



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS  
DE GRAN CANARIA

GUÍA DOCENTE

CURSO: 2011/12

14077 - TEORÍA DE LA SEÑAL

**ASIGNATURA:** 14077 - TEORÍA DE LA SEÑAL

Vinculado a : (Titulación - Asignatura - Especialidad)

1100-Ingeniero de Telecomunicación - 14077-TEORÍA DE LA SEÑAL - P1

1100-Ingeniero de Telecomunicación - 14077-TEORÍA DE LA SEÑAL - P2

1100-Ingeniero de Telecomunicación - 14077-TEORÍA DE LA SEÑAL - P3

**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica

**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación

**DEPARTAMENTO:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

**ÁREA:** Teoría De La Señal Y Comunicaciones

**PLAN:** 13 - Año 200 **ESPECIALIDAD:**

**CURSO:** Segundo curso **IMPARTIDA:** Primer semestre **TIPO:** Troncal

**CRÉDITOS:** 7,5 **TEÓRICOS:** 4,5 **PRÁCTICOS:** 3

## Información ECTS

Créditos ECTS: 6

Horas de trabajo del alumno: 150

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 0
- Horas prácticas (HP): 0
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 18,75
- Horas de evaluación: 0
- otras: 0

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 24
- actividad independiente (HAI): 107,25

Idioma en que se imparte: Castellano

## Descriptores B.O.E.

Señales deterministas y aleatorias: información. Sistemas lineales. Dominios transformados. Filtrado. Modulación. Muestreo: frecuencia de Nyquist, Transformadas de Laplace y Z, aplicaciones.

## Temario

1. Introducción a señales y sistemas
  - 1.1. Concepto de señal: señales en tiempo continuo y en tiempo discreto.
  - 1.2. Características y parámetros asociados a las señales: valor medio, valor de pico, energía y potencia; periodicidad; simetrías.
  - 1.3. Operaciones básicas con señales. Transformación de la variable temporal: desplazamiento, reflexión y escalado temporal.
  - 1.4. Señales básicas: sinusoidal, exponencial, impulso unitario, escalón y rampa.
  - 1.5. Concepto de sistema. Asociación. Sistemas lineales e invariantes en el tiempo.

2. Sistemas lineales e invariantes en el tiempo (LTI)
  - 2.1. Caracterización de sistemas en tiempo discreto LTI mediante la respuesta al impulso. La suma de convolución.
  - 2.2. Caracterización de sistemas en tiempo continuo LTI mediante la respuesta al impulso. La integral de convolución.
  - 2.3. Propiedades del operador de convolución: elemento unitario, conmutativa, asociativa, distributiva, derivación y desplazamiento.
  - 2.4. Propiedades de los sistemas LTI: memoria, invertibilidad, causalidad y estabilidad.
  - 2.5. Descripción de sistema LTI causales mediante ecuaciones diferenciales y en diferencias.
  
3. Representaciones de señales continuas periódicas mediante series de Fourier (SF)
  - 3.1. Respuesta de los sistemas LTI a la exponencial compleja. Concepto de autofunción, autovalor y de respuesta en frecuencia.
  - 3.2. Desarrollo en serie de Fourier (DSF) de señales continuas periódicas.
  - 3.3. Interpretación espectral de los coeficientes del DSF.
  - 3.4. Determinación de los coeficientes del DSF.
  - 3.5. Convergencia de las SF.
  - 3.6. Propiedades de los coeficientes de la SF.
  
4. Representaciones de señales discretas periódicas mediante series de Fourier (SF)
  - 4.1. Respuesta de los sistemas LTI a la exponencial compleja. Concepto de autofunción, autovalor y de respuesta en frecuencia.
  - 4.2. Desarrollo en serie de Fourier (DSF) de señales discretas periódicas. Diferencias con el caso continuo.
  - 4.3. Interpretación espectral de los coeficientes del DSF.
  - 4.4. Determinación de los coeficientes del DSF.
  - 4.5. Propiedades de los coeficientes de la SF.
  - 4.6. Señales periódicas y los sistemas LTI.
  
5. Transformada de Fourier (TF) de señales continuas aperiódicas y periódicas
  - 5.1. Introducción al concepto de TF a partir del DSF.
  - 5.2. Definición y condiciones de existencia.
  - 5.3. TF de señales periódicas. Relación con el DSF.
  - 5.4. Propiedades de la TF. Aplicaciones.
  - 5.5. Análisis de sistemas descritos por ecuaciones diferenciales. Cálculo de la respuesta en frecuencia y de la respuesta al impulso.
  
