

**Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias**  
**Carrera Ingeniería en Sonido y Acústica**  
**IES630 Procesamiento Digital de Señales**  
 Período 2016-2

**1. Identificación**

Número de sesiones: 48

Número total de horas de aprendizaje: TOTAL: 120 h= 48 presenciales + 72 h de trabajo autónomo.

Créditos – malla actual: 4,5

Profesor: Jorge Páez Rodríguez

Correo electrónico del docente (Udlanet): jo.paez@udlanet.ec

Coordinador: Christiam Garzón

Campus: Sede Norte Granados

Pre-requisito: IES542

Co-requisito:

Paralelo: 1

Tipo de asignatura:

Optativa	
Obligatoria	X
Práctica	

Organización curricular:

Unidad 1: Formación Básica	
Unidad 2: Formación Profesional	X
Unidad 3: Titulación	

Campo de formación:

Campo de formación				
Fundamentos teóricos	Praxis profesional	Epistemología y metodología de la investigación	Integración de saberes, contextos y cultura	Comunicación y lenguajes
	X			

**2. Descripción del curso**

Evaluar señales discretas, convertir señales analógicas a tiempo discreto. Analizar, modificar y filtrar las señales para su procesamiento digital mediante software matemático.

**3. Objetivo del curso**

Analizar las señales y sus propiedades aplicando la teoría matemática utilizada para el procesamiento digital de señales acústicas a través de un software de programación Matlab.

#### 4. Resultados de aprendizaje deseados al finalizar el curso

Resultados de aprendizaje (RdA)	RdA perfil de egreso de carrera	Nivel de desarrollo (carrera)
<p>1. Distingue los principios, propiedades y características fundamentales de señales discretas</p> <p>2. Analiza la teoría de varios tipos de filtros utilizados para procesar señales acústicas.</p> <p>3. Realizar operaciones matemáticas de señales en tiempo discreto mediante software de programación.</p> <p>4. Diseña modelos acústicos, mediante simulación matemática</p> <p>5. Evalúa las propiedades de la transformación de Fourier discreta y de la transformación Z.</p>	<p>9. Aplica con criterio la ciencia de la acústica y electroacústica, en conjunto con todas las competencias adquiridas en la carrera, para dar soluciones y/o crear tecnología innovadora que beneficie a la sociedad y el país.</p>	<p><b>Inicial</b> ( )</p> <p><b>Medio</b> ( )</p> <p><b>Final</b> (X)</p>

#### 5. Sistema de evaluación

De acuerdo al Modelo Educativo de la UDLA la evaluación busca evidenciar el logro de los resultados de aprendizaje (RdA) enunciados en cada carrera y asignatura, a través de mecanismos de evaluación (MdE). Por lo tanto la evaluación debe ser continua, formativa y sumativa. La UDLA estipula la siguiente distribución porcentual para los reportes de evaluaciones previstas en cada semestre de acuerdo al calendario académico:

Reporte de progreso 1 35%  
Sub componentes

Reporte de progreso 2 35%  
Sub componentes

Evaluación final 30%  
Sub componentes (si los hubiese)

Al finalizar el curso habrá un examen de recuperación para los estudiantes que, habiendo cumplido con más del 80% de asistencia presencial a clases, deseen reemplazar la nota de un examen anterior (ningún otro tipo de evaluación). Este examen debe integrar todos los conocimientos estudiados durante el periodo académico, por lo que será de alta exigencia y el estudiante necesitará prepararse con rigurosidad. La nota de este examen reemplazará a la del examen que sustituye. Recordar que para rendir el EXAMEN DE RECUPERACIÓN, es requisito que el estudiante haya asistido por lo menos al 80% del total de las sesiones programadas de la materia. No se podrá sustituir la nota de un examen

previo en el que el estudiante haya sido sancionado por una falta grave, como copia o deshonestidad académica.

