



**Ministerio de Cultura y Educación**  
**Universidad Nacional de San Luis**  
**Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales**  
**Departamento: Electrónica**  
**Area: Electrónica**

**(Programa del año 2018)**

**I - Oferta Académica**

| <b>Materia</b> | <b>Carrera</b>  | <b>Plan</b> | <b>Año</b> | <b>Período</b>  |
|----------------|-----------------|-------------|------------|-----------------|
| INTERFACES     | ING.ELECT.O.S.D | 010/05      | 2018       | 2° cuatrimestre |

**II - Equipo Docente**

| <b>Docente</b>                 | <b>Función</b>          | <b>Cargo</b> | <b>Dedicación</b> |
|--------------------------------|-------------------------|--------------|-------------------|
| MURDOCCA, ROBERTO MARTIN       | Prof. Responsable       | P.Adj Exc    | 40 Hs             |
| NUÑEZ MANQUEZ, ALEJANDRO ENRIQ | Responsable de Práctico | JTP Exc      | 40 Hs             |
| ALVAREZ, OSCAR EMILIANO        | Auxiliar de Práctico    | A.1ra Simp   | 10 Hs             |
| ANDRADA TIVANI, ASTRI EDITH    | Auxiliar de Práctico    | A.2da Simp   | 10 Hs             |

**III - Características del Curso**

| <b>Credito Horario Semanal</b> |                 |                          |                                              |              |
|--------------------------------|-----------------|--------------------------|----------------------------------------------|--------------|
| <b>Teórico/Práctico</b>        | <b>Teóricas</b> | <b>Prácticas de Aula</b> | <b>Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.</b> | <b>Total</b> |
| Hs                             | 3 Hs            | 2 Hs                     | 3 Hs                                         | 8 Hs         |

| <b>Tipificación</b>                            | <b>Periodo</b>  |
|------------------------------------------------|-----------------|
| B - Teoria con prácticas de aula y laboratorio | 2° Cuatrimestre |

| <b>Duración</b> |              |                            |                          |
|-----------------|--------------|----------------------------|--------------------------|
| <b>Desde</b>    | <b>Hasta</b> | <b>Cantidad de Semanas</b> | <b>Cantidad de Horas</b> |
| 06/08/2018      | 16/11/2018   | 15                         | 120                      |

**IV - Fundamentación**

La adquisición, conversión y transmisión de datos son imprescindibles en todo proceso de automatización y control industrial o científica. Para ello se deben conocer los diferentes métodos de conversión y transmisión de datos. Los sensores, sus características, campos de aplicación y el diseño de los circuitos de acondicionamiento de señal correspondiente son fundamentales para la medición de magnitudes físicas. Es necesario por tanto conocer las distintas tecnologías utilizadas en los procesos de medición electrónica y su interconexión con sistemas embebidos.

**V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje**

Ofrecer las capacidades para que el estudiante pueda analizar y escoger el tipo de sensor más adecuado para cada una de las variables físicas a medir para una aplicación industrial o científica usando sistemas de medidas basados en microprocesadores, microcontroladores, DSP, FPGA, PLC o PC destinados a control y/o automatización de procesos. También estará capacitado para seleccionar o diseñar el circuito de acondicionamiento para un determinado sensor, para efectuar la conexión eficiente a un convertidor Analógico/Digital, placa de adquisición de datos, sistema embebido o autómata programable. Asimismo, el estudiante será capaz de montar, configurar y programar un sistema de adquisición de datos destinado a una aplicación específica.

## VI - Contenidos

### Unidad 01: Tecnologías Lógicas e interfaces

Tecnologías Lógicas. Características de las familias lógicas. Interfaces entre distintas familias lógicas. Excitación de cargas desde dispositivos lógicos. Características de E/S de microcontroladores. Excitación de cargas desde GPIOs de microcontroladores. Dispositivos de potencia: SCR, Triacs, Reles, reles de estado sólido, etc. Drivers electrónicos para el control de cargas. Opto acopladores. Características. Interfaces con opto acopladores. Circuitos de interfaces para microcontroladores.

### Unidad 02: Transmisión de Datos

Transmisión de Datos. Clasificación. Elementos de un sistema de transmisión de datos. Medios. Protocolos. Transmisión Paralelo: Definición. Ventajas y desventajas. Puertos en los Microcontroladores. Buses Paralelo. Transmisión Serie: características. Transmisión serie sincrónica y asincrónica. Concepto de UART. El estándar RS-232. El puerto serie de la PC. Interfaces. La UART en los Microcontroladores. Transmisión serie entre Microcontrolador y PC. Estándar RS-422. Estándar RS-485. Características. Aplicaciones. Comunicación Maestro-Esclavo. Interface serie SPI e I2C. Características, interfaces y Aplicaciones. Dispositivos I2C. Protocolo 1-Wire. Características. Aplicaciones. Bus USB. Características. Adaptadores USB -TTL y USB-RS232. Interface FTDI.

