

**Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias**  
**Carrera: Ingeniería en Sonido y Acústica**  
**Código del curso: IES400. Asignatura: Fundamentos de Acústica I**  
**Período 2016-1**

**1. Identificación**

Carlos Andrés Jurado Orellana, Msc. PhD.  
c.jurado@udlanet.ec

Número de sesiones: 64

Número total de horas de aprendizaje:

160 h= 64 presenciales + 96 h. de trabajo autónomo.

Créditos – malla actual: 4

Profesor: Carlos Andrés Jurado Orellana, Msc. PhD.

Correo electrónico del docente: c.jurado@udlanet.ec

Coordinador: Christiam Garzón

Campus: Granados

Pre-requisito: --

Co-requisito: --

Paralelo: 1

Tipo de asignatura:

|             |          |
|-------------|----------|
| Optativa    |          |
| Obligatoria | <b>X</b> |
| Práctica    |          |

Organización curricular:

|                                 |          |
|---------------------------------|----------|
| Unidad 1: Formación Básica      | <b>X</b> |
| Unidad 2: Formación Profesional |          |
| Unidad 3: Titulación            |          |

Campo de formación:

| <b>Campo de formación</b> |                    |   |   |                          |
|---------------------------|--------------------|---|---|--------------------------|
| Fundamentos teóricos      | Praxis profesional | Epistemología y metodología de la investigación | Integración de saberes, contextos y cultura | Comunicación y lenguajes |
| <b>X</b>                  |                    |   |   |                          |

## 2. Descripción del curso

Este curso cubre la primera sección de conocimientos fundamentales para Ingeniería acústica. La materia está dividida en tres partes, en la primera se estudia la teoría del sonido en el aire y se desarrolla las principales ecuaciones utilizadas para predecir la propagación del sonido, en la segunda se estudian modelos de fuentes acústicas, y se obtiene un conocimiento general acerca de los factores que afectan la radiación del sonido. En la tercera parte se estudia el comportamiento del sonido en espacios cerrados, cubriendo temas como: resonancias en tubos, modos naturales de cuartos rectangulares, análisis estadístico del sonido, la respuesta transitoria de recintos cerrados, finalizando con la derivación de la ecuación de Sabine para la predicción del tiempo de reverberación (T60) de un recinto cerrado con campo reverberante difuso.

Con el conocimiento y competencia adquiridos en esta materia el estudiante estará en capacidad de tomar materias de aplicación de ingeniería acústica tales como: acústica ambiental, acústica arquitectónica y acondicionamiento acústico.

## 3. Objetivo del curso

Describir los temas que forman la primera parte del conocimiento fundamental requerido para ingeniería acústica, como son la teoría de propagación del sonido en el aire, la percepción humana del sonido, los tipos de fuentes sonoras, así como el comportamiento del sonido en recintos cerrados. Esto con el objetivo de que los estudiantes lleguen a materias de aplicación con un conocimiento sólido de la teoría fundamental de ingeniería acústica.

## 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. <i>Describe la teoría fundamental de ondas acústicas planas y esféricas que se propagan en el aire en espacio abierto</i></p> <p>2. <i>Describe la teoría de radiación de energía acústica de fuentes mono polares.</i></p> <p>3. <i>Explica las ecuaciones que se usan para cuantificar la combinación de energía acústica de varias fuentes.</i></p> <p>4. <i>Describe modelos matemáticos de diferentes tipos de fuentes de sonido y los factores que afectan la propagación del sonido en espacio abierto</i></p> <p>5. <i>Reconoce los principios de la teoría de acústica ondulatoria y estadística para recintos cerrados</i></p> | <p>1-3 <i>Evalúa adecuadamente el impacto ambiental causado por todo tipo de fuentes de ruido.</i></p> <p>4-5. <i>Diseña con criterio soluciones de acondicionamiento y aislamiento acústico para todo tipo de espacios arquitectónicos.</i></p> | <p><b>Inicial ( X )</b></p> <p><b>Medio ( X )</b></p> <p><b>Final ( )</b></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<br>Sub componentes             | 35% |
| Reporte de progreso 2<br>Sub componentes             | 35% |
| Evaluación final<br>Sub componentes (si los hubiese) | 30% |

