



**Ministerio de Cultura y Educación**  
**Universidad Nacional de San Luis**  
**Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias**  
**Departamento: Ingeniería**  
**Area: Electrónica**

**(Programa del año 2021)**

### I - Oferta Académica

| Materia                          | Carrera                | Plan                    | Año  | Período         |
|----------------------------------|------------------------|-------------------------|------|-----------------|
| Procesamiento Digital de Señales | INGENIERÍA ELECTRÓNICA | 19/12<br>-Mod.<br>17/15 | 2021 | 1° cuatrimestre |

### II - Equipo Docente

| Docente                  | Función                 | Cargo     | Dedicación |
|--------------------------|-------------------------|-----------|------------|
| LARREGAY, GUILLERMO OMAR | Prof. Responsable       | P.Adj Exc | 40 Hs      |
| ACOSTA, GUILLERMO LUIS   | Responsable de Práctico | JTP Semi  | 20 Hs      |

### III - Características del Curso

| Credito Horario Semanal |          |                   |                                       |       |
|-------------------------|----------|-------------------|---------------------------------------|-------|
| Teórico/Práctico        | Teóricas | Prácticas de Aula | Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc. | Total |
| Hs                      | Hs       | Hs                | Hs                                    | 5 Hs  |
|                         |          |                   |                                       |       |

| Tipificación                                   | Periodo         |
|------------------------------------------------|-----------------|
| B - Teoria con prácticas de aula y laboratorio | 1° Cuatrimestre |

| Duración   |            |                     |                   |
|------------|------------|---------------------|-------------------|
| Desde      | Hasta      | Cantidad de Semanas | Cantidad de Horas |
| 05/04/2021 | 08/07/2021 | 15                  | 75                |

### IV - Fundamentación

Es de conocimiento general la importancia y el uso actual de los sistemas digitales en todas las ramas tecnológicas: sistemas de control directos e inalámbricos; procesamiento de datos; señales de audio, subsónicas y ultrasónicas; procesamiento de imágenes de fotos, de videos, de visión artificial, médicas, astronómicas, militares, sismológicas, etc.; sonar y radar; monitoreo de procesos físicos, químicos y biológicos; casi todas las áreas de la comunicación; medios de transporte; aparatos domésticos, etc.

En todos los casos es necesario procesar señales en modo digital, para modificar sus características de acuerdo con determinados parámetros y condiciones, mezclarlas, filtrarlas, almacenarlas, etc.

En el proceso de señales digitales se emplean diversos dispositivos de lógica programada: computadora, PLC (Controlador Lógico Programable), FPGA (Field Programmable Gate Array), microprocesadores, microcontroladores y en especial el DSC (Digital Signal Controller).

Actualmente un DSP ya ha dejado de ser un sistema digital de uso muy exclusivo y se lo encuentra formando parte fundamental de muchos equipos: teléfonos celulares, variadores de frecuencia para el control de velocidad de motores eléctricos, sistemas electrónicos de ignición y control de automóviles, etc.

Todas estas razones hacen el conocimiento del procesamiento digital de señales sea de enorme importancia para el ingeniero electrónico.

## V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

El estudiante que apruebe la asignatura estará capacitado para:

- a) Poder analizar dispositivos y sistemas de cualquier rama de la ingeniería donde es necesario procesar señales digitales.
- b) Diseñar e implementar sistemas y equipos donde se deben procesar señales digitales.

## VI - Contenidos

### Unidad 1: Introducción y conceptos generales

Definición de procesamiento digital de señales. Revisión de conceptos: Señales analógicas y digitales, señales de tiempo discreto y continuo, muestreo, sistemas LTI, convolución, transformada de Fourier discreta. Arquitectura de un DSP. Herramientas computacionales de cálculo y simulación.

### Unidad 2: Dispositivos DSP

Introducción a la programación de DSP. Representación numérica: aritmética entera, aritmética de punto fijo, aritmética de punto flotante. Implementación de algoritmos en dispositivos DSP. Arquitectura y periféricos del dispositivo a utilizar.

### Unidad 3: Transformadas

Definiciones y campo de aplicación. Transformada Z. Transformada Rápida de Fourier (FFT). Transformada del coseno discreta (DCT). Implementación en dispositivos DSP.

### Unidad 4: Filtros digitales

Convolución. Filtros FIR. Filtros IIR. Cálculo de coeficientes. Implementación de filtros y algoritmos en dispositivos DSP.

### Unidad 5: Señales multidimensionales

Estructura de una señal multidimensional. Transformaciones lineales de imágenes: convolución espacial. Transformada de Fourier bidimensional. Implementación de algoritmos en PC.

