCACIÓN

por métodos de cero: Potenciómetro y medición de Resistencias por método de cero: Puentes de Wheatstone y Kelvin. Medición de Impedancias. Voltímetros, Amperímetros, Multímetros analógicos pasivos y Multímetros Electrónicos Analógicos y Digitales. Medición de señales no senoidales y fuentes analógicas de señales. Osciloscopios de rayos catódicos. Osciloscopio Analógico Avanzado (repaso). Mediciones de parámetros activos y pasivos. Osciloscopios digitales y de memoria digital. Generadores de señales Analógicos (repaso). Generadores Analógicos de Radio-frecuencia (repaso). Generadores de señales sintetizados. Instrumentos en el dominio de la frecuencia. Mediciones en amplificadores. Mediciones de tiempo y frecuencia. Mediciones de constantes distribuidas (reflectometría). Mediciones de potencia en RF. Mediciones de Señales Digitales, Analizadas. De estados lógicos. Mediciones de emisiones e interferencias electromagnéticas. Mediciones automáticas y parámetros no-eléctricos avanzados.

PROGRAMA

Unidad 1: Revisión de la teoría de errores y clasificación de los métodos de Medición

Errores absolutos y relativos. Clasificación de errores: corregibles y no corregibles; groseros, sistemáticos y aleatorios. Ejemplos de aplicación sobre errores sistemáticos de método, instrumental y condiciones ambientales. Interpretación y uso de especificaciones de exactitud de instrumentos analógicos y digitales. Concepto de exactitud y precisión. Mediciones indirectas, propagación de errores. Mediciones absolutas y relativas. Métodos de medición directa e indirecta; de deflexión y de cero. Métodos generales, de comparación, sustitución, diferenciales, resonantes, etc. Características que distinguen a cada método. Ventajas e inconvenientes desde el punto de vista de la exactitud, costo y tiempo requerido para la medición. Ejemplos típicos.

Unidad 2: Medición de Tensión y Corriente Continua por Métodos de Cero: Potenciómetro y medición de Resistencias por método de Cero: Puentes de Wheatstone y Kelvin

Concepto. Potenciómetros de resistencia constante y de corriente constante. Análisis de los errores. Sensibilidad. Potenciómetros comerciales. Especificaciones. Alcances,





09

Universidad Nacional de Moreno
Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología

resolución y exactitud típicas. Circuitos auxiliares para la medición de corriente y ampliación del alcance de tensión. Patrones utilizados. Contraste de instrumentos. Normas de aplicación. Puente de Wheatstone. Ecuación de equilibrio. Puentes de hilo calibrado y cajas de resistencias. Análisis de los errores. Sensibilidad. Variación del error total en función de la resistencia incógnita. Especificaciones. Alcances y exactitud típicas. Puente de Kelvin para medir resistencias de pequeño valor. Esquema. Ecuaciones. Formas de obtener el doble balance. Sensibilidad. Especificaciones. Alcances y exactitud típicas. Puente de Wheatstone con circuito de guarda para medición de resistores de elevado valor. Medición de parámetros no eléctricos básicos: Clasificación de transductores. Selección. Diferentes tipos. Termopares. Características. Fuentes de error. Circuitos de aplicación.

Unidad 3: Medición de Impedancias

Puente de impedancias universal: ecuación de equilibrio. Análisis de los elementos patrones a conectar en cada rama. Puente de Maxwell, Hay, Sauty serie y paralelo: esquema, ecuaciones de equilibrio, valores típicos y limitaciones en cada caso. Comentarios sobre la convergencia y sistema de convergencia acelerada. Generadores. Detectores. Especificaciones. Alcances y exactitudes típicas. Superposición de componente continua al elemento medido. Medidor de factor de mérito (Qmetro): esquema básico y planteo simplificado. Diagrama funcional. Métodos de medición. Aplicaciones. Puentes digitales: esquema básico. Especificaciones.