6. Transformada de Fourier (TF) de señales discretas aperiódicas y periódicas
  - 6.1. Introducción al concepto de TF a partir del DSF.
  - 6.2. Definición y condiciones de existencia. Diferencias con el caso continuo.
  - 6.3. TF de señales periódicas. Relación con el DSF.
  - 6.4. Relación de la TF con la transformada discreta de Fourier (DFT).
  - 6.5. Propiedades de la TF. Aplicaciones.
  - 6.6. Análisis de sistemas descritos por ecuaciones en diferencias. Cálculo de la respuesta en frecuencia y de la respuesta al impulso.
  
7. Muestreo: representación de una señal continua a partir de sus muestras
  - 7.1. Introducción: ejemplos y concepto de muestreo.
  - 7.2. Muestreo ideal. Teorema de muestreo (condición de Nyquist).
  - 7.3. Reconstrucción de la señal usando interpolación temporal.
  - 7.4. Efecto del submuestreo: aliasing.
  - 7.5. Simulación de sistemas continuos usando sistemas discretos.
  - 7.6. Diezmado e interpolación.

8. Análisis de señales y sistemas continuos en el dominio transformado de Laplace (TL)
  - 8.1. Introducción al dominio transformado de Laplace.
  - 8.2. Autofunciones y autovalores de un sistema LTI. Función de transferencia. Transformada de Laplace. Relación con la TF.
  - 8.3. Transformada inversa (funciones racionales).
  - 8.4. Conceptos de región de convergencia y diagrama de polos-ceros. Propiedades.
  - 8.5. Evaluación aproximada de la TF a través del diagrama de polos-ceros.
  - 8.6. Propiedades más relevantes de la TL.
  - 8.7. Análisis y caracterización de los sistemas LTI en el dominio transformado: estabilidad, causalidad e invertibilidad.
  
9. Análisis de señales y sistemas discretos en el dominio transformado Z (TZ)
  - 9.1. Introducción al dominio transformado Z.
  - 9.2. Autofunciones y autovalores de un sistema LTI. Función de transferencia. Transformada Z. Relación con la TF. Diferencias con el caso continuo.
  - 9.3. Transformada inversa (funciones racionales).
  - 9.4. Conceptos de región de convergencia y diagrama de polos-ceros. Propiedades.
  - 9.5. Evaluación aproximada de la TF a través del diagrama de polos-ceros.
  - 9.6. Propiedades más relevantes de la TZ.
  - 9.7. Análisis y caracterización de los sistemas LTI en el dominio transformado: estabilidad, causalidad e invertibilidad.

## Requisitos Previos

La asignatura es autocontenida en el apartado de señales y sistemas. Sin embargo, para un adecuado seguimiento de la asignatura el alumno debe disponer de un manejo claro de algunos conocimientos matemáticos básicos, como son: variable compleja, herramientas de cálculo y álgebra matricial.

En concreto, y relacionado con el Plan de Estudios de Ingeniero de Telecomunicación de la ULPGC, estos conocimientos se deben adquirir en:

- A.- CÁLCULO (1er curso, 1er cuatrimestre):
  - A.1.- Introducción al número real y complejo
  - A.2.- Límites y continuidad
  - A.3.- Diferenciación
  - A.4.- Series numéricas y funcionales
- B.- ÁLGEBRA LINEAL (1er curso, 1er cuatrimestre):
  - B.1.- Sistemas de ecuaciones lineales
  - B.2.- Espacios vectoriales euclídeos
- C.- AMPLIACIÓN DE CÁLCULO (1er curso, 2º cuatrimestre):
  - C.1.- Integración simple
  - C.2.- Ecuaciones diferenciales ordinarias y sistemas

## Objetivos

- 1.- Objetivos Conceptuales
  - 1.1.- Conocer las herramientas matemáticas de que permiten la representación de señales y sistemas en el dominio temporal.
  - 1.2.- Conocer las herramientas matemáticas de que permiten la representación de señales y sistemas en los dominios transformados, Fourier, Laplace y Z.
  - 1.3.- Reconocer y comprender las diferencias y sus consecuencias entre las señales continuas,

discretas, periódicas y aperiódicas.

## 2.- Objetivos Procedimentales

2.1.- Manejar las herramientas matemáticas de que permiten la representación de señales y sistemas en el dominio temporal.

2.2.- Manejar las herramientas matemáticas de que permiten la representación de señales y sistemas en los dominios transformados, Fourier, Laplace y Z.

