

CURSO DE POSTGRADO:

PROCESAMIENTO DE SEÑALES EN TIEMPO DISCRETO

AÑO: 2016	CUATRIMESTRE: Primero
CARGA HORARIA: 60 horas	No. DE CRÉDITOS: 3
CARRERA: Doctorado en Ciencias de la Ingeniería	
RESPONSABLE ACADÉMICO: Dr. Mario R. Hueda	

OBJETIVOS:

El objetivo de este curso es brindar los conceptos teóricos fundamentales del procesamiento de señales en tiempo discreto. Estos conceptos resultan de gran importancia para estudiantes e investigadores interesados en el procesamiento digital de señales (DSP), y en particular, el estudio, diseño e implementación de filtros digitales.

PROGRAMA:

Unidad I: SEÑALES Y SISTEMAS EN TIEMPO DISCRETO (8 hs).

Señales en tiempo discreto. Sistemas en tiempo discreto. Sistemas lineales e invariantes en el tiempo. Propiedades. Ecuaciones en diferencias lineales con coeficientes constantes. Representación en el dominio de la frecuencia de señales y sistemas en tiempo discreto. Representación de secuencias mediante la Transformada de Fourier. Propiedades de la Transformada de Fourier. Transformada Z. Definición. Propiedades de la región de convergencia. Transformada Z inversa. Propiedades. La Transformada Z unilateral.

Unidad II: MUESTREO DE SEÑALES EN TIEMPO CONTINUO (16 hs).

Muestreo periódico. Representación del muestreo en el dominio de la frecuencia. Reconstrucción de señales de banda limitada a partir de sus muestras. Procesamiento en tiempo discreto de señales en tiempo continuo. Procesamiento en tiempo continuo de señales en tiempo discreto. Cambio de la tasa de muestreo utilizando procesamiento en tiempo discreto. Tratamiento multitasa de señales. Submuestreo y sobremuestreo. Descomposición polifásica. Implementación polifásica de filtros decimadores e interpoladores. Filtros CIC. Procesamiento digital de señales analógicas. Conversor analógico-digital (ADC). Error de cuantización. Conversor digital-analógico (DAC). Sobremuestreo y conformación de ruido en la conversión AD y DA.

Unidad III: ANÁLISIS EN EL DOMINIO TRANSFORMADO DE SISTEMAS LINEALES E INVARIANTES EN TIEMPO DISCRETO (12 hs).

Respuesta en frecuencia de sistemas lineales e invariantes en el tiempo. Sistemas caracterizados por ecuaciones en diferencias lineales con coeficientes constantes. Respuesta en frecuencia de funciones de transferencia racionales. Relación entre módulo y fase. Sistemas pasa-todo. Sistemas de fase mínima. Sistemas lineales con fase lineal generalizada.

Unidad IV: ESTRUCTURAS DE SISTEMAS EN TIEMPO DISCRETO (16 hs).

Representación de ecuaciones en diferencias lineales con coeficientes constantes. Representación de ecuaciones en diferencias lineales con coeficientes constante mediante grafos de flujo de señales. Estructuras básicas de sistemas IIR. Formas transpuestas. Estructura básica de redes para sistemas FIR. Revisión de

los efectos numéricos por precisión finita. Efectos de la cuantificación de los coeficientes. Efectos del ruido de redondeo en filtros digitales. Ciclos límites con entrada cero en realizaciones en punto fijo de filtros digitales.

Unidad V: TÉCNICAS DE DISEÑO DE FILTROS DIGITALES (8 hs).

Diseño de filtros IIR en tiempo discreto. Filtros en tiempo discreto de Butterworth, Chebyshev y elípticos. Transformaciones en frecuencia de filtros IIR pasabajo. Diseño de filtros FIR mediante ventaneo. Ejemplo con ventana de Kaiser. Aproximaciones óptimas de filtros FIR. Ejemplo de aproximación *equiripple* de filtros FIR.

BIBLIOGRAFÍA:

- *Discrete Time Signal Processing*, A. Oppenheim, R. Schaefer, Prentice Hall, 1999.
- *Fundamental of Signals and Systems Using the Web and Matlab.*, E. Kamen y B. Heck, R. Schaefer, Prentice Hall, 2007.

METODOLOGÍA:

Para el dictado del curso se definen tres actividades claramente diferenciadas:

- *Teórico (T)*: exposición de los conceptos teóricos del curso por parte del docente.
- *Práctico (P)*: desarrollo de ejemplos por parte del docente y realización de problemas por parte del alumno.
- *Laboratorio (L)*: análisis en computadora por parte del alumno con la supervisión del docente. Por este motivo se precisa que el estudiante tenga manejo de herramientas como Matlab y/o Python.

