



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

(Programa del año 2011)  
 (Programa en trámite de aprobación)  
 (Presentado el 02/11/2011 17:27:55)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Procesamiento Digital de Señales	Ingeniería Electrónica		2011	1° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
SZOSTAK, MARINO	Prof. Responsable	CONTRATO	10 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
Hs	2 Hs	2 Hs	1 Hs	5 Hs

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

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
15/03/2011	24/06/2011	15	75

### IV - Fundamentación

Ya 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: computador, PLC (Controlador Lógico Programable), FPGA (Field Programmable Gate Array), PLD (Programmable Logic Device), microprocesadores y microcontroladores. Y en especial el DSP (Digital Signal Processor).

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, MP3, 4, 5, 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 electricista.

### V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

El estudiante que apruebe la materia deberá estar capacitado para:

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

## VI - Contenidos

**Unidad I: Introducción al DSP. Historia: Campos de aplicación. Características de un DSP: instrucciones y direccionamientos especiales, operaciones por hardware, memorias de banda ancha. Arquitectura típica de un DSP. Su unidad lógico-aritmética. Diferencias con las arquitecturas convencionales. DSP de alto rendimiento. Ejemplos de aplicaciones con DSP.**

Unidad 2: Adquisición de señales. Introducción. Estructura de un sistema de adquisición de datos. Conversores análogo digitales y digitales analógicos. Tipos y características de CAD para el procesamiento digital de señales. Cuantificación y codificación. Errores en los convertidores A/D. La etapa de acondicionamiento de señal. El muestreo de la señal. Teorema del muestreo o de Nyquist. El aliasing. Filtrados y otros conceptos necesarios para la adquisición de señales.

**Unidad 3: Transformadas para el proceso matemático de señales digitales. Definiciones, características y campos de aplicación. Transformada Z. transformada de Fourier discreta. Transformada rápida de Fourier. Transformada del coseno discreta. transformada wavelet.**

Unidad 4: Análisis de sistemas discretos. Señales continuas y discretas. Representaciones gráficas y relaciones matemáticas. Desplazamientos en el tiempo. Propiedades. Representación de sistemas discretos mediante diagramas en bloque.

Clasificación de los sistemas discretos: dinámicos y estáticos, causales y anticausales, lineales y no lineales, estables e inestables. Sistemas lit. Interconexión de sistemas discretos. Ecuación de definición de un sistema discreto.

Unidad 5: La transformada Z en los sistemas LIT (lineal e invariante en el tiempo). Definición y región de convergencia. Transformada Z de funciones singulares, exponenciales, armónicas. Diferenciación. Antitransformación: por fórmula de inversión, por transformación directa, por serie de potencias, por fracciones parciales. Teorema del desplazamiento.

Transformada Z de señales causales, anticausales y bilaterales. Propiedades de la  $F(Z)$ .

Unidad 6: Respuesta impulsional de los sistemas discretos. Descomposición de funciones continuas en impulsos.

Convolución discreta. Propiedades. Convolución discreta en el dominio Z. Análisis de sistemas por el método de la convolución. Ejemplos y aplicaciones.

Unidad 7: Función de transferencia de un sistema discreto. Análisis de función de transferencia de sistemas discretos.

Teorema del valor inicial. Desplazamiento temporal con condiciones iniciales no nulas. Respuesta impulsional. Sistemas recurrentes (FIR) y no recurrentes (IIR). Estabilidad. Respuesta en frecuencia: frecuencia digital, respuesta frecuencial, respuesta de amplitud y característica de fase. Constelación de polos y ceros. Analisis de respuestas frecuenciales de filtros discretos.

Unidad 8: El filtro digital. Características. Análisis en bloque de un filtro digital. Tipos de filtro: pasa bajos, pasa altos, pasa banda, suprime banda, multibanda, pasa todo. Filtros de acuerdo al tipo de respuesta impulsional: FIR (finite impulse response), IIR (infinite impulse response), TIIR (truncated impulse response). Características de la función de transferencia. Representaciones mediante diagramas en bloque. Estructuras de filtros: cascada, paralelo, celosía (lattice). Diseño de filtros FIR e IIR. Método de la transformada bilineal. Efecto de combadura (warping effect). Procedimiento de diseño: precombado, normalización de frecuencias, reducción a pasa bajos por normalización de frecuencias, obtención de la función analógica prebombeada, desnormalización, obtención de la función digital  $H(Z)$  y antitransformación para obtener el filtro digital. Ejemplos de cálculo de filtros digitales.