## VII - Plan de Trabajos Prácticos

Trabajos prácticos de aula:

Unidad 1:

En PC: Aplicar convolución, FFT en señales digitales obtenidas de diferentes bancos de señales.

Unidad 2:

En PC: Representar señales en los diferentes formatos numéricos. Ver los errores en cada representación. Calcular uso de memoria en cada implementación.

En DSP: Implementar la convolución en cada uno de los formatos numéricos y comparar la velocidad de ejecución del algoritmo. Comparar el uso de memoria calculado con el efectivo.

Unidad 3:

En PC: Implementar los algoritmos de FFT y DCT, comparar con una implementación enlatada. Modificar para aceptar diferentes tipos de datos numéricos.

En DSP: Implementar FFT, medir el tiempo de ejecución para datos de punto fijo y flotante.

Unidad 4:

En PC: Uso de herramientas de cálculo de coeficientes para filtros pasa altos, pasa bajos, pasa banda. Simulación en software de cálculo para diferentes señales.

En DSP: Implementación de filtros de diferentes ordenes. Medición de tiempo de ejecución. Implementación para diferentes

sistemas de representación numérica.

Unidad 5:

En PC: Lectura y escritura de imágenes. Conversión de espacio de color a espacio de grises. Implementación de filtros de diferente orden: Detección de bordes, desplazamiento y substracción, desenfoque Gaussiano, filtro de mediana, sharpening. Transformada de Fourier bidimensional: proceso en el espacio de frecuencia.

Trabajos prácticos de Laboratorio:

Práctico de laboratorio 1:

Implementar en DSP un filtro pasa bajos para la eliminación de ruido de un sensor. Implementar el filtro y comparar la señal antes y después del filtro.

Práctico de laboratorio 2:

Implementar en DSP una FFT y aplicarla a una señal de audio de entrada consistente en un tono de una frecuencia determinada, y mostrar la frecuencia calculada.

Práctico de laboratorio 3:

Implementar en PC un programa que lea imágenes de una webcam, las procese para eliminar el ruido, y permita al usuario elegir qué filtro aplicar.

## VIII - Regimen de Aprobación

Se accede a la condición de regular de la asignatura si se cumplen los siguientes requisitos:

Aprobar los exámenes parciales o sus correspondientes recuperaciones, con calificación superior o igual a 6 (seis), en una escala de 0 a 10.

Presentar y aprobar el informe sobre el trabajo final.

Para aprobar la materia:

El estudiante será evaluado en un examen final, oral, sobre temas prácticos y teóricos que solicite la mesa examinadora.

Régimen de alumno libre:

Un alumno libre deberá presentar una carpeta con todos los trabajos prácticos de aula para ser evaluados antes de la fecha del examen final. Luego deberá acordar con los docentes de la asignatura una fecha, antes del examen final, donde presentará los prácticos de laboratorio funcionando. Una vez aprobados todos los prácticos (de aula y laboratorio), el alumno será evaluado en un examen final oral sobre temas teóricos y prácticos que solicite la mesa examinadora.

## IX - Bibliografía Básica

[1] "The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing" Autor: Steven Smith - Editorial McGraw-Hill.

[2] "Introducción al Procesamiento Digital de Señales" Autor: Juan Vignolo - Editorial Universidad Católica de Valparaíso

[3] "Tratamiento Digital de Señales" Autor: Proakis Manolakis - Editorial Prentice Hall

## X - Bibliografía Complementaria

[1] "Datasheet dsPIC 4011" Autor: Microchip

[2] "Digital Signal Processing Using MATLAB" 3rd Edition. Proakis - Ingles

## XI - Resumen de Objetivos

El alumno debe poder demostrar destreza en la manipulación de señales analógicas, y su conversión a digital, para su posterior tratamiento con software o hardware.

Entender el funcionamiento y diseños un filtros digitales.

Ademas debe poder plantear soluciones en el area del procesamiento digital de señales.

## **XII - Resumen del Programa**

Unidad 1: Introducción y conceptos generales

Unidad 2: Dispositivos DSP

Unidad 3: Transformadas

Unidad 4: Filtros digitales

Unidad 5: Señales multidimensionales

## **XIII - Imprevistos**

La asignatura finaliza en la fecha de finalización de cuatrimestre establecida en el calendario académico, y las actas de regulares se cargan ese mismo día.

La modalidad de cursada estará dada por el estado sanitario definido por la autoridad pertinente. Sin embargo, la asignatura contará con un sistema de aula virtual en Classroom, y las clases teóricas se dictarán a través de Meet. Las clases serán grabadas para consulta de los estudiantes.

## **XIV - Otros**

|  |
|--|
|  |
|--|