



Señales, Sistemas y Control

Énfasis en Ingeniería Eléctrica y Electrónica

ESPACIO ACADÉMICO (Asignatura): **SEÑALES, SISTEMAS Y CONTROL**

CÓDIGO: #

- Obligatorio (X) : Básico (X) Complementario ()
- Electivo () : Intrínsecas (X) Extrínsecas ()

COMPETENCIAS EN INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

NÚMERO DE CRÉDITOS: Cuatro (4)

TIPO DE CURSO: **TEÓRICO:** _____ **PRÁCTICO:** _____ **TEO-PRÁC:** _____

Alternativas metodológicas:

Clase Magistral (X), Seminario (), Seminario – Taller (), Taller (), Prácticas (),
Proyectos tutorados (), Otro: _____

Justificación del Espacio Académico

Actualmente, la interacción del mundo exterior a las personas con las necesidades de ellas mismas se realiza a través de escuchar (a través de cualquier medio de percepción) y de actuar (a través de cualquier medio de acción) sobre este entorno. El desarrollo tecnológico ha permitido escuchar (a través de las señales de entrada) y modificar (a través de las señales de salida) ese entorno de diferentes maneras.

El curso de Señales, sistemas y control plantea entonces la necesidad de modelar las señales de manera apropiada para que puedan ser analizadas y procesadas. Adicionalmente, dado que algunos sistemas pueden ser modelados como señales también, los modelos de señales también nos sirven para analizar y diseñar este tipo de sistemas. Sin embargo, existen dos grandes clases de señales que aparentemente no están relacionadas y que juegan un papel muy importante en el desarrollo actual de la tecnología: las señales continuas y las señales discretas. No obstante, con las herramientas que se utilizan para cada grupo de señales se encuentra un punto que permite obtener un tipo de señales representadas en el otro tipo, facilitando su manipulación. Esta es la razón de abordar este tema que se inicia con este fundamental espacio académico.



Por otro lado, todas las áreas de estudio a nivel profesional requieren del análisis y la manipulación de señales propias de su entorno. La relación de los temas abordados en este curso permitirá tener conceptos y modelos apropiados de estas señales, en primera instancia. La utilidad de los modelos de representación y de análisis de las señales y los sistemas se verá reflejada en áreas avanzadas como las comunicaciones, la automatización y la bioingeniería, entre otras, dado que todas estas parten de la necesidad de estudiar, manejar y transformar señales o sus características. Junto con las señales van los sistemas que están encargados de estos procesos.

El curso plantea abordar herramientas de análisis y desarrollo útiles a nivel de ingeniería tales como: el concepto básico de señal, los modelos fundamentales de representación tanto temporales como espectrales, los cambios de dominio, las caracterizaciones en cada uno de los dominios, la generación de sistemas basados en esas caracterizaciones para las operaciones que se requieran, etc. Estos espacios de representación permitirán conocer mejor las señales y los sistemas en cada una de las áreas mencionada arriba.

PRERREQUISITO Tener conocimientos en cálculo diferencial e integral, ecuaciones diferenciales ordinarias, álgebra lineal, estadística básica.

Programación del Contenido

Estudiar los diferentes modelos de representación de las señales y de los sistemas lineales e invariantes en el tiempo desde un punto de vista conceptual. Junto con los modelos, obtener sus diferentes características para su manipulación, análisis o síntesis.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir los diferentes modelos temporales de las señales tanto de tiempo continuo como de tiempo discreto.
- Definir los modelos temporales de los sistemas y determinar sus características.
- Determinar los sistemas lineales e invariantes en el tiempo y definir las operaciones de convolución (integral y suma de convolución) para encontrar la respuesta a cualquier señal.
- Estudiar y utilizar las cuatro representaciones de Fourier para el análisis de señales periódicas y no periódicas de tiempo continuo y de tiempo discreto (series y transformadas de Fourier de tiempo continuo y de tiempo discreto).



- Estudiar y caracterizar los sistemas LTI descritos como ecuaciones diferenciales o de diferencias lineales con coeficientes constantes. Analizar espectralmente y diseñar sistemas de primer y segundo orden.
- Estudiar el muestreo como herramienta de conversión de señales de tiempo continuo a señales de tiempo discreto y sus implicaciones en su recuperación.
- Definir y estudiar la transformada de Laplace y sus propiedades como herramienta de análisis de las señales y los sistemas de tiempo continuo.
- Definir y estudiar la transformada Z y sus propiedades como herramienta de análisis de las señales y los sistemas de tiempo discreto.