Unidad 9: Procesamiento digital de señales de audio y voz. Introducción, características y aplicaciones. Características de sonido que se procesan en modo digital. Dinámica: normalización, modificación de la amplitud, compresión, limitación, expansión, etc. Transformaciones tímbricas basadas en retardos y transformaciones en la estructura de los sonidos. Filtrado. Muestro y aliasing de señales de audio, estándares de frecuencias de muestreo. Relación entre ruido de digitalización y resolución. Características de la relación señal ruido según aplicaciones.

Unidad 10: Ejemplos de hardware que hacen uso de los DSP para el procesamiento de señales de audio: divisores de frecuencia digitales para bafles y subwoofer, parlantes y micrófonos inalámbricos, sintetizadores de sonido y voz, cámaras de reverberación y eco, etc.

Códec de audio. Definición. Parámetros que caracterizan un códec de audio: número de canales, frecuencia de muestreo, número de bits por muestra y pérdidas. El bit rate. Definición, el bit rate variable. Características del bit rate en ficheros de audio y video.

Unidad 11: Introducción al procesamiento digital de imágenes. Fundamentos de la digitalización. Características de la digitalización de imágenes en escala de grises y color. Paletas de color. Dispositivos de captación. El sensor de imagen CCD (Charge-Coupled Device), características y tipos. Aplicaciones. Avances tecnológicos de los CCD. Proceso y almacenamiento de la imagen fotográfica y de video. Características que determinan la performance de una cámara digital. El proceso digital de imágenes en los sistemas de impresión domésticos, comerciales e industriales.

## VII - Plan de Trabajos Prácticos

Resolución de problemas: Se entregará una guía semanal de trabajos prácticos con ejercicios correspondientes a los temas desarrollados en las clases teóricas.

Trabajo especial: Desarrollo de un trabajo teórico y/o práctico sobre algún tema relacionado con la materia y propuesto por la cátedra.

## 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 especial.

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 rendir un examen escrito eliminatorio cuyos temas se basan en los trabajos prácticos de la asignatura.

Si aprueba esta instancia, el alumno será evaluado en un examen final oral sobre temas teóricos y prácticos que solicite la mesa examinadora.

## IX - Bibliografía Básica

[1] Sistemas de comunicación digitales y analógicos, Leon W. Couch, 7a. ed. / México : Pearson Educación, 2008.

[2] Tratamiento Digital de Señales, Proakis y Manolakis, Prentice Hall, 03 ed., 2006.

[3] Steven W. Smith, Ph.D. The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing. Mitra, Sanjit K. Procesamiento de Señales Digitales. McGraw-Hill.

[4] Procesamiento de Señales Analógicas y Digitales, Ashok Ambaradar, PWS Publishing Co, 01 ed., 2002

## X - Bibliografía Complementaria

[1] Motorola DSP's 24-bit DSP56300. Architecture and Family. Motorola.

[2] Mitra, Sanjit K. Procesamiento de Señales Digitales. McGraw-Hill.

[3] Barrero García. Procesadores Digitales De Señales De Altas Prestaciones Texas Instruments. McGraw-Hill.

[4] Oghata Katsuhiko. Sistemas de Control de Tiempo Discreto. Prentice.

[5] Vasallo, Francisco. Televisión Digital y por Satélite. Ediciones CEAC.

## XI - Resumen de Objetivos

El estudiante que apruebe la materia deberá estar 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.

## XII - Resumen del Programa

Introducción al DSP. Características generales de hardware y software de los DSP. Ejemplos reales de uso de los DSP.

Señales empleadas en DSP: Función impulso, escalón, etc. Ejemplos prácticos.

Características sobre la adquisición de señales de un DSP.

Conversión analógica digital y digital analógica. Ejemplos prácticos.

Los sistemas discretos. Características, clasificación, propiedades.

Operaciones con sistemas discretos. Ejemplos prácticos.

Representación de sistemas discretos mediante diagramas en bloques.

Interconexión de sistemas discretos.

La transformada Z. Definición, propiedades, operaciones de transformación y antitransformación. Ejemplos prácticos.

Transformada de Fourier discreta. Transformada rápida de Fourier. Transformada del coseno discreta. transformada wavelet.

Convolución. Introducción, definiciones. Operaciones de convolución en el dominio Z. Ejemplos prácticos.

La función de transferencia en los sistemas discretos. Ejemplos prácticos.

El filtro digital. Características sobre filtros recurrentes (IIR) y no recurrentes (FIR).

El procesamiento digital de audio.

El procesamiento digital de imágenes.

### **XIII - Imprevistos**

Serán tratados de acuerdo con los causales de los mismos.

### **XIV - Otros**

<b>ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA</b>	
	<b>Profesor Responsable</b>
Firma:	
Aclaración:	
Fecha:	