



NATIONAL AUTONOMOUS UNIVERSITY OF MEXICO
SCHOOL OF ENGINEERING



COURSE SYLLABUS

SIGNALS AND SYSTEMS ANALYSIS	1443	4	10
Course	Code	Semester	Credits
ELECTRICAL ENGINEERING	CONTROL ENGINEERING	ELECTRIC ELECTRONIC ENGINEERING	
Division	Department	Undergraduate Program	

Course:		Hours /week:		Hours / Semester:	
Compulsory	<input checked="" type="checkbox"/>	Lecture	<input type="text" value="4.0"/>	Lecture	<input type="text" value="64.0"/>
Elective	<input type="checkbox"/>	Practical	<input type="text" value="2.0"/>	Practical	<input type="text" value="32.0"/>
		Total	<input type="text" value="6.0"/>	Total	<input type="text" value="96.0"/>

Mode: Lecture-Practical course.

Prerequisite course: Differential Equations

Subsequent course: Analysis of Electrical Circuits

Course Objective(s)

The student will employ fundamental, simple and ingenious techniques that facilitate the understanding and analysis of linear systems found in the fields of communications, data processing, and control.

Course Topics

NO.	NAME.	HOURS
1.	Signals and Systems	12.0
2.	Linear Time-Invariant Systems (LTI)	12.0
3.	Analysis of Linear Time-Invariant Systems, Continuous and Discrete, in the Frequency Domain	16.0
4.	Fourier Series (FS)	12.0
5.	Fourier Integral (FI)	12.0
		64.0
	Practical Activities	32.0
	Total	96.0

1. Signals and Systems

Objective: The student will identify the classification and manipulation of continuous signals and discrete signals.

Content:

- 1.1 Continuous, Discrete, and Digital Signals
- 1.2 Fundamental Continuous-Time and Discrete-Time Signals
 - 1.2.1 Real and Complex Exponentials
 - 1.2.2 Sinusoids
 - 1.2.3. Unit Pulse
 - 1.2.4 Singular Functions
- 1.3 Operations with Signals and Their Transformations
 - 1.3.1 Sum and Product of Signals
 - 1.3.2 Integral and Derivative of a Continuous Signal
 - 1.3.3 Forward and Backward Sum and Difference of a Discrete Signal
 - 1.3.4 Amplitude Scaling and Time Scaling
 - 1.3.5 Time Shifting or Translation
 - 1.3.6 Transposition
- 1.4 Continuous Systems and Discrete Systems
 - 1.4.1 System Properties: Linearity, Time-Invariance, Causality, Determinism, and Stability
 - 1.4.2 Linear Time-Invariant Dynamic Systems

2 Linear Time-Invariant Systems (LTI)

Objective: The student will learn the techniques that allow the analysis of continuous (discrete) linear time-invariant systems that can be described by ordinary linear differential equations (linear difference equations). The student will establish a correspondence (or analogy) between both types of systems.

Content:

- 2.1 Response of Linear Time-Invariant Systems
 - 2.1.1 Ordinary Linear Differential Equation
 - 2.1.2 Complete Response: Zero-Input Response and Zero-State Response
 - 2.1.3 Transient Response and Steady-State Response
- 2.2 Convolution Integral
 - 2.2.1 Properties of the Continuous Impulse
 - 2.2.2 Concept of Unit Impulse Response
 - 2.2.3 Causality in Terms of the Impulse Response
 - 2.2.4 Calculating the Zero-State Response Using the Convolution Integral
 - 2.2.5 Properties of the Convolution Integral
 - 2.2.6 Graphical Convolution
 - 2.2.7 Relation Between Impulse Response and Step Response
- 2.3 Stability in Terms of the Unit Impulse Response
- 2.4 Convolution Sum
 - 2.4.1 Relation Between Continuous-Time Systems and Discrete-Time Systems
 - 2.4.2 Unit Function and Unit Sequence
 - 2.4.3 Response to the Unit Function
 - 2.4.4 Linear Difference Equations
 - 2.4.5 Solution of Difference Equations Using Recurrence
 - 2.4.6 Discrete Systems with Finite-Duration Impulse Response

3 Analysis of Linear Time-Invariant Systems, Continuous and Discrete, in the Frequency Domain

Objective: The student will apply the Laplace transform to obtain the solution of a linear differential equation with constant coefficients. The student will explain and investigate the properties of the Z-transform. The student will visualize the Z-transform as a tool for studying discrete linear systems and for deriving computational structures to implement discrete-time systems in a computer.