Unidad 4: Voltímetros, Amperímetros, Multímetros Analógicos Pasivos y Multímetros Electrónicos Analógicos y Digitales

Instrumento de imán permanente y bobina móvil: símbolo. Descripción. Ley de respuesta. Alcance y exactitud típicas. Ampliación del alcance de medida: derivador simple, derivador universal tipo Ayrton. Resistores multiplicadores. Alcances típicos de multímetros pasivos. Sección alterna de multímetros pasivos: conversión alterna-continua mediante elementos rectificadores. Variación del alcance de medida como amperímetro y voltímetro. Distribución de la escala. Alcances típicos. Exactitud. Recalibración de la escala en dB. Sección

ohmetro: ohmetro serie, derivación y potenciométrico. Distribución de la escala. Influencia del envejecimiento de la batería. Ohmetros de alcance múltiple. Instrumentos de hierro móvil, electrodinámico y electrostático: símbolo; descripción; ley de respuesta. Distribución de la escala. Consumo específico o impedancia de entrada. Variación del alcance de medida. Respuesta en frecuencia. Valores típicos en cada caso. Comparación entre los distintos principios. Campo de aplicación en cada caso. Comparación con los instrumentos pasivos. Comparación entre presentación analógica y digital. Multímetros activos analógicos y digitales. Funciones típicas. Diagramas funcionales generales. Dispositivo final. Conversores digitales-analógicos: Ejemplos. Conversión analógica-digital: Ejemplos. Rechazo de modo normal. Función voltímetro en corriente continua. Características principales y valores típicos. Función voltímetro en corriente alternada. Conversores corriente alterna-corriente continua. De valor medio de módulo. De valor eficaz. De valor máximo: puntas de prueba de radio frecuencia. Conversores de valor pico a pico. Valores típicos. Especificaciones. Función ohmetro. Multímetros electrónicos.

Unidad 5: Medición de señales no senoidales y fuentes analógicas de señales

Calibración de la escala de instrumentos que responden a distintos valores característicos: eficaz, medio de módulo, medio de un signo, máximo y pico a pico. Constante de recalibración en cada caso. Factor de corrección para señales de forma conocida. Ejemplos con señales típicas en electrónica. Influencia de la presencia de componente continua en la señal. Cotas de error para señales senoidales con segunda y tercera armónica. Criterio para selección de instrumentos. Influencia de la respuesta en frecuencia de los instrumentos reales. Influencia del rango dinámico del amplificador en los voltímetros y amperímetros electrónicos. Factor de cresta admisible.

Introducción. Generador de onda senoidal. Generador de señales de frecuencia sintetizada. Generador divisor de frecuencia. Modulación del generador de señales. Generador de frecuencia de barrido. Generadores de pulsos y onda cuadrada. Generador de funciones. Generación de señales de audiofrecuencia.



09

Universidad Nacional de Moreno
Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología

Unidad 6: Osciloscopios de Rayos Catódicos.

Introducción. Funciones básicas. Aplicaciones. Osciloscopios analógicos y digitales. Esquema general de osciloscopios analógicos. Tubos de rayos catódicos. Polarización. Sensibilidad de deflexión. Luminiscencia: fluorescencia y fosforescencia. Aceleración de posdeflexión. Paralaje. Tipos de distorsión. Clasificación de los osciloscopios. Formación de imagen. Barrido horizontal: sincronizada y base de tiempo disparada. Canal vertical: impedancia de entrada, acoplamiento, ancho de banda, tiempo de establecimiento, conmutación, línea de demora. Circuito de disparo horizontal. Fuente de disparo: nivel, pendiente, acoplamiento y procedencia. Hold off. Osciloscopio de dos canales.

Unidad 7: Osciloscopio Analógico Avanzado.

Estructura general en bloques. Alcances. Modo X-Y. Diagrama conceptual generador de disparo y de base de tiempo. Modo alternado, modo troceado, sincronismos. Modo intensificado, Jitter, prearmado, diagrama de señales. Modo demorado, D.T.M., diagrama funcional y de señales. Osciloscopio de muestreo, estructura, señales, barrido equivalente.