Detalle:

|                              | Porcentaje (%) | Puntuación |
|------------------------------|----------------|------------|
| Exposición: Paper científico | 15             | 4.3        |
| Control escrito 1            | 20             | 5.7        |
| PROGRESO 1                   | 35             | 10         |

|  | Porcentaje (%) | Puntuación |
|--|----------------|------------|
| Informe y exposición: Paper científico | 15             | 4.3        |
| Control escrito 2                      | 20             | 5.7        |
| PROGRESO 2                             | 35             | 10         |

|  | Porcentaje (%) | Puntuación |
|--|----------------|------------|
| Informe y exposición:<br>Instrumentos musicales* | 10             | 3.33       |
| Control escrito 3                                | 20             | 6.66       |
| EVALUACIÓN FINAL                                 | 30             | 10         |

\* Enfoque en instrumentos de viento

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

Se describe a continuación la metodología a y mecanismos de evaluación de la asignatura.

- **Escenario de aprendizaje presencial:**
  - *Se realizarán Controles escritos 1, 2 y 3: Se evaluará el entendimiento de la materia mediante controles escritos en cada progreso. Cada control tendrá un 20 % del valor del progreso. Los controles no son acumulativos y no corresponden a exámenes.*

• **Escenario de aprendizaje virtual y autónomo:**

- *Exposición de paper científico: Estudiantes en grupos de trabajo leerán un paper científico relacionado con los temas tratados en clases. Luego harán una exposición grupal donde indiquen de qué se trata el paper y explicar en sus palabras tanto lo que entendieron como secciones que no les quedaron claras. Se favorece la discusión abierta de los temas tratados, su vinculación a lo visto en clases, y que el alumno exprese su opinión general acerca de la calidad del paper. Al final de la exposición el profesor hará preguntas que serán parte de la evaluación, donde se medirá el pensamiento crítico del alumno y capacidad para relacionar los diversos temas de la materia.*
- *Exposición e informe de paper científico: Además de la exposición acerca de un paper científico –que se evalúa tal como indicado arriba–, en este caso alumnos en grupo también escribirán un informe acerca del paper. El informe debe indicar que temas trató el paper en cada sección. Debe incluir una discusión final y opinión, donde los alumnos muestren su propia capacidad de razonamiento. Debe ser escrito por los alumnos y no es necesario (pero posible si ayuda a explicar) insertar figuras del paper. Este informe no debe superar un 10 % de similitud con otros textos, de lo contrario se aplicarán descuentos según el reglamento de la Universidad en cuanto a plagios.*
- *Informe y exposición acerca de Instrumentos musicales: Este caso es similar a lo descrito arriba en cuanto a requerimientos. Pero las fuentes no necesariamente son papers científicos. La información puede obtenerse también de libros u otras fuentes confiables.*

*Se propone este tema de interés didáctico, donde el alumno escogerá acerca de que instrumentos o familia de instrumentos musicales desea exponer y escribir. Los informes y exposiciones deberán ser originales del grupo, y como siempre se favorece la discusión abierta de los temas tratados, su vinculación a lo visto en clases, y que el alumno exprese su opinión general acerca del tema. Demostraciones del funcionamiento del instrumento son bienvenidas.*