Content:

3.1 Representation of Continuous-Time Linear Time-Invariant Systems (LTI) Using the Laplace Transform

3.1.1 General Form of the Differential Equation for Linear Time-Invariant Systems

3.1.2 Transfer Function of Continuous-Time Systems

3.2 Representation of Discrete-Time Linear Time-Invariant Systems (DTLTI) Using the Z-Transform

3.2.1 General Form of the Linear Difference Equation

3.2.2 The Z-Transform: Properties and Common Transforms

3.2.3 Transfer Function of Discrete-Time Systems

3.3 Analysis and Solution of Continuous and Discrete Systems in the Frequency Domain

3.3.1 Transfer Function and Its Relation to the Impulse Response

3.3.2 Inverse Transformation Using Partial Fraction Expansion

3.3.3 Obtaining the Complete Response of Linear Time-Invariant Systems

3.3.4 Zeros and Poles of the Transfer Function and Input-Output Stability

4 Fourier Series (FS)

Objective: The student will discuss the decomposition of continuous-time periodic signals into a set of harmonically related sinusoidal components. Their representation in both time and frequency domains will be explored. The student will analyze the advantages of one domain representation over the other.

Content:

4.1 Response of Linear Time-Invariant Systems When the Input is a Complex Exponential Signal

4.1.1 Dominance Condition

4.2 Analogy Between Vectors and Time Functions

4.3 Fourier Trigonometric Series of Continuous Periodic Signals

4.3.1 Symmetry Conditions

4.3.2 Fourier Complex or Exponential Series of Continuous Periodic Signals

4.3.3 Discrete Frequency Spectrum and Parseval's Theorem

4.3.4 Convergence of the Fourier Series and Dirichlet Conditions

4.4 Discrete Fourier Series (DFS)

5. Fourier Integral (FI)

Objective: The student will identify the process of deriving the Fourier integral from the Fourier series associated with signals whose period tends to infinity.

Content:

5.1 From Fourier Series to Fourier Integral

5.1.1 Continuous Spectrum

5.2 Properties and Common Transforms

5.3 Fourier Transform of Continuous Periodic Signals

5.4 Response of LTI Systems to Complex Exponential and Sinusoidal Inputs: Frequency Response

5.5 Sampling Theorem

5.6 Power and Energy Spectral Densities

5.6.1 Power Signal and Energy Signal

5.7 Discrete Fourier Transform (DFT)



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

ANÁLISIS DE SISTEMAS Y SEÑALES

1443

4

10

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

INGENIERÍA ELÉCTRICA

INGENIERÍA DE CONTROL

INGENIERÍA ELÉCTRICA
Y ELECTRÓNICA

División

Departamento

Licenciatura

Asignatura:

Obligatoria

Optativa

Horas/semana:

Teóricas

Prácticas

Total

Horas/semestre:

Teóricas

Prácticas

Total

Modalidad: Curso teórico-práctico

Seriación obligatoria antecedente: Ecuaciones Diferenciales

Seriación obligatoria consecuente: Análisis de Circuitos Eléctricos

Objetivo(s) del curso:

El alumno empleará las técnicas fundamentales, sencillas e ingeniosas que facilitan la comprensión y el análisis de los sistemas lineales que se encuentran en el campo de las comunicaciones, el procesamiento de datos y el control.

Temario

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Señales y sistemas	12.0
2.	Sistemas lineales e invariantes en el tiempo (SLI)	12.0
3.	Análisis de sistemas lineales e invariantes en el tiempo, continuos y discretos, en el dominio de la frecuencia	16.0
4.	La serie de Fourier (SF)	12.0
5.	La integral de Fourier (TS)	12.0
		64.0
	Actividades prácticas	32.0
	Total	96.0

1 Señales y sistemas

Objetivo: El alumno identificará la clasificación y manipulación de las señales continuas y señales discretas.

Contenido:

- 1.1 Señales continuas, discretas y digitales.
- 1.2 Señales fundamentales de tiempo continuo y de tiempo discreto.
 - 1.2.1 Exponenciales reales y complejas.
 - 1.2.2 Sinusoidales.
 - 1.2.3 Pulso unitario.
 - 1.2.4 Funciones singulares.
- 1.3 Operaciones con las señales y sus transformaciones.
 - 1.3.1 La suma y el producto de señales.
 - 1.3.2 La integral y la derivada de una señal continua.
 - 1.3.3 La suma y la diferencia hacia delante y hacia atrás de una señal discreta.
 - 1.3.4 El escalamiento en la amplitud y el escalamiento en el tiempo.
 - 1.3.5 El desplazamiento o traslación en el tiempo.
 - 1.3.6 La transposición.
- 1.4 Sistemas continuos y sistemas discretos.
 - 1.4.1 Propiedades de los sistemas: linealidad, invariancia en el tiempo, causalidad, determinismo y estabilidad.
 - 1.4.2 Sistemas dinámicos lineales e invariantes en el tiempo.