### Unidad 03: Conversión de Datos

Magnitudes analógicas y digitales. Muestreo y retención (Sample and Hold). Velocidad de Muestreo de Nyquist. Solapamiento de señales (Aliasing). Conversión Analógica-Digital y Digital-Analógica: generalidades. Conversión Digital-Analógica. Principio de Funcionamiento. Función de transferencia. Características Estáticas y Dinámicas. Errores en los convertidores DA. Métodos de Conversión DA: resistencias ponderadas, fuentes de corriente ponderadas en binario y Escalera de resistencias (R-2R). Descripción de convertidores DA comerciales. Conversión Analógica-Digital. Principio de Funcionamiento. Función de transferencia. Características Estáticas y Dinámicas. Errores en los convertidores AD. Métodos de Conversión AD: Paralelo (Flash), Semi-Paralelo (Half Flash), Rastreador, Aproximaciones Sucesivas, Rampa simple y doble, Pipeline y sobre-muestreo. Módulos convertidores A/D de los Microcontroladores. Descripción de Convertidores AD comerciales. Criterios de Selección. Convertidores de Tensión-Frecuencia y Frecuencia-Tensión. Características. Aplicaciones.

### Unidad 04: Circuitos usados en Instrumentación

Acondicionamiento de señal. Amplificación, atenuación, linealización, desplazamiento, excitación, Filtrado, etc. Repaso general del Amplificador Operacional. Amplificadores de instrumentación. Dispositivos comerciales. Amplificadores de ganancia programable (PGA). Amplificadores de aislamiento (AA). Tipos de amplificadores de aislamiento. Aplicaciones. Filtros Analógicos. Filtros programables. Acondicionamiento digital de señales. Acondicionamiento de entradas de Microcontroladores. Opto aislamiento. Protección. Sistemas de Adquisición de Datos integrados. Características. Modelos comerciales. Aplicaciones. Transmisión en lazo de corriente 4-20mA. Tipo de conexiones 2, 3 y 4. Aplicaciones industriales.

### Unidad 05: Introducción a los Sistemas de Medida

Magnitudes físicas. Definiciones y clasificación. La cadena de Medida. Variables y Señales. Introducción a los sistemas de medida. Conceptos generales y terminología. Unidades funcionales de los sistemas de medidas. Adquisición de Datos. Procesamiento de Datos. Distribución de Datos. Sensores y transductores. Definiciones. La instrumentación electrónica en el control de Procesos. Telemetría. Aplicaciones. Sistema de Medida. Características Estáticas. Errores: Exactitud, Veracidad y precisión. Propagación de Errores. Calibración. Patrones. Características Dinámicas.

### Unidad 06: Sensores Resistivos

Introducción a los sensores resistivos. Sensores potenciómetricos. Características generales. Tipos de potenciómetros. Acondicionamiento de señal para potenciómetros. Errores debido al cableado. Aplicaciones. Sensores de temperatura de resistencia metálica (RTD). Características generales. Curva de calibración. Tipos de RTD. Auto calentamiento. Aplicaciones. Galgas extensométricas. Principio de Funcionamiento. Tipos de Galgas extensométricas. Utilización de las galgas extensométricas. Circuitos de medidas. Aplicaciones. Sensores de Presión. Termistores. NTC. Características R-T de una NTC. La NTC como sensor de temperatura. Aplicaciones. Termistores de coeficiente de temperatura positivo: PTC. Principio de Funcionamiento. Características. Aplicaciones. Fotorresistencias (LDR). Principio de Funcionamiento. Aplicaciones. Otros Sensores resistivos.

**Unidad 07: Sensores de Reactancia Variable y Electromagnéticos.**

Sensores capacitivos. Condensador simple. Condensador diferencial. Circuitos de Medida. Detectores de Proximidad Capacitivos. Sensores Capacitivos en Silicio: sensor de humedad. Sensor de presión. Acelerómetro Capacitivo. Aplicaciones. Sensores inductivos. Sistemas con sensores inductivos. Circuitos de medida. El transformador lineal diferencial (LVDT). Principio de funcionamiento. Circuitos de medida. Aplicaciones. Detector de Proximidad Inductivo. Sensores electromagnéticos lineales. Sensores electromagnéticos rotativos. Sensores electromagnéticos rotativos de velocidad angular. Sensores electromagnéticos rotativos de posición angular. Sensores de efecto Hall. Circuitos de acondicionamiento para sensores de reactancia variable.