Unidad 8: Mediciones de parámetros activos y pasivos

Aplicaciones en la medición de señales y componentes Pasivos. Trazador de curvas de elementos. Activos: transistores y diodos. Analizador dinámico de mallas, principio de funcionamiento determinación de parámetros S, aplicaciones.

Unidad 9: Osciloscopios digitales y de memoria digital.

Diagrama en bloques, estructura (A/D, Ram, D/A). Memoria analógica, estructura (MA., A/D, Ram; D/A). DSO secuencial, princip. de func., pre/post trigger, ancho equiv. DPO, osciloscopio de fósforo digital. Estructura (A/D, Fido, up). Nuevas técnicas y tendencias.

Unidad 10: Generadores de señales Analógicos.

Generadores naturalmente senoidales. Plano ($\square-j\omega$). Ruido-Filtro. Puente de Wien. Diagrama en bloques. Ecuaciones. Estabilización. Puente T-shunt. Ecuaciones. Diagrama funcional. Atenuador $Z=cte$. Oscilador a Giro de Fase Activo.

Diagrama general. Distorsión. Generador por mezcla. Diagrama en bloques. Cobertura. Enganche. Generador de funciones, diagrama en bloques, conformador seno. Características (amplit. y distors./frec.), aplicaciones, límites. Generador de pulsos, diagr. en bloques, caract. del pulso (normas).

Unidad 11: Generadores Analógicos de Radio-frecuencia.

Diagrama en bloques, AM, FM, warm-up, atenuadores, puntas, calib. Generador de Barrido, diagrama estructural, marcador en frecuen. Trazado de curvas de respuesta, calibración, carac. comparada.

Unidad 12: Generadores de señales sintetizados.

Generador de RF. parc. sintetizado, estructura, características. Sintetizador analógico directo, diagrama estructural, formación. Sintetizador enganchado en fase, diagr. funcional, ruido de Fase. Sintetizador Directo Digital, acumulador de Fase, aplicaciones. Sintetizador de Formas de onda no-senoidales.

Unidad 13: Instrumentos en el dominio de la frecuencia.

Analizador de Distorsión armónica, definición, estructura, norma. Distorsión por intermodulación, diagrama funcional, frec./norma. Detector de resonancia por acoplamiento crítico (Dipper). Aplic. Analizador por banco de filtros-pantalla discreta (audiofrec.). Estructura de filtro sintonizado-detector (ondametro). $Q=cte$. Analizador de Espectro de barrido. Estructura. Filtro /ingreso. Rango dinámico, compresión, vel.de barrido-cte tiempo, $BW=cte$. Aplicaciones, especificaciones. Generador sincrónico. Analizador de Fourier, muestreo, aliasing, ventanas, FFT, aplicac.

Unidad 14: Mediciones en amplificadores.

Ganancia de Tensión, Potencia, PMPO, Fase, Rangodinamico, Distorsión armónica, por intermodulación, Tim, rechazo de modo común, slew-limiting ancho de banda, aplicaciones, mediciones, curvas caract., etroaliment. Mediciones en amplificadores sintonizados. Control autom.sens.



09

Universidad Nacional de Moreno
Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología

Unidad 15: Mediciones de tiempo y frecuencia.

Concepto de frecuencia. Empleos prácticos y de Laborat. Analog. Patrones primarios y secundarios. Aplicaciones. Especificaciones. Frecuencímetro digital, diagrama general en bloques, unidades. Medición de frecuencia, esquema, errores. Medición de período, esquema, multiperiodo-recíproco, errores. Med. relación de frecuencias, med. intervalos de tiempo. Medidor asistido por uP.

Unidad 16: Mediciones de constantes Distribuidas (reflectometría).

Introd., propagación en líneas de trans.-medición con TDR- eval. pérdidas en cables-discontinuidades múltiples, OTDR, princ/func.

Unidad 17: Mediciones de potencia en RF.

Medición de potencia en Radio-frecuencia. Esquema en puente: R/termocupla, R/termistor, R/diodo. Esquema: Línea-zonda, teoría asociada, ROE, aplicaciones. Zonda de captación, zonda atenuadora.