2 Sistemas lineales e invariantes en el tiempo (SLI)

Objetivo: El alumno conocerá las técnicas que permiten el análisis de los sistemas lineales, invariantes en el tiempo continuos (discretos) que se pueden describir por medio de ecuaciones diferenciales lineales ordinarias (ecuaciones en diferencias lineales). Establecerá una correspondencia (o analogía) entre ambos tipos de sistemas.

Contenido:

- 2.1 Respuesta de sistema lineales e invariantes en el tiempo.
 - 2.1.1 Ecuación diferencial lineal ordinaria.
 - 2.1.2 Respuesta completa: respuesta de entrada cero y respuesta de estado cero.
 - 2.1.3 Respuesta transitoria y respuesta permanente.
- 2.2 La integral de convolución.
 - 2.2.1 Propiedades del impulso continuo.
 - 2.2.2 Concepto de respuesta al impulso unitario.
 - 2.2.3 Causalidad en función de la respuesta al impulso.
 - 2.2.4 Cálculo de la respuesta de estado cero por medio de la integral de convolución.
 - 2.2.5 Propiedades de la integral de convolución.
 - 2.2.6 Convolución gráfica.
 - 2.2.7 Relación entre la respuesta al impulso y la respuesta al escalón.
- 2.3 Estabilidad en términos de la respuesta al impulso unitario.
- 2.4 La suma de convolución.
 - 2.4.1 Relación entre sistemas de tiempo continuo y sistemas tiempo discreto.
 - 2.4.2 La función unitaria y la secuencia unitaria.

- 2.4.3 La respuesta a la función unitaria.
- 2.4.4 Ecuaciones en diferencia lineales.
- 2.4.5 Solución de las ecuaciones en diferencias mediante la recurrencia.
- 2.4.6 Sistemas discretos de respuesta al impulso de duración finita.

3 Análisis de sistemas lineales e invariantes en el tiempo, continuos y discretos, en el dominio de la frecuencia

Objetivo: El alumno aplicará la transformada de Laplace para obtener la solución de una ecuación diferencial lineal con coeficientes constantes. Explicará e investigará las propiedades de la transformada Z. Visualizará a la transformada Z como una herramienta para el estudio de los sistemas discretos lineales y la derivación de estructuras computacionales para implementar sistemas de tiempo discreto en una computadora.

Contenido:

- 3.1 Representación de los sistemas lineales e invariantes de tiempo continuo (SCLI) mediante la transformada de Laplace.
 - 3.1.1 Forma general de la ecuación diferencial de los sistemas lineales e invariantes.
 - 3.1.2 Función de transferencia de sistemas de tiempo continuo.

- 3.2 La representación de los sistemas lineales e invariantes de tiempo discreto (SDLI) mediante la transformada Z.
 - 3.2.1 Forma general de la ecuación en diferencias lineal.
 - 3.2.2 La transformada Z: propiedades y transformadas comunes.
 - 3.2.3 Función de transferencia de sistemas de tiempo discreto.

- 3.3 Análisis y solución de sistemas continuos y discretos en el dominio de la frecuencia.
 - 3.3.1 La función de transferencia y su relación con la respuesta al impulso.
 - 3.3.2 Transformación inversa mediante la expansión en fracciones parciales.
 - 3.3.3 Obtención de la respuesta completa de los sistemas lineales e invariantes.
 - 3.3.4 Ceros y polos de la función de transferencia y estabilidad entrada-salida.

4 La serie de Fourier (SF)

Objetivo: El alumno discutirá sobre la descomposición de señales periódicas de tiempo continuo por medio de un conjunto de componentes sinusoidales relacionadas de manera armónica. Su representación en los dominios del tiempo y de la frecuencia. Analizará la conveniencia que tiene una representación en un dominio con respecto a la representación en el otro dominio.

Contenido:

- 4.1 La respuesta de los sistemas lineales e invariantes cuando la entrada es una señal exponencial compleja.
 - 4.1.1 La condición de dominancia.

