



# Planificaciones

8605 - Señales y Sistemas

Docente responsable: REY VEGA LEONARDO JAVIER

## OBJETIVOS

El objetivo principal es introducir al alumno en las técnicas básicas de análisis de señales y de sistemas lineales. Con vistas a cumplir dicho objetivo principal la asignatura es diseñada de modo de cumplir las siguientes consignas:

- Introducir las herramientas básicas necesarias para el análisis de señales y sistemas tanto de tiempo continuo como de tiempo discreto. Las mismas incluyen la noción de convolución y el análisis de Fourier y Laplace (y su equivalente discreto, la transformada Z). Dicha introducción se completa con el teorema del muestreo, que inter relaciona el campo discreto y el continuo.
- Introducir la noción de simulación computacional en todas las técnicas vistas en el punto anterior en forma paralela a su aprendizaje. Esto se considera fundamental, como medio de afirmación de los conceptos vistos en forma teórica. En particular con aquellos relacionados con el análisis de tiempo discreto, cuyo objetivo final es el procesamiento digital de las señales.
- Finalmente y con el objeto de que el alumno entienda la importancia de las técnicas desarrolladas, se dan aplicaciones básicas a comunicaciones, sistemas de control y diseño de filtros digitales.

## CONTENIDOS MÍNIMOS

-

## PROGRAMA SINTÉTICO

El contenido de la materia está orientado al desarrollo de conceptos vinculados con los sistemas lineales e invariantes en el tiempo, como son la mayoría de los sistemas electrónicos analógicos. El enfoque sin embargo es estudiarlos no desde el punto de vista de cómo se construyen, o cómo son sus componentes concretos, sino que dichos sistemas pueden ser vistos desde un punto de vista matemático, y utilizar herramientas matemáticas para estudiarlos y caracterizarlos. Dicho enfoque no sólo proporciona una herramienta sumamente útil para el diseño de sistemas analógicos sino que también es la clave para entender el procesamiento de señales por sistemas contituidos totalmente en forma discreta, que cada vez se constituye en un porcentaje más alto del conjunto de los sistemas de ingeniería electrónica. El programa se divide en tres partes básicas:

- Sistemas y señales discretos. Sistemas LTI.
- Herramientas del análisis de Fourier: partiendo de la Transformada y Serie de Fourier de tiempo discreto llegar hasta la transformada de Fourier de tiempo discreto (DFT)
- Aplicaciones.

## PROGRAMA ANALÍTICO

### 1- Introducción a las señales:

Señales básicas de tiempo continuo y tiempo discreto. Señales de tiempo finito. Señales periódicas. Señales armónicas. Operaciones elementales entre señales. Espacios de señales. Normas, Espacios normados. Producto interno. Señales generalizadas. La necesidad de la delta de Dirac. Propiedades.

### 2- Introducción a los sistemas:

Sistemas de tiempo continuo y discreto. Sistemas no anticipativos o causales. Invarianza en el tiempo. Sistemas lineales. Sistemas lineales e invariantes en el tiempo (LTI). Convolución, propiedades y existencia de la convolución. Respuesta impulsiva. Causalidad de los sistemas LTI. Respuesta al escalón. Estabilidad de sistemas LTI. Entradas armónicas a sistemas LTI. Relación con la respuesta en frecuencia. Respuesta a señales reales armónicas.

### 3- Serie de Fourier y expansiones lineales:

Expansión en señales. Bases ortogonales y ortonormales. Bases armónicas. Teorema de la proyección. Expansión en señales de sistemas lineales. Expansión en serie de Fourier para señales de tiempo continuo y discreto. Convergencia de la serie de Fourier. Propiedades de los coeficientes de Fourier.

### 4- Transformada de Fourier

La respuesta de sistemas LTI continuos y discretos a exponenciales complejas. Representación de señales aperiódicas, la transformada de Fourier de tiempo continuo y de tiempo discreto. Convergencia. Relación con las señales periódicas. Propiedades de la transformada de Fourier. La propiedad de convolución y modulación.

Respuesta en frecuencia de sistemas caracterizados por ecuaciones diferenciales y en diferencias. Efecto de la fase. Fase lineal. Sistemas de primero y segundo orden.

#### 5- Muestreo e interpolación

Representación de señales continuas por sus muestras. El teorema del muestreo. Reconstrucción de una señal a partir de sus muestras usando interpolación. El efecto del sub-muestreo (aliasing). Procesamiento discreto de señales continuas y procesamiento continuo de señales discretas. Muestreo de señales de tiempo discreto. Decimación e interpolación. Cambio de la frecuencia de muestreo usando procesamiento discreto. Cuantificación.