COMPETENCIAS DE FORMACIÓN

Al finalizar el curso se espera que el estudiante haya desarrollado las siguientes competencias:

Cognitivas

Modelar y caracterizar una señal, utilizar otros dominios, caracterizar en otros dominios, reconocer las distribuciones de energía de las señales, reconocer y describir las propiedades de los sistemas lineales, reconocer la invarianza en el tiempo, resolver y describir las respuestas de los sistemas lineales e invariantes en el tiempo, conocer y utilizar las representaciones de Fourier, reconocer las propiedades de las señales y los sistemas en los planos complejos s y z , transformar señales de tiempo continuo en señales de tiempo discreto.

Investigativas

Modelar formalmente señales y sistemas de tiempo continuo y de tiempo discreto, desarrollar formalmente las soluciones de los sistemas de tiempo continuo y tiempo discreto, determinar las distribuciones espectrales tanto de las señales como de las respuestas al impulso de los sistemas LTI.

Laborales

Reconocer características espectrales de las señales y los sistemas, aplicar las herramientas de análisis para la manipulación de las señales, aplicar las herramientas matemáticas estudiadas para la implementación de sistemas LTI, especificar y diseñar sistemas LTI básicos.



PROGRAMA SINTÉTICO

1. Definición de señales
2. Sistemas continuos y sistemas discretos
3. Sistemas lineales e invariantes en el tiempo (continuos y discretos)
4. Sistemas LTI causales descritos por ecuaciones diferenciales o de diferencia con coeficientes constantes
5. Series de Fourier de señales periódicas continuas y discretas
6. Transformadas de Fourier de tiempo continuo y tiempo discreto
7. Caracterización en tiempo y frecuencia de señales y sistemas
8. Muestreo
9. Transformada de Laplace
10. Transformada Z

PROGRAMA DETALLADO

1. Definición de señales.

- 1.1. Señales continuas y discretas, de energía y de potencia, periódicas y no periódicas.
- 1.2. Simetría de las señales.
- 1.3. Transformaciones de las señales.
- 1.4. Señales
- 1.5. Analíticas: señales exponenciales y sinusoidales continuas y discretas.
- 1.6. Periodicidad de las exponenciales complejas.
- 1.7. Impulso unitario, escalón unitario, rampa unitaria.
- 1.8. Propiedades del impulso (escalamiento, producto, filtrado).
- 1.9. Tren de impulsos, muestreo. Función sinc (x).

2. Sistemas continuos y sistemas discretos.

- 2.1. Definición de sistema, representación.
- 2.2. Interconexión de sistemas.
- 2.3. Propiedades de los sistemas: con o sin memoria, invertibilidad, causalidad, estabilidad, invarianza en el tiempo, linealidad.

3. Sistemas lineales e invariantes en el tiempo (continuos y discretos).

- 3.1. Definición de sistemas LTI continuos y discretos.
- 3.2. Representación de señales a través de impulsos.
- 3.3. Respuesta al impulso.
- 3.4. Integral y suma de convolución.
- 3.5. Operación gráfica de la convolución.
- 3.6. Propiedades de los sistemas LTI: conmutativa, distributiva, asociativa, con o sin memoria, sistemas inversos, causalidad, estabilidad, respuesta al escalón.

4. Sistemas LTI causales descritos por ecuaciones diferenciales o de diferencias con coeficientes constantes.

- 4.1. Definición.



- 4.2. Condiciones iniciales.
- 4.3. Orden de los sistemas.
- 4.4. Soluciones natural, forzada, de entrada cero, de estado cero y total.
- 4.5. Representación en diagrama de bloques.

5. Series de Fourier de señales periódicas continuas y discretas.

- 5.1. Fourier y las series de Fourier.
- 5.2. Respuesta de los sistemas LTI a las exponenciales complejas.
- 5.3. Representación en series de Fourier de señales periódicas.
- 5.4. Convergencia.
- 5.5. Propiedades de las series de Fourier: linealidad, desplazamiento en el tiempo, inversión de tiempo, escalamiento en tiempo, convolución, multiplicación, diferenciación, integración conjugación y simetría conjugada, relación de Parseval.

6. Transformadas de Fourier de tiempo continuo y tiempo discreto.

- 6.1. Representación de la transformada de Fourier de una señal no periódica.
- 6.2. Convergencia.
- 6.3. Transformada de Fourier de señales exponenciales, del impulso unitario, del pulso rectangular, etc.
- 6.4. Transformada inversa del pulso rectangular en frecuencia.
- 6.5. Transformada de Fourier de señales periódicas.
- 6.6. Propiedades de las transformadas de Fourier.
- 6.7. Linealidad.
- 6.8. Desplazamiento en tiempo.
- 6.9. Desplazamiento en frecuencia.
- 6.10. Conjugación.
- 6.11. Inversión en tiempo.
- 6.12. Escalamiento en tiempo y en frecuencia.
- 6.13. Convolución.
- 6.14. Multiplicación.
- 6.15. Diferenciación en tiempo.
- 6.16. Primera diferencia. Integración.
- 6.17. Acumulación.
- 6.18. Diferenciación en frecuencia.
- 6.19. Simetría conjugada para señales reales.
- 6.20. Relación de Parseval para señales no periódicas.