- 4.2 Analogía entre vectores y funciones del tiempo.
- 4.3 La serie trigonométrica de Fourier de señales periódicas continuas.
 - 4.3.1 Condiciones de simetría.
 - 4.3.2 La serie compleja o exponencial de Fourier de señales periódicas continuas.
 - 4.3.3 El espectro discreto de frecuencias y la relación de Parseval.
 - 4.3.4 Convergencia de la serie de Fourier y condiciones de Dirichlet.

- 4.4 La serie discreta de Fourier (SDF).

5 La integral de Fourier (TS)

Objetivo: El alumno identificará el proceso de derivación de la integral de Fourier a partir de la serie de Fourier asociada con señales cuyo periodo tiende a infinito.

Contenido:

5.1 De la serie de Fourier a la integral de Fourier.

5.1.1 El espectro continuo.

5.2 Propiedades y transformadas comunes.

5.3 La transformada de Fourier de señales periódicas continuas.

5.4 Respuesta de SLI a entradas exponenciales complejas y sinusoidales: Respuesta en frecuencia.

5.5 El teorema de muestreo.

5.6 Densidades espectrales de potencia y energía.

5.6.1 Señal de potencia y señal de energía.

5.7 La transformada discreta de Fourier.

Bibliografía básica

Temas para los que se recomienda:

CARLSON, G. E.

Signal and Linear Systems Analysis

2nd edition with MATLAB

New York

John Wiley & Sons, Inc, 1998

Todos

HAYKIN, S., VAN VEEN, B.

Signal and Systems

2nd Edition

United States of America

John Wiley & Sons, Inc, 2005

Todos

KAMEN, E. W.

Fundamentals of signals and systems: using the web and

MATLAB Upper Saddle River

Prentice Hall, 2000

Todos

LINDER, D. K.

Introducción a las señales y los sistemas

Caracas

McGraw Hill, 2002

Todos

MATA, G. H., et al.

Análisis de sistemas y señales con cómputo avanzado

1era edición

México

Facultad de Ingeniería, UNAM, 2002

Todos

OPPENHEIM, A. V., et al.
Señales y sistemas Todos
 2a. edición
 México
 Prentice Hall Hispanoamericana, 1998

PALAMIDES, A., VELONI, A.
Signals and Systems Laboratory with Matlab Todos
 United States of America
 Taylor and Francis Group, LLC, 2011

ROBERTS, M. J.
Señales y sistemas Todos
 México
 McGraw-Hill/Interamericana de México, 2005

Bibliografía complementaria

Temas para los que se recomienda:

ANTONIOU, A.
Digital Filters: analysis, design and applications Todos
 New York
 McGraw Hill, 1993

HAYKIN, S., VAN VEEN, B.
Señales y sistemas Todos
 México
 Limusa, 2001

HWEI P. HSU
Señales y sistemas Schaum Todos
 2a. edición
 México
 Mc Graw Hill, 2013

INGLE, V. K., PROAKIS, J. G.
Digital Signal processing using MATLAB Todos
 Boston
 Brooks/Cole, 2000

KWAKERNAAK, H., SIVAN, R.
Modern Signal and Systems Todos
 New Jersey
 Prentice Hall, 1991

NEEFF, H. P., JR.,
Continuous and Discrete Linear Systems Todos

United States of America
Harper & Row, Publishers. Inc, 1984

OGATA, K.
Sistemas de control en tiempo discreto
México
Prentice Hall Hispanoamericana, 1996

Todos

OPPENHEIM, A.v., SCHAFFER, R.w., BUCK, J. R.
Tratamiento de señales en tiempo discreto
Madrid
Pearson Educación, 2000

Todos

Sugerencias didácticas

Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminarios	<input type="checkbox"/>
Uso de software especializado	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso de plataformas educativas	<input type="checkbox"/>

Lecturas obligatorias	<input type="checkbox"/>
Trabajos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de taller o laboratorio	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de campo	<input type="checkbox"/>
Búsqueda especializada en internet	<input checked="" type="checkbox"/>
Uso de redes sociales con fines académicos	<input type="checkbox"/>

Forma de evaluar

Exámenes parciales	<input checked="" type="checkbox"/>
Exámenes finales	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos y tareas fuera del aula	<input type="checkbox"/>

Participación en clase	<input type="checkbox"/>
Asistencia a prácticas	<input type="checkbox"/>

Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura

Profesores con formación en Ingeniería Eléctrica-Electrónica o áreas afines, deseable que cuenten con experiencia profesional en el área de señales y sistemas; de preferencia con estudios de maestría o con una especialización en la teoría, síntesis y aplicación de señales y sistemas, y experiencia práctica en este campo. El profesor debe contar con experiencia docente o con preparación en los programas de formación docente de la Facultad.