



Plan de Estudios: 2010

Asignatura: Electrónica e Instrumentación Científica Código: 2255

Docente responsable: Dr. Jorge E. PEREZ.

Cuerpo docente: Ing. Mario R. ROMERO.

Año académico: 2018

Régimen: Cuatrimestral

### Régimen de correlatividades

Para cursar		Para rendir
Regular	Aprobada	Aprobada
Electromagnet. II (2246)	Física General IV (2244)	Física General IV (2244)
Física Moderna I (2248)	Mecánica (2245)	Mecánica (2245)
Inglés II (2053)	-----	Electromagnet. II (2246)
-----	-----	Física Moderna I (2248)
-----	-----	Inglés II (2053)

Carga horaria total: 84 horas.

Carga horaria semanal: 6 hs.

Clases Teórico - Prácticas: 2 hs.

Trabajos Prácticos: 4 hs.

Carácter de la asignatura: Obligatoria.

#### A) Contextualización de la asignatura:

La asignatura Instrumentación Electrónica (2255) es una de las ocho asignaturas que componen el Area Interdisciplinaria y de Física Aplicada del plan de estudios de la Licenciatura en Física. Integra el Ciclo Superior de formación del alumno, correspondiendo su ubicación temporal de cursado al 2do. cuatrimestre del 4to. Año de la carrera. En esta materia se estudian los principios fundamentales de la electrónica y aquellos dispositivos activos y pasivos que integran en general, las diversas etapas de un sistema de instrumentación electrónico habitualmente disponible en laboratorios de investigación, enfatizándose el uso de programas de simulación para el diseño de los circuitos y la implementación experimental de los mismos en prototipos reutilizables.-

#### B) Objetivos propuestos:

Se espera que el alumno logre: i) conocer las leyes básicas de la Teoría de Circuitos y la Electrónica que permiten describir los sistemas de instrumentación estudiados; ii) conceptualizar modelos explicativos simples de tales sistemas; iii) aplicar los conocimientos adquiridos a diversas situaciones problemáticas que se le presenten; iv)

desarrollar habilidades en la manipulación de los recursos tecnológicos y el instrumental propios de un laboratorio de Electrónica básico universitario.-

### **C) Contenidos básicos del programa a desarrollar:**

Introducción a los sistemas de instrumentación electrónica. Transductores y Acondicionadores de señal. Distintos tipos de transductores. Bases físicas de su funcionamiento. Amplificación y filtrado de señales. Amplificadores operacionales. Filtros analógicos y digitales. Conversión de señales, A/D y D/A. Sistemas de adquisición de datos. Procesamiento analógico y digital de señales. Sistemas de detección de señales. Interferencias electromagnéticas. Ruido eléctrico. Tipos y métodos básicos para su tratamiento.-

### **D) Fundamentación de los contenidos:**

La selección y estructuración de conocimientos existente en los contenidos formulados para la asignatura Instrumentación Electrónica (2255) supone que los mismos constituyen un *conjunto mínimo necesario* de conceptos introductorios de la teoría de circuitos y la electrónica que, interrelacionados con los correspondientes a las demás asignaturas del plan de estudios de la Licenciatura en Física, le dan sentido de acuerdo a sus objetivos, perfil del egresado, alcance del título e incumbencias profesionales.

En consecuencia, la selección de bloques temáticos desarrollada en las 7 unidades del programa analítico, abarca los contenidos mínimos necesarios para aproximar en el alumno de Licenciatura en Física la noción de un sistema de medición electrónico actual. El ordenamiento de los temas dentro de cada bloque no se corresponde necesariamente con la secuencia temporal del desarrollo de los mismos.

### **E) Actividades a desarrollar:**

A fin de alcanzar los objetivos mencionados, el alumno realizará diversas actividades que le permitan estructurar nuevos conocimientos e integrarlos con los adquiridos previamente, a saber:

i) **Clases teórico-prácticas**, utilizando como recursos didácticos, tanto la pizarra convencional como el proyector multimedial. Estas clases representan una carga semanal de aproximadamente 2 hs. para el alumno y en ellas se presentan y discuten los contenidos temáticos principales de la materia, desarrollándose ejemplos de aplicaciones concretas relacionadas con las temáticas expuestas.

