

## PROGRAMA ACTIVIDAD CURRICULAR

Componentes	Descripción				
Nombre del curso	Cajas Acústicas				
Course Name	Loudspeaker Enclosures				
Código					
Unidad Academ.	Facultad de Artes, Departamento de Música y Sonología				
Carácter	Obligatorio				
Número de créditos SCT	3 Créditos SCT (4,5 horas semanales - 81 horas semestrales)				
		Hora de cátedra expositiva presencial y directa con profesor	Horas de trabajo en en taller y/o laboratorio con profesor (individual y/o grupal)	Horas de trabajo con ayudante (taller, laboratorio o clases de ejercicios)	Horas de trabajo autónomo del estudiante (individual y/o grupal)
	Semanal	1.5	1,5		1.5
	Semestral	40,5	13,5		27,0
Línea de Formación	Especializada				
Nivel	5to Semestre, 3er Año				
Requisitos	Transducción Electro-Mecano-Acústica				
Propósito formativo	<p>Actividad de carácter teórica-práctica, orientada al estudio, desarrollo y diseño de las cajas acústicas. Se debe considerar para estos propósitos la representación de los elementos electro-mecano-acústicos de los altavoces y las cajas acústicas en circuitos eléctricos análogos a un sistema altavoz-caja. Así mismo se incorporará la modelación matemática - computacional en el proceso de diseño de cajas.</p> <p>Las actividades prácticas de mediciones y simulaciones en apoyo a las clases teóricas son fundamentales durante toda la actividad curricular, y deben considerar un trabajo final de desarrollo de cajas acústicas basado en la medición de los parámetros Thiele-Small de los altavoces.</p> <p>Adicionalmente, se deben considerar trabajos de investigación, enfocados en describir el estado del arte del área.</p>				
Competencias específicas a las que contribuye el curso	<p><i>Competencia 1.1: Modelar mediante el uso de diversos lenguajes, tanto matemáticos como informáticos, los procesos de la transmisión y la propagación sonora en diversos medios a partir de expresiones obtenidas mediante el planteamiento de las ecuaciones y sus soluciones tanto analíticas como numéricas.</i></p> <p><i>Competencia 1.2: Diseñar sistemas y espacios sonoros acústica y electroacústicamente de forma que realcen la inteligibilidad del lenguaje hablado y el contenido estético y</i></p>				

	<p><i>formal de la música y otras formas de expresión artística, contemplando la importancia de una audición analítica entre otros aspectos. (Se define Audición analítica como: comprensión estilística, estética y formal de una obra y los procedimientos científicos y tecnológicos usados durante la generación, transmisión y recepción sonora de la obra).</i></p> <p><i>Competencia 1.4: Diseñar e implementar de forma unificada y coherente sistemas electroacústicos tanto en base a hardware preexistente y herramientas de desarrollo de software para aplicaciones profesionales y/o investigación.</i></p> <p><i>Competencia 2.1: Desarrollar un proyecto de investigación en el área de Sonido</i></p> <p><i>Competencia 2.2: Comunicar y documentar de forma efectiva, tanto de forma oral como escrita, los resultados de investigaciones de distintos tipos, e insertándose en los círculos pertinentes de forma colaborativa y de acuerdo a criterios éticos.</i></p>
<p>Sub-competencias específicas a las que contribuye el curso</p>	<p><i>Sub-Competencia 1.1.1: Aplicando herramientas matemáticas que permitan el planteamiento de las ecuaciones y sus soluciones tanto analíticas como numéricas.</i></p> <p><i>Sub-Competencia 1.1.2: Modelando matemática y físicamente los fenómenos asociados a la generación y transmisión y recepción sonora.</i></p> <p><i>Sub-Competencia 1.1.3: Aplicando modelos y algoritmos computacionales para resolver, predecir e interpretar los procesos sonoros</i></p> <p><i>Sub-Competencia 1.1.4: Resolviendo problemas reales de la especialidad que incluyan el trabajo en equipo definiendo roles y tareas</i></p> <p><i>Sub-Competencia 1.1.5: Descubriendo la importancia de estos conocimientos en el desarrollo científico y tecnológico en el mundo actual</i></p> <p><i>Sub-Competencia 1.2.1: Diseñando, calculando y resolviendo problemas relacionados con los espacios sonoros arquitectónicos, de tal manera que aseguren el flujo de la energía sonora a todos los auditores y que resalte las cualidades estéticas del habla y de la música.</i></p> <p><i>Sub-Competencia 1.2.2: Sensibilizando mediante diversas soluciones electroacústicas, la realidad estética y formal de una obra, apoyado en los procedimientos científicos y tecnológicos usados durante la generación, transmisión y recepción sonora</i></p> <p><i>Sub-Competencia 1.2.3: Diseñando y seleccionando dispositivos, equipos y sistemas electroacústicas, a fin de que realcen la inteligibilidad del lenguaje hablado y el contenido estético y formal de la música y otras formas de expresión artística.</i></p> <p><i>Sub-Competencia 1.4.1 Implementando y planificando sistemas de audio en base a hardware y software, para aplicaciones profesionales y/o de investigación</i></p>