## 6. Metodología del curso y de mecanismos de evaluación.

Diversas metodologías son necesarias para la enseñanza de laboratorio de mediciones acústicas al ser una materia profesionalizante, inicialmente el inductivo en donde el profesor dará la clase sobre conceptos básicos, luego de presentar a los estudiantes los objetivos del subtema. La clase podrá ser magistral, consultas, exposiciones, lecturas, resumen de videos sobre temas específicos, que no se limitará a la clase en el aula, también se observarán los conceptos básicos demostrativos en el laboratorio. La siguiente clase se iniciará con un recordatorio de la clase anterior para atender dudas y avanzar con la resolución de ejercicios explicando siempre la aplicación en la vida profesional y relacionada a la vida cotidiana. Para terminar el tema se podrá aplicar talleres para resolución de ejercicios o resolución por parte de estudiantes en la pizarra con la guía del profesor, en donde se podrá observar los vacíos del estudiante y en donde reforzar la clase y aplicar el enfoque constructivista de la UDLA; a más de los trabajos o proyectos en grupo que robustecerá el trabajo cooperativo y en equipo. Describir cada uno de los mecanismos de evaluación y de manera especial el producto que se espera de los estudiantes, y explicar cómo los modelos de evaluación seleccionados se relacionan con la evaluación continua y formativa para que el estudiante logre el nivel de resultado de aprendizaje deseado. Tomar en cuenta que según el modelo educativo de la UDLA todo el proceso debe estar centrada principalmente en el estudiante (aprendizaje), con enfoque constructivista a través de la participación constante, el trabajo cooperativo y la permanente vinculación entre la teoría y la práctica.

	Porcentaje (%)	Puntuación
Ejercicio Laboratorio	5	1,43
Ejercicio Laboratorio	5	1,43
Ejercicio Laboratorio	5	1,43
Examen Progreso 1	20	5,71
PROGRESO 1	35	10

	Porcentaje (%)	Puntuación
Ejercicios de Clase	3.75	1,0714
Ejercicio Laboratorio	3.75	1,0714
Ejercicio Laboratorio	3.75	1,0714
Ejercicio Laboratorio	3.75	1,0714
Vinculación con la comunidad	5	1,43
Examen Progreso 2	15	4,28
PROGRESO 2	35	10

	Porcentaje (%)	Puntuación
Ejercicio Laboratorio	5	1,43
Trabajo Final Curso	10	3,33
Examen Final	15	6,67
EVALUACION FINAL	30	10

En el caso que no se pueda realizar ejercicio de vinculación con la comunidad, ese porcentaje de la nota se asignará a la nota del examen del progreso 2.

Las metodologías y mecanismos de evaluación deben explicarse en los siguientes escenarios de aprendizaje:

- 6.1. **Escenario de aprendizaje presencial.**  
Se realizarán diferentes prácticas en las que se reforzará el conocimiento adquirido en clases magistrales.
- 6.2. **Escenario de aprendizaje virtual**  
Los trabajos planteados se realizarán en software de procesamiento y la retroalimentación con el docente y compañeros se realizará mediante el aula virtual.
- 6.3. **Escenario de aprendizaje autónomo.**  
Comprende trabajo investigativo, para poder solucionar de forma aplicativa los problemas planteados relacionado con aplicaciones del procesamiento de señales.

## 7. Temas y subtemas del curso

RdA	Temas	Subtemas
1. Distingue los principios, propiedades y características fundamentales de señales discretas. 3. Realizar operaciones matemáticas de señales en tiempo discreto mediante software de programación. 5. Evalúa las propiedades de la transformación de Fourier discreta y de la transformación Z.	1. Representación de señales	1.1 Introducción 1.2 Señales y sus conceptos teóricos 1.3 Clasificación de señales (Tiempo continuo y tiempo discreto) 1.4 Propiedades de señales (Periodo, par e impar, finitas/infinitas) 1.5 Transformaciones de señales (Desplazamiento, Inversión de tiempo) 1.6 Señales de tiempo discreto y sistemas, secuencias 1.7 Señales importantes y útiles (Impulso de Dirac, impulso unitario, escalón unitario) 1.8 Sistemas de tiempo discreto.
3. Realizar operaciones matemáticas	2. Transformación de Fourier discreta	2.1 Variables complejos (Amplitud y fase, funciones complejas) 2.2 Respuesta en frecuencia de un sistema 2.3 Señales de exponenciales complejos