7. Caracterización en tiempo y frecuencia de señales y sistemas.

- 7.1. Representación de la magnitud y la fase de la transformada de Fourier.
- 7.2. Representación de la magnitud y la fase de la respuesta en frecuencia de los sistemas LTI.
- 7.3. Fase lineal y no lineal.
- 7.4. Retardo de grupo.
- 7.5. Magnitud logarítmica y diagramas de Bode.
- 7.6. Filtros ideales selectivos en frecuencia.
- 7.7. Sistemas continuos y discretos de primer y segundo orden.



7.8. Filtros recursivos y no recursivos.

7.9. Filtros de respuesta infinita al impulso (IIR) y de respuesta finita al impulso (FIR).

8. Muestreo.

8.1. Representación de señales continuas mediante sus muestras.

8.2. Teorema del muestreo.

8.3. Muestreo con tren de impulsos.

8.4. Reconstrucción de señales a partir de sus muestras.

8.5. Procesamiento discreto de señales continuas.

8.6. Muestreo de señales discretas. 2 sesiones

9. Transformada de Laplace.

9.1. Definición de la transformada de Laplace.

9.2. Región de convergencia.

9.3. Propiedades de la región de convergencia.

9.4. Transformada inversa de Laplace.

9.5. Diagramas de polos y ceros.

9.6. Propiedades de la transformada de Laplace.

9.6.1. Linealidad.

9.6.2. Desplazamiento en tiempo.

9.6.3. Desplazamiento en el dominio de s .

9.6.4. Escalamiento en tiempo.

9.6.5. Conjugación.

9.6.6. Convolución.

9.6.7. Diferenciación en el dominio del tiempo y en el dominio de s .

9.6.8. Integración en el dominio del tiempo.

9.6.9. Teoremas del valor inicial y del valor final.

9.6.10. Pares de transformadas de Laplace.

9.6.11. Análisis y caracterización de sistemas LTI usando la transformada de Laplace.

9.6.12. Causalidad.

9.6.13. Estabilidad.

9.7. Sistemas LTI caracterizados por ecuaciones diferenciales lineales con coeficientes constantes.

10. Transformada Z.

10.1. Definición de la transformada Z.

10.2. Región de convergencia.

10.3. Propiedades de la región de convergencia.

10.4. Diagramas de polos y ceros.

10.5. Transformada Z inversa.

10.6. Propiedades de la transformada Z.

10.7. Linealidad. Desplazamiento en el tiempo.

10.8. Escalamiento en el dominio de z .

10.9. Inversión en el tiempo.

10.10. Expansión en el tiempo.

10.11. Conjugación. Primera diferencia.



- 10.12. Acumulación. Diferenciación en el dominio de z .
- 10.13. Teorema del valor inicial.
- 10.14. Pares de la transformada z .
- 10.15. Caracterización de los sistemas LTI usando transformada z .
- 10.16. Causalidad.
- 10.17. Estabilidad.
- 10.18. Representación en diagrama de bloques de sistemas LTI.
- 10.19. Formas de representación directa, en cascada y paralela.



Estrategias

Dado que la secuencia del curso se desarrolla a través de las clases magistrales, los temas cubiertos en cada sesión se hacen de manera general. Es necesario que el estudiante, en forma individual o en grupo, lea y estudie los detalles de cada tema en los textos escogidos. Los textos principales son suficientes para todo el curso. Para los temas novedosos, se escogen textos complementarios que permiten estudiar más detalladamente los temas que corresponden al análisis y síntesis de señales analíticas y sistemas de tiempo discreto.

Como una ayuda al estudio autónomo del estudiante, se asignarán tareas en cada sesión que permitirán profundizar en los conceptos planteados en las sesiones de clase y que serán evaluados a un conjunto de estudiantes escogidos al azar y que además permitirán obtener la tercera nota. El promedio de tareas evaluadas por estudiante se espera que sea de cinco (5). Adicionalmente, para ayudar a resolver las tareas o las dudas surgidas, el estudiante cuenta con la asesoría del profesor en los horarios definidos para tal fin.