ii) En las 4 hs. restantes de la carga horaria semanal, el alumno realiza alguna de las tres actividades siguientes: **a) resuelve los problemas de aplicación propuestos**, realizando (cuando corresponda) la simulación del sistema a través del empleo de los recursos informáticos disponibles; **b) desarrolla experiencias de laboratorio** sobre circuitos que el mismo construye, utilizando módulos de montaje libres de soldadura e instrumentos provistos al efecto; **c) se introduce en la aplicación de recursos básicos de programación** de un sistema embebido comercial (Arduino). Esta actividad sólo se realiza durante última quincena del cuatrimestre.-

## F) Nómina de trabajos prácticos

- TEMA 1. T.P. N° 1. Fuentes de voltaje y corriente.-  
TEMA 2. T.P. N° 2. Diodos y rectificadores.-  
TEMA 3. T.P. N° 3(A). Transistores bipolares y de efecto de campo.-  
T.P. N° 3(B). Amplificadores operacionales.-  
TEMA 4. T.P. N° 4. Filtros analógicos pasivos y activos.-  
TEMA 5. T.P. N° 5. Métodos básicos de medición y detección en CC y CA.-  
TEMA 6. T.P. N° 6(A). Circuitos lógicos combinacionales y secuenciales.-  
T.P. N° 6(B). Convertidores A/D y D/A con Arduino Uno.-

## Recursos informáticos a utilizar en los trabajos prácticos

1. Software de ajuste de datos experimentales, *Origin 8.0 (OriginLab, Corp.)*.-
2. Software de simulación de circuitos electrónicos: *Multisim 10.0 (National Instruments, Inc.)* y *Proteus 8.3 (Labcenter Electronics, Ltd.)*.-
3. Entorno de desarrollo integrado (IDE) para *Arduino Uno (Rev. 3)*.-

## G) Horarios de clases:

**Clases teórico-prácticas:** JUEVES, de 14 a 20 hs.

**Horarios de consulta:** MARTES, de 14 a 16 hs.

## H) Modalidad de evaluación:

### a) **Condiciones de regularidad:**

♦ i) Asistencia del 80 % (\*) a las clases teórico - prácticas y trabajos prácticos de laboratorio; ii) Aprobación del 100% de los informes de trabajos prácticos propuestos, con una calificación mínima de 5 (cinco) puntos que se corresponden con el 50% de los conocimientos solicitados. Todas las instancias evaluativas tienen su correspondiente recuperatorio.-

(\*) Dado el marcado perfil experimental de la asignatura, el 20% de inasistencia deberá ser recuperado en fecha a convenir durante el cuatrimestre de cursado.-

### b) **Condiciones de promoción:**

♦ i) **idem** asistencia para regularizar; ii) Aprobación del 100% de los informes de trabajos prácticos propuestos con una calificación promedio de 7 (siete) puntos que se corresponden con el 70% de los conocimientos solicitados y sin registrar calificaciones por debajo de los 5 (cinco) puntos. El estudiante que no haya alcanzado la calificación mínima requerida, dispondrá de un recuperatorio a fin de mejorar su aprendizaje y mantenerse en el sistema de promoción ; iii) la aprobación de una *evaluación integradora escrita* sobre los contenidos de la materia. Esta instancia evaluativa tiene su correspondiente recuperatorio.-

### c) **Condiciones para la evaluación final de la asignatura (solo alumnos regulares):**

♦ Presentación y defensa oral de un *proyecto teórico ó experimental* sobre contenidos de la materia.-

d) Las características de la asignatura, con un marcado perfil experimental, determinan que la materia no puede ser evaluada en condición de alumno libre.-

## **I) Contenidos**

### **PROGRAMA ANALITICO**

#### **TEMA 1: Introducción a los SIE. Circuitos lineales**

Funciones básicas y arquitectura de un sistema de instrumentación electrónica para laboratorios de investigación. Características estáticas y dinámicas. Circuitos lineales. Fuentes de voltaje y corriente. Modelos circuitales. Teoremas de Thevenin, Norton, superposición, máxima transferencia de potencia, etc. Aplicaciones.-

#### **TEMA 2: Diodos y circuitos rectificadores**

El diodo semiconductor. Modelos circuitales. Circuitos rectificadores de media onda y onda completa. Rectificadores puente. Filtros capacitivos e inductivos. Otros circuitos con diodos: enclavadores, limitadores, etc . Aplicaciones.-

#### **TEMA 3: Procesamiento de señales analógicas**

Conceptos generales de amplificación. Realimentación negativa. Efectos de la RN sobre los parámetros del sistema. Transistores de juntura bipolar (BJT) y de efecto de campo (FET). Circuitos básicos. El amplificador operacional (AO) ideal. Configuraciones básicas con AO's. El AO realimentado en tensión. Parámetros reales. Producto ganancia - ancho de banda. Características estáticas y dinámicas de los AO. Amplificadores diferenciales. Amplificadores de instrumentación. Fuentes de alimentación reguladas. Reguladores serie. Reguladores lineales monolíticos. Aplicaciones.-

#### **TEMA 4: Ruido eléctrico. Filtros analógicos pasivos y activos**

Fuentes de ruido intrínseco. Ruido térmico. Ancho de banda de ruido equivalente. Ruido de disparo. Ruido de contacto (ó ruido  $1/f$ ). Relación señal - ruido. Figura de ruido. Fuentes de interferencia EM. Métodos de neutralización. Conceptos básicos de filtros eléctricos. Filtros ideales: pasabajos, pasaltos, pasabanda, rechazabanda. Filtros pasivos RC. Filtros reales. Aproximaciones clásicas: Butterworth, Bessel, Tchebyshev, elíptica, etc. Filtros activos. Síntesis de filtros activos. Distintas topologías: Sallen-Key, realimentación múltiple (MFB), variable de estado y capacitor conmutado. Aplicaciones.-

#### **TEMA 5: Métodos básicos de medición y detección de señales**

Medición de señales periódicas no - armónicas. Voltímetros de verdadero valor eficaz. Medición de fase, tiempo y frecuencia. Medidores de capacitancia e inductancia. Métodos de corriente cero en C.C. Puentes de 3 y 4 hilos. Nociones básicas sobre modulación y demodulación. Detectores de envolvente. Detectores sensibles a la fase: el amplificador 'lock-in'. Aplicaciones.-

#### **TEMA 6: Introducción a las interfases digitales en sistemas de medición**

Sistemas numéricos posicionales. Nociones de álgebra de Boole. Codificación. Circuitos lógicos combinacionales y secuenciales básicos. El teorema de muestreo. La operación de muestreo y retención. Conversores D/A. Conversores A/D. Distintos tipos: aproximaciones sucesivas, doble rampa, paralelo (*flash converter*), delta - sigma. Sistemas de adquisición, procesamiento y control basados en microcontroladores. Introducción a sistemas embebidos de bajo costo (*Arduino*). Aplicaciones.-

## **TEMA 7: Transductores**

Bases físicas de su funcionamiento. Sensores de temperatura resistivos (RTD's). Termistores. Termopares. Galgas extensométricas. Sensores piezoeléctricos. Fotoresistores. Fotodiodos. Fototransistores. Fotomultiplicadores. Sensores de efecto Hall. Circuitos de acondicionamiento de señal. Aplicaciones.-

### **J) BIBLIOGRAFIA**

#### **a) Básica**

- MALVINO, Albert P., BATES, David J., "*Electronic Principles*", 7<sup>th</sup> Ed., McGraw Hill - Science, USA (2006).
- SCHERZ, Paul and MONK, Simon, "*Practical Electronics for inventors*", 4<sup>th</sup> Ed., McGraw Hill Education, USA (2016).

#### **b) Complementaria**

- RUIZ GUTIERREZ, Jose Manuel (traducción y adaptación), "*Arduino: Manual de Programación*", Creative Commons Attribution-Noncommercial-Share Alike 3.0 License, USA (2007).
- BOYLESTAD, Robert, "*Introducción al Análisis de Circuitos*", 12<sup>a</sup> Ed., Pearson Educación, México (2011).
- DU, Winncy Y., "*Resistive, Capacitive, Inductive and Magnetic Sensor Technologies*", CRC Press, Florida, USA (2015).
- HOROWITZ, Paul and HILL, Winfield, "*The Art of Electronics*", 3<sup>rd</sup> Ed., Cambridge University Press, New York, USA (2015).
- OTT, Henry W., "*Noise reduction techniques in electronic systems*", 2<sup>nd</sup> Ed., John Wiley & Sons, Inc., USA (1988).
- BLUM, Jeremy, "*Exploring Arduino: tools and techniques for engineering wizardry*", 1<sup>st</sup> Ed., Wiley, USA (2013).
- MEADE, M. L., "*Lock-in Amplifiers: principles and applications*", IEE Electrical Measurements Series I, Peter Peregrinus Ltd., U.K. (1983).
- KEITHLEY Instruments Inc., "*Low Level Measurements Handbook*", 7<sup>th</sup> Ed., USA (2013).

Profesor de la materia:

.....  
Ing. Mario R. Romero

-----