	<p><i>Sub-Competencia 1.4.2: Comprendiendo los fenómenos que involucran los sistemas electroacústicos, en el marco de sus principios físicos, partiendo de modelos simples para llegar a sistemas más complejos</i></p> <p><i>Sub-Competencia 2.1.1: Generando propuestas de investigación con objetivos medibles en áreas que tengan relación con Sonido, tanto en lo científico, tecnológico, aplicado y/o artístico.</i></p> <p><i>Sub-Competencia 2.1.2: Seleccionando y aplicando las herramientas adecuadas acorde a la naturaleza del estudio y objeto de investigación.</i></p> <p><i>Sub-Competencia 2.1.3: Desarrollando proyectos de investigación novedosas que busquen solucionar problemas reales del medio en el que se desenvuelve</i></p> <p><i>Sub-Competencia 2.2.1: Presentando de manera clara y en un lenguaje académico los resultados de una investigación</i></p> <p><i>Sub-Competencia 2.2.2: Respetando la ética de investigación que reconozca el trabajo de otros y resguarde el bienestar de los participantes</i></p>
<p>Competencias genéricas transversales a las que contribuye el curso</p>	<p><i>Competencia 5.1: Competencia: Difundir y valorar en el marco del Proyecto de Desarrollo Institucional de la Universidad de Chile las actividades artísticas, culturales y cívicas valorando y respetando la diversidad y la multiculturalidad</i></p> <p><i>Competencia 5.2: Fomentar el libre acceso al conocimiento y/o de carácter colaborativo de los proyectos de desarrollo realizados</i></p>
<p>Resultados de aprendizaje</p>	<p>Al finalizar el curso el estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Modela matemáticamente sistemas de cajas acústicas.</li> <li>● Simula computacionalmente los modelos de sistemas de altavoces en conjunto con filtros eléctrico (Crossovers).</li> <li>● Diseña cajas acústicas óptimas del tipo cerrada, ventilada y pasa-banda.</li> <li>● Diseña sistemas de altavoces de dos vías.</li> <li>● Mide en laboratorio parámetros físicos significativos, relativos al diseño de sistemas de altavoces, con hardware, software e instrumental especializado.</li> <li>● Analiza y pondera especificaciones técnicas de sistemas de altavoces y su impacto en la reproducción sonora.</li> </ul>
<p>Saberes / Contenidos</p>	<p><b>1. Cajas Acústicas I (Síntesis y Diseño Básicos)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Altavoz electrodinámico</li> <li>1.2. Medición de parámetros Thiele-Small: Corriente y Voltaje constante.</li> <li>1.3. Tipos de cajas acústicas.</li> <li>1.4. Circuito equivalente Sistema Altavoz - Caja Cerrada.</li> <li>1.5. Diseño óptimo de Caja Cerrada con un altavoz dado.</li> <li>1.6. Circuito equivalente Sistema Altavoz - Caja Ventilada.</li> </ol>