Unidad 18: Mediciones de Señales Digitales, Analizad. de Estados Lógicos.-

Princ.de funcionam., Aplicaciones, Especif., Presentaciones.

Unidad 19: Mediciones de emisiones e interferencias electromagnéticas.

Ensayo de medic. de radiación. Definic. de parámetros usados en las medic. de EMC. Normas de aplic. IEC, MIL. Interf. electromag: ensayos.

Unidad 20: Mediciones automáticas y parámetros no-eléctricos avanzados.

Diagrama funcional, normas de aplicación, usos. Instrumentos asistidos, su control, etc.. IEEE488.prog. SCPI, protocolos: RS232, GPIB, RS422, RS485, etc. Transductores mecánicos, térmicos, ópticos, acústicos, magnéticos químicos, nucleares. Aplic. en mediciones de desplazamiento, presión, aceler.

BIELIOGRAFÍA:**Bibliografía Obligatoria**

- INSTRUMENTACION ELECTRONICA MODERNA Y TECNICAS DE MEDICION de W. Cooper y A.D. Helfrick. Edit. Prentice Hall.
- GUIA DE MEDICIONES ELECTRONICAS Y PRACTICAS DE LABORATORIO de Wolf Smith. Edit. Prentice Hall.

Bibliografía complementaria

- John Mulvay - **Measurement Concepts. Semiconductor Devices** - Tektronix- 1968 - Dig. 2011
- Morris Engelson - **Spectrum Analyzer Circuits** - Tektronix - 1969 - Dig. 2011
- Farley - **Tektronix TEXSCOPE Vol. 8 N° 1** - Allison - 1976.
- Bouwens - **Philips digital instrumental course part 5. Logic Analyzers.** - T. Sudar

OBJETIVOS PEDAGÓGICOS:

Proporcionar al alumno las herramientas necesarias para que tenga la capacidad de uso, selección y aplicación de los instrumentos de medición empleados en la medición de variables de diferentes procesos. Asimismo, tendrá el conocimiento para instrumentar, caracterizar e interpretar los datos de los sistemas de instrumentación.

METODOLOGÍA DE TRABAJO:

La estrategia de enseñanza es a través de clases teóricas complementadas con el uso del instrumental explicitado en la teoría y/o técnicas de medición si correspondiera. La formación práctica consiste en la realización de tres Trabajos Prácticos centrales experimentales con instrumental: osciloscopios analógicos, osciloscopios digitales y analizadores de espectro. Se complementa con otros trabajos prácticos sobre errores y mediciones básicas. La práctica sobre el uso del instrumental se realiza en el Laboratorio de Electrónica, supervisado por el profesor y, se evalúa el informe correspondiente por grupo de trabajo.



09

Universidad Nacional de Moreno
Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología

EVALUACIÓN Y APROBACIÓN:

La evaluación consta de dos exámenes parciales y un examen final. Los exámenes parciales se aprobarán con una nota mínima de cuatro (4), y una vez aprobada la entrega de los trabajos prácticos, el alumno tendrá derecho a rendir el examen final que se aprobará con un mínimo de cuatro (4) puntos. El examen final se ajustará al programa vigente al momento de aprobación de su cursada.

El alumno podrá "recuperar" sus exámenes parciales en 3 (tres) fechas destinadas a tal efecto. Cada parcial podrá ser recuperado un máximo de 2 (dos) veces.

RÉGIMEN DE APROBACIÓN:

Para la aprobación del cursado de la materia se requiere:

- El 80% (ochenta por ciento) de asistencia a las clases y actividades presenciales de la cursada.
- El alumno deberá aprobar los trabajos prácticos de la cátedra.
- Regularización y examen final: Aprobación de las dos instancias de evaluación con un mínimo de 4 (cuatro) puntos.
- En el caso que la asistencia fuera menor al 80% (ochenta por ciento), el alumno deberá recuperar la totalidad de sus exámenes parciales.
- La asignatura se podrá rendir en carácter de libre.