<p>de señales en tiempo discreto mediante software de programación.</p> <p>5. Evalúa las propiedades de la transformación de Fourier discreta y de la transformación Z.</p>		<p>2.4 Transformación de Fourier Discreta de Señales</p> <p>2.5 Propiedades de la FT</p> <p>2.6 Margen de convergencia</p> <p>2.7 Teorema de muestreo de Shannon/Nyquist</p>
<p>3. Realizar operaciones matemáticas de señales en tiempo discreto mediante software de programación.</p> <p>5. Evalúa las propiedades de la transformación de Fourier discreta y de la transformación Z.</p>	<p>3. La transformación Z</p>	<p>3.1. Definición</p> <p>3.2 Aplicación</p> <p>3.3 Margen de Convergencia</p> <p>3.4 Diagrama de polos y ceros</p> <p>3.5 Función de Transferencia en Z</p>
<p>2. Analiza la teoría de varios tipos de filtros utilizados para procesar señales acústicas.</p> <p>3. Realizar operaciones matemáticas de señales en tiempo discreto mediante software de programación.</p>	<p>4. Filtros Digitales</p>	<p>4.1 Procesamiento de señales a partir de filtros digitales.</p> <p>4. Filtro pasa bajo, Filtro pasa banda, Filtro pasa alto.</p> <p>4.3 Filtros FIR.</p> <p>4.4 Filtros IIR.</p>
<p>4. Diseña modelos acústicos, mediante simulación matemática</p>	<p>5. Modelado de sistemas acústicos</p>	<p>5.1 Introducción.</p> <p>5.2 Modelos de propagación acústica en Matlab</p> <p>5.3 Modelos acústicos para investigación en Matlab</p>

## 8. Planificación secuencial del curso

Semana 1-6					
# RdA	Tema	Sub tema	Actividad/ estrategia de clase	Tarea/ trabajo autónomo	MdE/Producto/ fecha de entrega
1 , 3 y 5	<i>Semana 1</i> 1. <i>Representación de señales</i>	1.1 Introducción 1.2 Señales y sus conceptos teóricos 1.3 Clasificación de señales (Tiempo continuo y tiempo discreto) 1.4 Propiedades de señales (Periodo, par e impar, finitas/infinitas) 1.5 Transformaciones de señales (Desplazamiento, Inversión de tiempo) 1.6 Señales de tiempo discreto y sistemas, secuencias 1.7 Señales importantes y útiles (Impulso de Dirac, impulso unitario, escalón unitario) 1.8 Sistemas de tiempo discreto.	Clases magistrales. (1)  Análisis de lecturas. (2)  Trabajo colaborativo guiado en resolución de ejercicios. (1)  Ejercicios introducción en Matlab (3)	Lecturas complementarias y resolución de ejercicios (Sección principal de señales de tiempo discretas y sistemas) (Oppenheim, Alan V., Schafer W. Ronald (2009)) (3)  Repaso de ejercicios realizados y resueltos en clase (2)	Informes práctica 0 laboratorio. Semana 3  Informes práctica 1 laboratorio. Semana 4

Semana 7-12					
# RdA	Tema	Sub tema	Actividad/ estrategia de clase	Tarea/ trabajo autónomo	MdE/Producto/ fecha de entrega
3 y 5	Semana 7 2. Transformación de Fourier discreta	2.1 Variables complejos (Amplitud y fase, funciones complejas) 2.2 Respuesta en frecuencia de un sistema 2.3 Señales de exponenciales complejos 2.4 Transformación de Fourier Discreta de Señales 2.5 Propiedades de la FT 2.6 Margen de convergencia 2.7 Teorema de muestreo de Shannon/Nyquist	Clases magistrales. (1)  Análisis de lecturas. (2)  Trabajo colaborativo guiado en resolución de ejercicios. (1)  Prácticas de laboratorio en Matlab. (3)	Lecturas complementarias y resolución de ejercicios (Sección de Transformación de Fourier en Tiempo discreto: Propiedades de la FT, Respuesta en frecuencia) (Oppenheim, Alan V., Schafer W. Ronald (2009)) (3)  Lecturas complementarias y resolución de ejercicios (Sección de Teorema de Shannon/Nyquist, Margen de convergencia) (Oppenheim, Alan V., Schafer W. Ronald (2009)) (3)	Ejercicio de Convolución Semana 6  Informe práctica 2 laboratorio Semana 8  Informe práctica 3 laboratorio Semana 10
3 y 5	Semana 11 3. La transformación Z	3.1. Definición 3.2 Aplicación 3.3 Margen de Convergencia 3.4 Diagrama de polos y ceros 3.5 Función de Transferencia en Z	Clases magistrales. (1)  Análisis de lecturas. (2)  Trabajo colaborativo guiado en resolución de ejercicios. (1)  Prácticas de laboratorio en Matlab. (3)	Lecturas complementarias y resolución de ejercicios (Sección Transformada Z) (Oppenheim, Alan V., Schafer W. Ronald (2009)) (3)	Informes práctica 4 laboratorio Semana 11