**Unidad 08: Sensores Generadores.**

Sensores termoelectricos: termopares. Principio de funcionamiento. Efecto Seebeck. Efecto Peltier. Efecto Thomson. Tipos de termopares. Curvas de calibración. Efecto de las uniones parasitas. Acondicionamiento. Aplicaciones. Sensores piezoeléctricos. Comportamiento de los materiales piezoeléctricos. Los dispositivos piezoeléctricos como sensores: medida de fuerza, presión y aceleración. Sensores de ultrasonido. Técnica de impulso-eco. Aplicaciones de las técnicas de impulso-eco. Acondicionamiento de señal para sensores generadores.

**Unidad 09: Sensores Ópticos.**

Fotodiodos y Fototransistores. Principio de funcionamiento de los fotodiodos y fototransistores. Acondicionamiento de fotodiodos. Fototransistores. Aplicaciones de fotodiodos y fototransistores. Sensores detectores de objetos. Codificadores ópticos. Codificadores ópticos incrementales. Funcionamiento. Aplicaciones. Codificadores ópticos absolutos. Funcionamiento. Aplicaciones. Parámetros de selección. Sensores de color. Detectores de humo y turbidímetros. Espectrofotometría de absorción. Dispositivos de acoplamiento de carga (CCD). Funcionamiento del CCD. CCDs para detección de imágenes en color. Sensores de temperatura ópticos. Pirómetros.

**Unidad 10: Otros sensores. Sensores Inteligentes.**

Sensores basados en uniones semiconductoras. Sensores inteligentes. Concepto de sensor inteligente. Interface directa con Sistemas Embebidos. Protocolos utilizados. Aplicaciones. Interface con Microcontrolador. Sensores utilizados en dispositivos embebidos.

**Unidad 11: Sistemas de instrumentación avanzada**

Introducción a los Sistemas de Adquisición de Datos. Arquitecturas. Configuraciones típicas. Instrumentos programables. Configuración de entradas analógicas. Multiplexado analógico. Placas de adquisición de datos para PC. Características. Distintos tipos. Ejemplos de tarjetas comerciales. Estudio de una placa de adquisición y control para PC. Módulos adquisición USB. Instrumentación Virtual. Aplicaciones de la instrumentación Virtual. Software para el control de instrumentación y diseño de instrumentos virtuales. Ejemplos. Sistemas de medición remotos. Sensores inalámbricos. Protocolos utilizados. IoT (Internet of Things). Aplicaciones. Protocolos. Ejemplos de aplicaciones con IoT.

**Unidad 12: Ruido e interferencias: Técnicas de reducción.**

Consideraciones Generales. Fuentes de ruido. Mecanismos de acoplamiento. Acoplamiento conductivo. Acoplamiento Capacitivo. Acoplamiento inductivo. Lazos de tierra (Ground Loops). Otras fuentes de transitorios de tensión. Técnicas para prevenir y evitar los ruidos eléctricos: blindaje, cable par trenzado, aislación, conexión diferencial. Técnicas para evitar el ruido presente en una señal adquirida: Filtrado de la señal por hardware, Filtrado de la señal por software. Técnicas de reducción de ruido en circuitos digitales.

**VII - Plan de Trabajos Prácticos****PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

Laboratorio 01 - Interfaz Gráfica de Usuario usando MATLAB.

Laboratorio 02 - Comunicación Serie RS-232/RS485.

Laboratorio 03 - Comunicación Serie SPI, I2C y 1-Wire.

Laboratorio 04 - Comunicación Bluetooth.

Laboratorio 05 - Adquisición y Conversión. DACs.

Laboratorio 06 - Adquisición y Conversión. ADCs.  
Laboratorio 07 - Circuitos usados en Instrumentación.  
Laboratorio 08 - Placa de Adquisición USB / Módulos programables.  
Laboratorio 09 - Introducción a los sensores y características.  
Laboratorio 10 - Interface entre sensores y Microcontroladores.