#### 6- Transformada Discreta de Fourier (DFT)

Representación de Fourier de secuencias de duración finita. La transformada discreta de Fourier (DFT). Relación con la serie discreta de Fourier y con la transformada de Fourier de señales discretas. Propiedades de la DFT. Convolución cíclica. Convolución lineal usando DFT. Análisis de espectros usando DFT. Análisis de señales no estacionarias. Transformada de Fourier de corto tiempo. Necesidad del análisis de Fourier por ventanas. Relación entre el ancho de la ventana y la resolución en frecuencia. Espectrogramas.

#### 7- Transformadas de Laplace y Z. Análisis de sistemas LTI

Necesidad de las transformadas de Laplace para señales de tiempo continuo y transformada Z para señales de tiempo discreto. Región de convergencia. Transformación inversa de Laplace y Z. Evaluación geométrica de la transformada de Fourier a partir del diagrama de polos y ceros. Propiedades de las transformadas de Laplace y Z. Análisis y caracterización de sistemas de tiempo continuo usando transformada de Laplace, y de tiempo discreto usando transformada Z. Sistemas de fase lineal generalizada, invertibles, pasa todos y de fase mínima. Realización de sistemas de tiempo discreto. Transformadas de Laplace y Z unilaterales.

#### 8- Filtros digitales

Filtros ideales, concepto de selectividad en frecuencia. Filtros caracterizados por funciones de sistema racional. Respuesta en frecuencia de sistemas racionales. Relación entre la magnitud y la fase. Filtros recursivos y no recursivos. Filtros digitales. Filtros IIR. Diseño a partir de la respuesta en frecuencia de filtros continuos. Método de invarianza al impulso y transformación bilineal. Transformaciones del rango de frecuencia a partir de pasabajos. Diseño directo de filtros IIR. Métodos de diseño Filtros FIR. Condiciones de fase lineal para un filtro FIR. Diseño por el método de ventaneo. Tipos de ventana. Diseño por muestreo de la respuesta en frecuencia.

### BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía Básica : Cubre en detalle la mayoría de los temas básicos de la materia

Bibliografía Complementaria : Cubre en capítulos determinados los temas básicos no cubiertos por la bibliografía básica.

Bibliografía Avanzada : Profundiza muchos de los temas básicos vistos en la materia. En general excede el ámbito de la misma. Se da para aquellos alumnos que deseen profundizar temas de su interés.

Bibliografía referida a simulaciones : Contiene ejercicios y trabajos prácticos para realizar en MATLAB. Se da para aquellos alumnos que necesiten reforzar la realización de simulaciones.

1. A. Oppenheim and A. Willsky, Signals and Systems. Prentice Hall, 2da ed., 1997 (BASICA)
2. H. Kwakernaak and R. Sivan, Modern Signals and Systems. Prentice Hall, 1st ed., 1991. (COMPLEMENTARIA)
3. A. Oppenheim and R. Schafer, Discrete-time Signal Processing. Prentice Hall, 2nd ed., 1999. (BASICA)
4. Proakis and Manolakis, Digital Signal Processing. Prentice Hall, 3ra ed., 1996. (BÁSICA)
5. Burrus, J. McClellan, A. Oppenheim, T. Parks, R. Schafer, and H. Schuessler, Computer-Based exercises for Signal Processing. Prentice Hall, 2nd ed., 1998. (SIMULACIONES)
6. T. Kailath, Linear Systems. Prentice Hall, 1980. (AVANZADA)

### RÉGIMEN DE CURSADA

Metodología de enseñanza

La metodología utilizada contiene una descripción teórica de los temas acompañada de un fuerte contenido práctico que se desdobra en varios cursos de modo que la relación docente-alumno sea la adecuada a una clase de prácticas de Laboratorio. En la clase teórica se explican los temas en forma conceptual prescindiendo de detalles y demostraciones que el alumno puede encontrar en la bibliografía. De este modo la teórica no es un reemplazo de la bibliografía sino un complemento de la misma. Si bien en las teóricas y en especial en las prácticas se discuten y resuelven problemas, el objetivo fundamental de las clases prácticas es la motivación del alumno con trabajos prácticos especiales que requieren la utilización de técnicas aprendidas primeramente en forma teórica. El desarrollo de los trabajos prácticos, es llevado a cabo en presencia del docente de la práctica y también en forma personal por el alumno. De este modo resuelve un problema concreto donde los contenidos teóricos son aplicados a un sistema real, dentro de los conocimientos que el alumno posee. Esto hace posible que una materia como esta, donde el contenido matemático es muy importante, se convierta en una herramienta para el diseño o análisis de un sistema real y concreto, un verdadero sistema de ingeniería.