## 7. Temas y subtemas del curso

| RdA   | Temas   | Subtemas   |
|---|---|--|
| 1. Describe la teoría fundamental de ondas acústicas planas y esféricas que se propagan en el aire en espacio abierto | 1. Teoría de propagación del sonido en el aire. | 1.1 Conceptos fundamentales de la acústica<br>1.2 Teoría de ondas planas<br>1: Ondas longitudinales, transversales e introducción a la ecuación de onda plana en gases.<br>1.3 Teoría de ondas planas<br>2: Derivación de la ecuación de onda en términos del desplazamiento y presión |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <p>acústica.</p> <p>1.4 Teoría de ondas planas</p> <p>3: Derivación y uso de las ecuaciones para la presión sonora, la impedancia, la velocidad de partícula, intensidad acústica, densidad de energía y para la propagación del sonido en el aire.</p> <p>1.5 Ondas esféricas 1: Derivación de la ecuación de onda sonora tridimensional en términos de la presión acústica</p> <p>1.6 Ondas esféricas 2: Impedancia en ondas esféricas: Derivación de las ecuaciones para la presión acústica e impedancia específica en ondas esféricas. Comprobaciones de que en campo alejado ondas esféricas se comportan como ondas planas.</p> |
| 2. Describe la teoría de radiación de energía acústica de fuentes mono polares.  | 2. La fuente Acústica monopolar (esfera pulsante)    | <p>2.1 La fuente monopolar Derivación de fórmulas para la presión, intensidad y potencia acústica. Eficiencia de radiación de la fuente.</p> <p>2.2 La fuente monopolar Presión, intensidad y potencia en campo libre y ambiente semianecoico.</p>   |
| 3. Explica las ecuaciones que se usan para cuantificar la combinación de energía acústica de varias fuentes.                                     | 3. Combinación de niveles de presión                 | 3.1 Niveles de presión sonora: Energía acústica y nivel de presión sonora. Combinación de niveles de presión sonora.   |
| 4. Describe modelos matemáticos de diferentes tipos de fuentes de sonido y los factores que afectan la propagación del sonido en espacio abierto | 4. Fuentes de sonido y el sonido en espacio abierto. | <p>4.1 Estudio de las fuentes puntual, lineal y plana.</p> <p>4.2 Factores que afectan la propagación del sonido en espacio abierto.</p>   |
| 5. Reconoce los principios de la teoría de acústica ondulatoria y estadística para recintos cerrados   | 5. Sonido en espacio cerrado                         | <p>5.1 Acústica ondulatoria 1 Ondas estacionarias: Superposición de ondas, interferencia, pulsaciones, ondas estacionarias en tubos cerrados y abiertos.</p> <p>5.2 Acústica ondulatoria 2 Resonancias en recintos cerrados: Modos axiales, tangenciales y oblicuos en</p>   |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <p>recintos rectangulares, formula general para modos en recintos rectangulares y densidad modal.</p> <p>5.3 Teoría estadística 1<br/>El campo sonoro en estado estacionario: Campo difuso, densidad de energía de los campos directo y reverberante, la constante R de absorción del recinto, derivación de la ecuación para el NPS en espacio cerrado.</p> <p>5.4 Teoría estadística 2<br/>Respuesta transitoria de un recinto cerrado. Derivación de la ecuación de Sabine para calcular el T60 para condición de campo difuso.</p> |
|--|--|--|

## 8. Planificación secuencial del curso

Para la siguiente tabla de planificación considerar que las actividades presenciales y virtuales se indican con los códigos 1 y 2, respectivamente.

| Semana 1-5 |  |          |   |   |  |
|------------|--|----------|---|---|--|
| RdA        | Tema   | Sub tema | Actividad/ estrategia de clase  | Tarea/ trabajo autónomo   | MdE/Producto/ fecha de entrega                   |
| #1         | 1. Teoría de propagación del sonido en el aire | 1.1 -1.6 | <p>(1) Clases magistrales</p> <p>(2) Análisis de lecturas</p> <p>(1) Resolución de ejercicios</p> | Lecturas capítulos relevantes de libros no. 1, 2 y 3 de la bibliografía. {Kinsler (2000), Moser (2009)} | <p>Trabajo en clases</p> <p>Exposición paper</p> |

| Semana 6-7 |                                 |          |   |   |  |
|------------|---------------------------------|----------|---|---|--|
| RdA        | Tema                            | Sub tema | Actividad/ estrategia de clase  | Tarea/ trabajo autónomo   | MdE/Producto/ fecha de entrega                     |
| #2         | 2. La fuente acústica monopolar | 2.1-2.2  | <p>(1) Clases magistrales</p> <p>(2) Análisis de lecturas</p> <p>(1) Resolución de ejercicios</p> | Lecturas capítulos relevantes de libros no. 1, 2 y 3 de la bibliografía. {Kinsler (2000), Moser (2009)} | <p>Control 1: Prueba escrita</p> <p>PROGRESO 1</p> |

**Semana 8-9**

| RdA | Tema                                 | Sub tema | Actividad/ estrategia de clase   | Tarea/ trabajo autónomo   | MdE/Producto/ fecha de entrega               |
|-----|--------------------------------------|----------|--|---|--|
| #3  | 3. Combinación de niveles de presión | 3.1-3.2  | (1) Clases magistrales<br>(2) Análisis de lecturas<br>(1) Resolución de ejercicios | Lecturas capítulos relevantes de libros no. 1, 2 y 3 de la bibliografía. {Kinsler (2000), Moser (2009)} | Ejercicios de combinación de NPS en octavas. |