#### PRÁCTICAS DE RESOLUCION DE PROBLEMAS

Guía 01 - Transmisión de Datos. Protocolos. Comunicación serie.  
Guía 02 - Buses Seriales.  
Guía 03 - Tecnologías lógicas e interfaces.  
Guía 04 - Adquisición de Datos I. Conversores D/A y A/D.  
Guía 05 - Adquisición de Datos II. Sistemas de adquisición de datos.  
Guía 06 - Introducción a los Sistemas de Medida.  
Guía 07 - Acondicionamiento, amplificación y filtrado.  
Guía 08 - Sensores Resistivos.  
Guía 09 - Sensores de reactancia variable. Sensores electromagnéticos.  
Guía 10 - Sensores generadores.  
Guía 11 - Sensores digitales. Otros sensores  
Guía 12 - Sistemas de Instrumentación avanzados.

### VIII - Regimen de Aprobación

Para obtener la regularidad en la materia y rendir el examen final como alumno regular será necesario:

- Haber aprobado la totalidad de los exámenes parciales.
- Cada examen parcial posee una recuperación y se permite una recuperación extraordinaria para cada parcial, que se podrá utilizar al final del cuatrimestre.
- Haber aprobado el 100% de las Prácticas de Laboratorio.
- Se podrán recuperar solo el 30% de las prácticas de laboratorio.

No se aceptan alumnos que no estén en condiciones regulares.  
La materia no podrá rendirse en forma libre.

### IX - Bibliografía Básica

- [1] Instrumentación Electrónica - Miguel A. Pérez García y Otros - 2ª Ed. - Paraninfo - 2008.
- [2] Sensores y Acondicionadores de señal - Ramón Pallas Areny – 4ª Ed. - Alfaomega - 2007.
- [3] Adquisición de Datos Medir Para Conocer y Controlar - Carlos Chicala - Soluciones en Control S.R.L. - 2004.
- [4] Interfacing PIC Microcontrollers: Embedded Design by Interactive Simulation - Martin Bates - Elsevier - 2006.
- [5] Programación de Sistemas Embebidos en C - Gustavo Galeano - Alfaomega - 2009.
- [6] Compilador C CCS y Simulador Proteus para Microcontroladores PIC - Eduardo García Breijo - Marcombo - 2008.
- [7] Data Acquisition Handbook - Measurement Computing Corporation – 2012.

### X - Bibliografía Complementaria

- [1] Instrumentación Industrial - Antonio Creus Sole - Marcombo - Boixareu Editores 6ª Ed. - 1999.
- [2] Circuitos de Interfaz directa sensor-Microcontrolador - Ramon Pallas Areny - Marcombo - 2009.
- [3] AIP Handbook of Modern Sensors Physics, Designs and Applications - Jacob Fraden - AIP Press - 1995.
- [4] Practical Interfacing in the Laboratory. - Stephen E. Derenzo - 2003.
- [5] PC Interfacing and Data Acquisition: Techniques for Measurement, Instrumentation and Control - Kevin James - Newness - 2000.
- [6] Sensor Handbook - Sabrie Soloman - McGraw-Hill - 2009.
- [7] Practical Data Acquisition for Instrumentation and Control Systems - John Park - Elsevier - 2003.
- [8] Interfacing Sensors to the IBM PC - Willis J. Tompkins - Prentice Hall - 1988.
- [9] Analog Interfacing to Embedded Microprocessor Systems - Stuart R. Ball - Elsevier - 2004.
- [10] Measurement and Instrumentation Principles - Alan S. Morris - Butterworth-Heinemann - 2001.
- [11] Measurement Systems and Sensors - Waldemar Nawrocki - Artech House - 2005.

## **XI - Resumen de Objetivos**

Presentar los distintos tipos de interfaces y sensores utilizados en la industria y laboratorios, sus campos de aplicación así como sus respectivos circuitos de acondicionamiento de señal.

## **XII - Resumen del Programa**

Unidad 01 - Tecnologías Lógicas e interfaces  
Unidad 02 - Transmisión de Datos.  
Unidad 03 - Conversión de Datos.  
Unidad 04 - Circuitos usados en Instrumentación  
Unidad 05 - Introducción a los Sistemas de Medida.  
Unidad 06 - Sensores Resistivos.  
Unidad 07 - Sensores de Reactancia Variable y Electromagnéticos.  
Unidad 08 - Sensores Generadores.  
Unidad 09 - Sensores Ópticos.  
Unidad 10 - Otros Tipos de Sensores. Sensores inteligentes.  
Unidad 11 - Sistemas de Instrumentación Avanzada.  
Unidad 12 - Ruido e interferencias: Técnicas de reducción.

## **XIII - Imprevistos**

Cambio tecnológico: actualización por parte de fabricantes de microcontroladores.  
Incompatibilidades y bugs de nuevas versiones de software.  
Disponibilidad en el mercado local de partes y componentes necesarios para las prácticas.

## **XIV - Otros**