### Modalidad de Evaluación Parcial

Son de especial importancia en esta materia los criterios de enseñanza y evaluación, y la unidad que hay entre ambos conceptos. Siendo una materia obligatoria es muy importante por un lado que el alumno entienda la necesidad de que los temas de procesamiento de señales sean parte de la currícula de cualquier ingeniero electrónico. Para ello se implementa un sistema como el descrito en el ítem anterior, con un fuerte contenido práctico. Es necesario también que el alumno se convenza de la importancia del razonamiento en estos temas, y por lo tanto las evaluaciones parciales e integradora forman el final de la escalera del aprendizaje, sin desentonar con el resto de cursada. Las evaluaciones se dividen en:

- 1) Evaluación parcial, con 2 recuperatorios.
- 2) Evaluación del Trabajo Práctico especial, donde se termina de definir si el alumno podría aplicar los conocimientos aprendidos en la solución de un sistema real, más allá de que hubiera podido resolver un conjunto de ejercicios en una evaluación de tres horas.
- 3) Evaluación integradora.

El objetivo de la evaluación no debe ser distinto del objetivo del trabajo práctico especial, es decir, debe apuntar a la resolución de un problema original con las herramientas vistas en la materia. Por lo tanto el diseño de evaluaciones que sean siempre distintas y la coordinación de las correcciones son una parte muy importante del diseño de la materia, no solo por parte del coordinador de la práctica y del profesor a cargo, sino de todos los docentes. Cada examen que se toma es un examen original, nunca tomado antes. Por ello se les permite a los alumnos hacer una evaluación parcial o integradora a libro abierto, apunte abierto, o tener cualquier material que considere útil para razonar en el momento de la evaluación. Los exámenes que se van tomando son publicados en la página web de la materia, para que el alumno tenga un modelo del cual estudiar. El criterio de evaluación de los exámenes parciales es cuidado especialmente, para que haya uniformidad de criterios entre todos los docentes de las prácticas. La evaluación del trabajo práctico es realizada de manera oral e individual, y se realiza en cada práctica, donde los docentes, después de tener un conocimiento individual del alumno en todo el cuatrimestre, evalúan si fue capaz de llevar a una solución concreta los contenidos de la materia.

Por último, la evaluación integradora cierra el ciclo, pero sin perder de vista el desempeño del alumno en la cursada, mediante una cuidadosa cuantificación de las notas obtenidas durante la cursada, y del concepto que el docente tiene de cada alumno.

## CALENDARIO DE CLASES

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<1> 09/03 al 14/03	Introducción Señales y Sistemas	Introducción general.TP1: Señales	Introducción general.TP1: Señales			
<2> 16/03 al 21/03	Sistemas LTI, sistemas FIR e IIR.	TP2: Sistemas, Sistemas LTI.	TP2: Sistemas, Sistemas LTI.			
<3> 23/03 al 28/03	Serie de Fourier	TP3: Serie de Fourier.	TP3: Serie de Fourier.			
<4> 30/03 al 04/04	Transformada de Fourier (TF), aplicaciones.	TP4: Transformada de Fourier.	TP4: Transformada de Fourier.			
<5> 06/04 al 11/04	Transformada de Fourier. TF de corto tiempo. Aplicaciones. Teorema de muestreo	TP4: Transformada de Fourier.	TP4: Transformada de Fourier.			
<6> 13/04 al 18/04	Teorema del muestreo	TP5: Teorema del Muestreo.	TP5: Teorema del Muestreo.			
<7> 20/04 al 25/04	Teorema del muestreo	TP5: Teorema del Muestreo.	TP5: Teorema del Muestreo.			
<8> 27/04 al 02/05	Teorema del muestreo y DFT	TP5: Teorema del Muestreo.	TP5: Teorema del Muestreo.			
<9> 04/05 al 09/05	DFT	TP6: DFT y sus aplicaciones.	TP6: DFT y sus aplicaciones.			
<10> 11/05 al 16/05	Primer parcial	TP6: DFT y sus aplicaciones.	TP6: DFT y sus aplicaciones.			
<11> 18/05 al 23/05	Transformada de Laplace y transformada Z	TP7: Transformada de Laplace y Z	TP7: Transformada de Laplace y Z			
<12> 25/05 al 30/05	Presentación Proyecto especial	TP7: Transformada de Laplace y Z	TP7: Transformada de Laplace y Z			
<13> 01/06 al 06/06	Transformada de Laplace y Z	Proyecto Especial	Proyecto Especial			
<14> 08/06 al 13/06	Análisis de sistemas de tiempo discreto	Proyecto Especial	Proyecto Especial			
<15> 15/06 al 20/06	Análisis de sistemas de tiempo discreto	Proyecto Especial	Proyecto Especial			
<16> 22/06 al 27/06	Filtro digitales y aplicaciones	Proyecto Especial	Proyecto Especial			

## CALENDARIO DE EVALUACIONES

### Evaluación Parcial

Oportunidad	Semana	Fecha	Hora	Aula
1º	10	11/05	16:00	a designar
2º	13	01/06	16:00	a designar
3º	16	22/06	16:00	a designar
4º				
Observaciones sobre el Temario de la Evaluación Parcial				
Incluyen los temas vistos hasta la última clase teórica antes del examen.				
Otras observaciones				
Los exámenes son a libro cerrado. Solo se tendrá una hoja de propiedades y fórmulas confeccionada por la cátedra.				