2.3.- Analizar y diseñar señales y sistemas deterministas lineales e invariantes en el tiempo involucrados en el mundo de las comunicaciones.

2.4.- Relacionar los comportamientos o características (continua, discreta, periódica, aperiódica) de las señales y sistemas en los dominios temporal y frecuencial.

2.5.- Interpretar y resolver problemas asociados a las señales que portan información y los sistemas físicos LTI que participan en el proceso.

## 3.- Objetivos Actitudinales

3.1.- Sensibilizarse con un conjunto de problemas realistas del entorno de telecomunicaciones.

## Metodología

### 1.- Seguimiento tutorizado:

1.1.- Actividad profesor: Al ser una asignatura a extinguir sin clases magistrales, la asistencia al alumno se realiza mediante un seguimiento tutorizado de aquellos estudiantes que lo soliciten. Ver detalles más abajo.

#### 1.2.- Actividad estudiante:

1.2.1.- Presencial: asistencia a las tutorías programadas. En ellas el estudiante podrá realizar las consultas respecto a lo estudiado de manera individual o seguir un plan de trabajo elaborado por el profesor. El plan le será entregado a aquellos alumnos que lo soliciten dentro del periodo comprendido en los dos primeros meses del curso (sept y oct).

1.2.2.- No presencial: revisión y estudio de lo explicado o de lo indicado en el plan de trabajo, complementando con la bibliografía básica del curso; y realización de, al menos, el conjunto de problemas propuestos por tema.

## Criterios de Evaluación

### ACTIVIDADES QUE LIBERA MATERIA:

\* Los exámenes de teoría y prácticas. Los porcentajes y opciones de evaluación están descritos en el apartado de 'Otras consideraciones'.

### OTRAS CONSIDERACIONES:

\* Teoría:

La nota de teoría supone 7,5 puntos de los 10 disponibles en la asignatura (el resto está dedicado a la parte práctica). Es necesario superar el 50% de la nota de teoría para que ésta sea sumada a la de prácticas. En caso contrario la nota final sólo será la de la parte teórica.

Las notas obtenidas se conservan hasta el examen extraordinario de diciembre (incluido).

La evaluación se realizará mediante examen único a realizar en las convocatorias ordinarias y extraordinarias que establezca la EITE.

\* Prácticas:

Las prácticas puntúan 2,5 puntos de los 10 disponibles en la asignatura. Es necesario superar el 40% para poder sumar la nota de prácticas a la de teoría. En el caso de no superar éste límite la nota final de la asignatura será de 4 puntos.

La evaluación de las prácticas se realizará mediante examen en el laboratorio basado en los contenidos del Manual de Laboratorio y el trabajo desarrollado durante las prácticas.

En caso de que la EITE no asigne un día y hora específico para la realización del examen de prácticas, esta fecha y hora se elegirá entre los presentes en el día, hora y lugar que la EITE asigne para hacer el examen teórico.

Las notas obtenidas se conservan hasta el examen extraordinario de diciembre (incluido). Este límite se amplía a los cursos académicos posteriores si, siguiendo la normativa de la ULPGC, el proyecto docente no sufre modificación y el alumno se presenta a todas las convocatorias que tiene derecho.

## Descripción de las Prácticas

Las prácticas constan de 4 Temas. Toda la documentación de prácticas se encuentra en la página web de la asignatura y requiere del uso del entorno de cálculo numérico Matlab(R): [www.idetic.eu->Formacion->Grado->Teoría de la Señal](http://www.idetic.eu->Formacion->Grado->Teoría de la Señal).

El programa de cada práctica es el siguiente:

Práctica 0: Introducción al Matlab (R)

1. Creación y manipulación de variables (matrices).
2. Matemática compleja.
3. Matemática matricial.
4. Capacidades gráficas.
5. Generación de scripts y funciones.
6. El entorno de ayuda del Matlab.

Práctica 1: Representación de señales y sistemas

1. Generación y audición de señales elementales: tono y tono con caída exponencial.
2. Representación gráfica de señales con correcta referencia en los ejes temporales.
3. Grabación de señal audio y reproducción.
4. Generación de un sistema que produce eco, y escucha de señal.
5. Reflexionar a la señal grabada y escucha de ésta.

Práctica 2: Sistemas LTI: cálculo de respuestas

1. Cálculo y representación de la convolución de señales aperiódicas ( función `conv()` ).
2. Generar señales periódicas a partir de una aperiódica.
3. Cálculo y representación de la convolución de señales periódicas. Creación de la función `convp()`.
4. Calcular la salida de una entrada dada de un sistema descrito por ecuación en diferencias. La función `filter()`.