	<p>1.7. Diseño óptimo de Caja Ventilada con un altavoz dado.</p> <p><b>2. Cajas Acústicas II (Síntesis y Diseño Avanzado)</b></p> <p>2.1. Circuito equivalente Sistema Altavoz - Caja Radiador Pasivo.</p> <p>2.2. Diseño óptimo de Caja Ventilada con un altavoz dado.</p> <p>2.3. Circuito equivalente Sistema Altavoz - Caja Pasa-Banda.</p> <p><b>3. Sistemas de Altavoces</b></p> <p>3.1. Altavoz montado en caja acústica: efectos de la difracción de borde.</p> <p>3.2. Arreglos de altavoces: Impedancia acústica de acoplamiento y direccionalidad.</p> <p>3.3. Filtros divisores de vías (crossovers).</p> <p>3.4. Filtros divisores de vías (crossovers): Tilt effect y direccionalidad.</p> <p><b>4. Técnicas de medición de sistemas electroacústicos</b></p> <p>4.1. Mediciones basadas en barridos de frecuencia.</p> <p>4.2. Análisis de Distorsión Armónica.</p> <p>4.3. Direccionalidad y DI.</p> <p><b>5. Recomendaciones de diseño.</b></p> <p>5.1. Consideraciones respecto a geometría caja acústica.</p> <p>5.2. Consideraciones respecto a directividad caja acústica.</p> <p>5.3. Consideraciones psicoacústicas o perceptuales en el diseño de sistemas.</p> <p>5.4. Consideraciones Interacción Sala vs Sistema.</p>
Metodologías	Clases de Cátedras expositivas y prácticas. Trabajo práctico en laboratorio con instrumental de medición y software de modelamiento matemático especializado.
Evaluación	La evaluación general consistirá en dos controles de cátedras, dos trabajos, informes de laboratorio y controles esporádicos (quizzes). Un promedio ponderado de estas evaluaciones será la nota de presentación.
Requisitos de aprobación	Para aprobar el curso, el estudiante debe tener una Nota Final superior o igual a cuatro. De acuerdo a la fórmula: $\text{Nota Final} = \text{Nota de Presentación} * 60\% + \text{Nota Examen} * 40\%$
Palabras clave	Altavoces, transducción, señales, modelamiento matemático, Radiación Acústica, filtros, crossovers.
Bibliografía obligatoria	<ul style="list-style-type: none"> <li>- B. Pueo &amp; M. Roma, <i>Electroacústica</i>, Prentice Hall, 2003.</li> <li>- L. Beranek &amp; T. Mellow, <i>Acoustics: Sound Fields and Transducers</i>, Elsevier, 2013.</li> <li>- W. Marshall-Leach, <i>Introduction to Electroacoustics and Audio Amplifier Design</i>. Kendall Hunt Publishing, 2009.</li> <li>- E. Geddes &amp; L. Lee, <i>Audio Transducers</i>, GedLee LLC, 2002.</li> <li>- V. Dickanson, <i>Loudspeaker Design Cookbook</i>, Audio Amateur Pubs., 7th Ed., 2005.</li> <li>- F. Toole, <i>Sound Reproduction: The Acoustics and Psychoacoustics of Loudspeakers and Rooms</i>, Focal Press, 2008.</li> </ul>
Bibliografía complementaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>- T. Rossing, <i>Springer Handbook of Acoustics</i>, 2nd Edition, Springer, 2015.</li> <li>- F. Fahy, <i>Foundation of Engineering Acoustics</i>. Academic Press, 2000.</li> </ul>

- L. Kinsler, *Fundamentos de Acústica*, LIMUSA, 2009.

**Direcciones de Internet de interés:**

- a. [www.madisound.com](http://www.madisound.com)
- b. <http://gedlee.azurewebsites.net/Books/AudioTransducers.aspx> (Audio Transducers ebook from GedLee LLC).
- c. [www.aes.org](http://www.aes.org)

Profesores que participaron en el diseño del programa:

1.- Prof. Victor Espinoza.