**Semana 10-11**

| RdA | Tema                                    | Sub tema | Actividad/ estrategia de clase   | Tarea/ trabajo autónomo   | MdE/Producto/ fecha de entrega  |
|-----|---|----------|--|---|---|
| #4  | 4. Fuentes de sonido en espacio abierto | 4.1-4.2  | (1) Clases magistrales<br>(2) Análisis de lecturas<br>(1) Resolución de ejercicios | Lecturas capítulos relevantes de libros no. 1, 2 y 3 de la bibliografía. {Kinsler (2000), Moser (2009)} | Trabajo en clases y deberes.<br><br>Informe y exposición acerca de paper. |

**Semana 12**

| RdA | Tema  | Sub tema | Actividad/ estrategia de clase   | Tarea/ trabajo autónomo   | MdE/Producto/ fecha de entrega              |
|-----|---|----------|--|---|---|
| #5  | 5. Delinear los principios de la teoría de acústica ondulatoria estadística para recintos cerrados. | 5.1-5.2  | (1) Clases magistrales<br>(2) Análisis de lecturas<br>(1) Resolución de ejercicios | Lecturas capítulos relevantes de libros no. 1, 2 y 3 de la bibliografía. {Kinsler (2000), Moser (2009)} | Control 2: Prueba escrita<br><br>PROGRESO 2 |

**Semana 13-16**

| RdA | Tema  | Sub tema | Actividad/ estrategia de clase   | Tarea/ trabajo autónomo   | MdE/Producto/ fecha de entrega  |
|-----|---|----------|--|---|---|
| #5  | 5. Delinear los principios de la teoría de acústica ondulatoria estadística para recintos cerrados. | 5.3-5.4  | (1) Clases magistrales<br>(2) Análisis de lecturas<br>(1) Resolución de ejercicios | Lecturas capítulos relevantes de libros no. 1, 2 y 3 de la bibliografía. {Kinsler (2000), Moser (2009)} | Trabajo en clases y deberes.<br><br>Informe y exposición: Instrumentos musicales<br><br>Control 3: Prueba escrita<br><br>PROGRESO 3 |

## 9. Normas y procedimientos para el aula

Se favorece un ambiente de abierta discusión de los temas tratados. Si se presentan temas prácticos que solucionar, la opinión constructiva de los estudiantes es bienvenida. Ésta debe ser comunicada directamente al Docente.

En controles escritos, si se descubre que un estudiante copia, éste será penalizado con descuentos a la nota o con la nota mínima, dependiendo de la gravedad del caso. Esto se formalizará en la rúbrica del control.

Es importante recalcar que los informes deben ser originales, por lo que un grado de similitud con otros textos mayor al límite definido será penalizado.

## 10. Referencias bibliográficas

### 10.1. Principales

1. Moser, M. y Barros, J.L. (2009). Ingeniería acústica: teoría y aplicaciones. Nueva York: Springer.
2. Crocker, M. (1998)\*. *Handbook of Acoustics*. Nueva York: Wiley & Sons.

\*Libro clásico relevante. La edición indicada es la última.

### 10.2. Referencias complementarias.

1. Kinsler, Frey, Coppens y Sanders (2000)\*. *Fundamentals of Acoustics*. Nueva York: Wiley & Sons. \*Libro clásico muy relevante. La edición indicada es la última.

## 11. Perfil del docente

*Nombre de docente: Carlos Andrés Jurado Orellana*

*Msc. PhD – Acústica, con enfoque en psicoacústica, procesamiento digital de señales y mediciones acústicas (Universidad de Aalborg, Dinamarca), Ing. Acústico UACH, Chile). Experiencia en docencia-investigación y diseño de experimentos. Línea de investigación principal: Percepción de bajas frecuencias.*

*Contacto: e-mail: [c.jurado@udlanet.ec](mailto:c.jurado@udlanet.ec); Teléfono: 3981000 extensión 232.*

*Horario de atención al estudiante: Ver horario del profesor.*