Práctica 3: Series de Fourier

Sesión 1ª Series de Fourier

1. Utilización de la función `fftshift`.
2. Síntesis de señales discretas y continuas.

Sesión 2ª Series de Fourier

1. Verificación de síntesis de señal a partir de coeficientes calculados de forma teórica.
2. Verificación de análisis de señal (cálculo de coeficientes) con las señales estudiadas en los ejercicios previos

3. Estudio de las diferencias (o no) obtenidas entre coeficientes calculados mediante MATLAB© y teóricamente.

Sesión 3ª Series de Fourier

1. Filtrado ideal de señales.
2. Cálculo de energías y verificación respecto al valor teórico.
3. Aplicación de la propiedad de convolución.
4. Aplicación de la propiedad de multiplicación.

## Bibliografía

### [1 Básico] Señales y sistemas / Alan V. Oppenheim /

*Alan V. Oppenheim, Alan S. Willsky.*

*Prentice Hall : Pearson : Addison Wesley,, México : (1998) - (2ª ed.)*

*970170116X*

### [2 Recomendado] Señales y sistemas: análisis mediante métodos de transformada y MATLAB /

*Michael J. Roberts ; traducción, Gabriel Nagore Cazares ; revisor técnico, Gloria Mata Hernández.*

*McGraw-Hill,, México [etc.] : (2005)*

*970-10-5067-3*

### [3 Recomendado] Signals and Systems /

*Simon Haykin, Barry Van Veen.*

*John Wiley & Sons,, Hoboken, NJ : (2003) - (2nd ed.)*

*0471378518*

## Organización Docente de la Asignatura

Contenidos	Horas					Competencias y Objetivos
	HT	HP	HCT	HTT	HAI	
Semana 1: Tema 1			1		3	1.1, 1.3
Semana 2: Tema 1			1		5	1.1, 1.3, 2.1, 2.3
Semana 3: Tema 1, 2 y Práctica 0			1		7	1.1, 1.3, 2.1, 2.3
Semana 4: Tema 2 y Práctica 0			1	2	7	1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2, 2.3
Semana 5: Tema 2 y 3			1,25		8	1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2, 2.3
Semana 6: Tema 3, 4 y Práctica 1			2	2	7	1.2, 1.3, 2.2, 2.3, 2.4

Contenidos	Horas					Competencias y Objetivos
	HT	HP	HCT	HTT	HAI	
Semana 7: Tema 4 y Práctica 2			2	4	8	1.2, 1.3, 2.2, 2.3, 2.4
Semana 8: Tema 5 y Práctica 3 sesión 1			1,25	6	8	1.2, 1.3, 2.2, 2.3, 2.4
Semana 9: Tema 5, 6 y Práctica 3 sesión 2			1,25	4	10	1.2, 1.3, 2.2, 2.3, 2.4
Semana 10: Tema 6, 7 y Práctica 3 sesión 3			1	6	8	1.2, 1.3, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 3.1
Semana 11: Tema 7			2		8	1.3, 2.3, 2.5, 3.1
Semana 12: Tema 7 y 8			1		8	1.3, 2.3, 2.5, 3.1
Semana 13: Tema 8 y Examen parcial opcional			1		7	1.3, 2.3, 2.5, 3.1
Semana 14: Tema 8 y 9			1		7	1.2, 1.3, 2.2, 2.3, 2.4
Semana 15: Tema 9			1		6,25	1.2, 1.3, 2.2, 2.3, 2.4

## Equipo Docente

**IVÁN ALEJANDRO PÉREZ ÁLVAREZ** (COORDINADOR)

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

**Teléfono:** 928457362 **Correo Electrónico:** ivan.perez@ulpgc.es

**WEB Personal:** <http://www.gic.dsc.ulpgc.es>

**JOSÉ MIGUEL CANINO RODRÍGUEZ** (RESPONSABLE DE PRACTICAS)

**Categoría:** TITULAR DE ESCUELA UNIVERSITARIA

**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

**Teléfono:** 928457361 **Correo Electrónico:** jose.canino@ulpgc.es

## Resumen en Inglés

This program covers basics aspects of signal and system analysis, in continuous and discrete time. Taking as starting point the basics concepts and mathematical tools known at the beginning of the second course, the main new concepts presented are: linear and time invariant systems

characterisation using the impulse response, convolution, continuous and discrete time Fourier Series and Transform, and signal and system analysis in the transform domain. All these concepts will be used in the remaining subjects of the career.