ARANCELES:

El curso no tendrá ningún costo para docentes y estudiantes de posgrado.

MODALIDAD DE EVALUACIÓN:

Al finalizar el dictado del curso se realizará una evaluación escrita con problemas y desarrollos teóricos.

ACTIVIDADES DE LABORATORIO:

El curso incluye la realización de simulaciones en computadora para profundizar los conceptos teóricos dictados en las distintas unidades. El contenido de estas actividades se detallan más adelante.

DISTRIBUCIÓN DE CARGA HORARIA:

Para el dictado del curso se tiene previsto un total de 60 hs reloj con el docente según la siguiente distribución:

CARGA HORARIA DE CLASE CON EL DOCENTE

ACTIVIDAD	HORAS
TEÓRICO (T)	35
PRÁCTICO (P)	10
LABORATORIO (L)	15
TOTAL DE CARGA HORARIA	60

CRONOGRAMA DE CLASES:

El curso se divide en módulos diarios (clases) de 4 hs de duración total efectiva. Se tienen previsto dos modalidades para el dictado:

- *Bimestral*: este modo consiste de dos módulos (clases) semanales.
- *Cuatrimestral*: en este caso se tiene un módulo (clase) semanal.

La elección de la modalidad será definida oportunamente por el docente. En la siguiente página se presenta el cronograma detallado de las clases.

CLASE	UNIDAD	TEMARIO	T (hs)	P (hs)	L (hs)
1	I	Señales en tiempo discreto. Sistemas en tiempo discreto. Sistemas lineales e invariantes en el tiempo. Propiedades. Ecuaciones en diferencias lineales con coeficientes constantes. Representación en el dominio de la frecuencia de señales y sistemas en tiempo discreto. Representación de secuencias mediante la Transformada de Fourier. Propiedades de la Transformada de Fourier.	3	1	-
2	I	Transformada Z. Definición. Propiedades de la región de convergencia. Transformada Z inversa. Propiedades. La Transformada Z unilateral.	2	2	-
3	II	Muestreo periódico. Representación del muestreo en el dominio de la frecuencia. Reconstrucción de señales de banda limitada a partir de sus muestras. Procesamiento en tiempo discreto de señales en tiempo continuo. Procesamiento en tiempo continuo de señales en tiempo discreto.	3	1	-
4	II	Cambio de la tasa de muestreo utilizando procesamiento en tiempo discreto. Tratamiento multitasa de señales. Submuestreo y sobremuestreo.	3	1	-
5	II	Descomposición polifásica. Implementación polifásica de filtros decimadores e interpoladores. Filtros CIC.	3	-	1
6	II	Procesamiento digital de señales analógicas. Conversor analógico-digital (ADC). Error de cuantización. Conversor digital-analógico (DAC). Sobremuestreo y conformación de ruido en la conversión AD y DA.	2	-	2
7	III	Respuesta en frecuencia de sistemas lineales e invariantes en el tiempo. Sistemas caracterizados por ecuaciones en diferencias lineales con coeficientes constantes.	2	2	-
8	III	Respuesta en frecuencia de funciones de transferencia racionales. Relación entre módulo y fase. Sistemas pasados.	2	-	2
9	III	Sistemas de fase mínima. Sistemas lineales con fase lineal generalizada.	2	-	2
10	IV	Representación de ecuaciones en diferencias lineales con coeficientes constantes. Representación de ecuaciones en diferencias lineales con coeficientes constante mediante grafos de flujo de señales.	2	2	-
11	IV	Estructuras básicas de sistemas IIR. Formas transpuestas. Estructura básica de redes para sistemas FIR.	3	1	-
12	IV	Revisión de los efectos numéricos por precisión finita. Efectos de la cuantificación de los coeficientes.	2	-	2
13	IV	Efectos del ruido de redondeo en filtros digitales. Ciclos límites con entrada cero en realizaciones en punto fijo de filtros digitales.	2	-	2
14	V	Diseño de filtros IIR en tiempo discreto. Filtros en tiempo discreto de Butterworth, Chebyshev y elípticos. Transformaciones en frecuencia de filtros IIR pasabajo.	3	-	1
15	V	Diseño de filtros FIR mediante ventaneo. Ejemplo con ventana de Kaiser. Aproximaciones óptimas de filtros FIR. Ejemplo de aproximación <i>equiripple</i> de filtros FIR.	1	-	3
16	I-V	Exámen Final	-	-	-
HORAS TOTALES			35	10	15