Semana 13-16					
RdA	Tema	Sub tema	Actividad/ estrategia de clase	Tarea/ trabajo autónomo	MdE/Producto/ fecha de entrega
2 y 3	<i>Semana 13</i> <i>4. Filtros Digitales</i>	4.1 Procesamiento de señales a partir de filtros digitales. 4. Filtro pasa bajo, Filtro pasa banda, Filtro pasa alto. 4.3 Filtros FIR. 4.4 Filtros IIR.	Clases magistrales. (1)  Análisis de lecturas. (2)  Trabajo colaborativo guiado en resolución de ejercicios. (1)  Prácticas de laboratorio en Matlab. (3)	Lecturas complementarias y resolución de ejercicios (Sección de filtros de tiempo discretos/digitales, filtros especiales) (Oppenheim, Alan V., Schafer W. Ronald (2009)) (3)  Ejercicios en Matlab sobre filtros Ejercicios en Matlab sobre aplicaciones externas al audio (3)	Informes práctica 5 laboratorio Semana 13
4	<i>Semana 14</i> <i>5. Modelado de sistemas acústicos</i>	5.1 Introducción. 5.2 Modelos de propagación acústica en Matlab 5.3 Modelos acústicos para investigación en Matlab	Plenaria sobre Aplicación en Matlab para modelos de propagación acústica. (1)  Modelos de simulación (3)	Investigación de paper sobre aplicación de Matlab en la acústica (2)  Desarrollar aplicaciones en Matlab (3)	Presentación, realizar informe de aplicaciones en Matlab Semana 16



## 9. Normas y procedimientos para el aula

Sólo podrán aspirar a la máxima nota en cada práctica los alumnos que asistan a la totalidad de las sesiones que compongan tanto la parte práctica como la parte teórica.

Sólo se aceptarán los trabajos entregados a través del aula virtual antes de la fecha límite que se estipule para cada trabajo. En caso que no se entregue en el tiempo marcado, sólo se valorará la parte práctica del ejercicio.

A pesar que los ejercicios se realicen en grupos, si una persona no asiste a la práctica no tendrá nota para dicho ejercicio.

-Se tomará lista a los 10 minutos de que inicia la clase, y no se permitirá el ingreso a estudiantes que lleguen más tarde.

-No se acepta el uso de celular en clase, en caso de esperar una llamada de emergencia se solicita que el estudiante ponga en silencio el celular y salga para contestar.

-Para utilizar los servicios básicos o tener la necesidad de salir un momento de clase no es necesario pedir permiso.

-En caso de encontrar ayudas memorias en los progresos, el estudiante, se calificará con 1 la evaluación.

-En caso de encontrar a estudiantes conversando, preguntando a otros estudiantes en los progresos, los estudiantes serán calificados con 1 en la evaluación.

-En caso que el estudiante no sea capaz de defender sus trabajos después de la entrega a las preguntas del profesor, se entenderá como que ha copiado la resolución, y por tanto se calificará con un 1.

## 10. Referencias bibliográficas

### 10.1. Principales.

Oppenheim, Alan V., Schafer W. Ronald (2009). Tratamiento de señales en tiempo discreto, PEARSON Educación.

Mitra, Sanjit K. (2006). Procesamiento de señales digitales, McGRAW HILL, Mexico

Leon W. Couch II (1998). Sistemas de comunicación digitales y analógicos. 5o Edición. México Prentice Hall.

Hernán Paz Penagos (2009). Sistemas de comunicación digitales. Bogotá Escuela Colombiana de Ingeniería.

### 10.2. Referencias complementarias.

Weeks, Michael (2007). Digital Signal Processing using Matlab and Wavelets. Infinity Science Press.

## 11. Perfil del docente

Nombre de docente: Jorge Páez Rodríguez.

Maestría en Gestión y Evaluación de la Contaminación Acústica obtenido en la Universidad de Cádiz, Ingeniero Técnico de Telecomunicaciones especialidad Sonido e Imagen obtenido en la Universidad Politécnica de Valencia. Experiencia en el campo de ingeniería acústica.