Por otro lado, tanto en las sesiones de clase como en las tareas, el estudiante tendrá la posibilidad de incorporar el uso del computador y de programas matemáticos especializados para el análisis y la resolución de problemas. En las clases magistrales se mostrará el uso del programa Matlab® como ayuda didáctica y como herramienta de cálculo.

Tipo de Curso	Horas			Horas profesor/ semana	Horas Estudiante/ semana	Total Horas Estudiante/ semestre	Créditos
	TD	TC	TA	(TD + TC)	(TD + TC +TA)	X 18 semanas	
	3	1	8	4	12	192	4

Trabajo Presencial Directo (TD): trabajo de aula con plenaria de todos los estudiantes.

Trabajo Mediado-Cooperativo (TC): Trabajo de tutoría del docente a pequeños grupos o de forma individual a los estudiantes.

Trabajo Autónomo (TA): Trabajo del estudiante sin presencia del docente, que se puede realizar en distintas instancias: en grupos de trabajo o en forma individual, en casa o en biblioteca, laboratorio, etc.)

Recursos

RECURSOS FÍSICOS REQUERIDOS



Para el desarrollo de los ejercicios a resolver en casa, se requiere el uso de computador y un programa especializado como Matlab®. El laboratorio de la Universidad cuenta con los dos recursos. Adicionalmente, en las sesiones en el aula se requiere del uso de un computador, el programa Matlab® y un proyector de video (video beam), con los cuales también se cuenta en la Universidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Alan V. Oppenheim, Alan S. Willsky y S. Hamid Nawab, Señales y sistemas, Segunda Edición, Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., México, 1998.
- Ashok Ambardar, Procesamiento de señales analógicas y digitales, Segunda Edición, International Thomson Editores, S.A. de C.V., México, 2002.
- Douglas K. Lindner, Introducción a las señales y los sistemas, McGraw-Hill Interamericana de Venezuela, S.A., Caracas, Venezuela, 2002.

RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS

- José B. Mariño Acebal, Francesc Vallverdú Bayés, José A. Rodríguez Fonollosa y Asunción Moreno Bilbao, Tratamiento digital de la señal: Una introducción experimental, Segunda Edición, Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México, D.F., 1999.
- John G. Proakis y Dimitris G. Manolakis, Tratamiento digital de señales, Cuarta Edición, Pearson Educación S.A., Madrid, España, 2007.
- Samuel D. Stearns and Don R. Hush, Digital Signal Analysis, Second Edition, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, U.S.A., 1990.

Organización / Tiempos

1. Definición de señales.	3 sesiones
2. Sistemas continuos y sistemas discretos.	2 sesiones
3. Sistemas lineales e invariantes en el tiempo (continuos y discretos).	3 sesiones
4. Sistemas LTI causales descritos por ecuaciones diferenciales o de diferencias con coeficientes constantes.	2 sesiones
5. Series de Fourier de señales periódicas continuas y discretas	4 sesiones
6. Transformadas de Fourier de tiempo continuo y tiempo discreto.	4 sesiones
7. Caracterización en tiempo y frecuencia de señales y sistemas.	4 sesiones
8. Muestreo.	2 sesiones
9. Transformada de Laplace.	4 sesiones
10. Transformada Z.	4 sesiones



Evaluación

Las evaluaciones a los estudiantes son diseñadas para obtener el nivel de abstracción y conceptualización de cada uno de los temas del curso.

TIPO DE EVALUACIÓN		FECHA	PORCENTAJE
PRIMERA NOTA	Examen escrito que busca evaluar la capacidad de conceptualizar formalmente los problemas y soluciones de los temas cubiertos en el primer mes de estudio.	10ª Sesión	20%
SEGUNDA NOTA	Examen escrito que busca evaluar la capacidad de conceptualizar formalmente los problemas y soluciones de los temas cubiertos en el segundo mes de estudio.	18ª Sesión	20%
TERCERA NOTA	Promedio aritmético de las notas obtenidas en las tareas realizadas durante todo el curso y seleccionadas aleatoriamente.	Cualquier sesión	30%
EXAM. FINAL	Examen escrito que busca evaluar la capacidad de conceptualizar formalmente los problemas y soluciones de los temas cubiertos en el tercer y cuarto mes de estudio.	En la fecha programada	30%

ASPECTOS A EVALUAR DEL CURSO

1. Evaluación del desempeño docente
2. Evaluación de los aprendizajes de los estudiantes en sus dimensiones: individual/grupo, teórica/práctica, oral/escrita.
3. Autoevaluación
4. Coevaluación del curso: de forma oral entre estudiantes y docente.

Datos Docente

Nombre:
Pregrado:
Postgrado:
Correo Electrónico: