

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA U.N.R.

PROGRAMA SINTÉTICO DE LA ASIGNATURA: Fundamentos de Audio

Código

<p>PLAN DE ESTUDIOS: 1996 CARRERA: Ingeniería Electrónica DEPARTAMENTO: Laboratorio de Acústica y Electroacústica PROFESORES: Ing. Federico Miyara</p> <p>PROGRAMA CUATRIMESTRAL</p> <p>OBSERVACIONES: Esta asignatura sólo será dictada en caso de contarse con una inscripción de al menos 5 alumnos, y siempre y cuando otras asignaturas electivas a dictarse en el mismo semestre <i>a cargo del mismo docente</i> no cuenten con mayor número de inscriptos.</p>	<p>PRESUPUESTO HORARIO SEMANAL PROMEDIO</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>TEORÍA: 4</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td>PRÁCTICA: 1,5</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td>LABORATORIO: 0,5</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td>TOTAL ASIGNADO: (1+2+3) 6</td> <td style="text-align: right;">4</td> </tr> <tr> <td colspan="2">DEDICACIÓN DEL ALUMNO</td> </tr> <tr> <td>FUERA DE CLASE: 6</td> <td style="text-align: right;">5</td> </tr> <tr> <td>PRESUPUESTO TOTAL: (5+4) 12</td> <td style="text-align: right;">6</td> </tr> <tr> <td colspan="2">PROGRAMA BASADO EN SEMANAS ÚTILES: 15</td> </tr> <tr> <td>HORAS TOTALES ASIGNADAS: 90</td> <td style="text-align: right;">7x4</td> </tr> <tr> <td>HORAS TOTALES PRESUPUESTAS: 180</td> <td style="text-align: right;">7x6</td> </tr> </table>	TEORÍA: 4	1	PRÁCTICA: 1,5	2	LABORATORIO: 0,5	3	TOTAL ASIGNADO: (1+2+3) 6	4	DEDICACIÓN DEL ALUMNO		FUERA DE CLASE: 6	5	PRESUPUESTO TOTAL: (5+4) 12	6	PROGRAMA BASADO EN SEMANAS ÚTILES: 15		HORAS TOTALES ASIGNADAS: 90	7x4	HORAS TOTALES PRESUPUESTAS: 180	7x6
TEORÍA: 4	1																				
PRÁCTICA: 1,5	2																				
LABORATORIO: 0,5	3																				
TOTAL ASIGNADO: (1+2+3) 6	4																				
DEDICACIÓN DEL ALUMNO																					
FUERA DE CLASE: 6	5																				
PRESUPUESTO TOTAL: (5+4) 12	6																				
PROGRAMA BASADO EN SEMANAS ÚTILES: 15																					
HORAS TOTALES ASIGNADAS: 90	7x4																				
HORAS TOTALES PRESUPUESTAS: 180	7x6																				

CARACTERÍSTICAS GENERALES Y UBICACIÓN EN LA CARRERA:

Es una asignatura electiva correspondiente al noveno (9º) semestre. Sirve de base para estudios posteriores sobre sistemas de sonido. Está organizada en dos grandes ejes. En el primero se desarrollan los conceptos fundamentales de acústica requeridos para la comprensión de los fenómenos sonoros. En el segundo se introducen los diferentes componentes que integran un sistema de sonido, desarrollándose en detalle aquellos con mayor orientación circuital.

OBJETIVOS: (qué debe saber el alumno al concluir el curso)

- i) Describir cualitativa y cuantitativamente los modelos físicos para la generación y propagación del sonido, incluyendo el manejo de la terminología asociada
- ii) Describir las técnicas de procesamiento del sonido, entre ellas la transducción, la amplificación, el filtrado, el procesamiento dinámico y la mezcla.
- iii) Describir los diversos componentes que conforman un sistema de sonido y sus características, entre ellos los micrófonos, amplificadores, parlantes y sistemas acústicos, los filtros y ecualizadores, los compresores y expansores, los procesadores de efectos y las consolas de mezcla.
- iv) Diseñar componentes de un sistema tales como preamplificadores, ecualizadores y mezcladores
- v) Seleccionar el equipamiento necesario para realizar diversos tipos de procesamientos atendiendo a sus especificaciones e integrarlo en un sistema.

MATERIAS RELACIONADAS:

Previas: Teoría de Señales y Sistemas - Teoría de Circuitos II - Electrónica III

Simultáneas recomendadas: Acústica - Psicoacústica

Posteriores: Audio Digital - Complementos de Audio - Electroacústica

.....
Firma Profesor Fecha Aprob. Escuela Fecha

Aprobado en reunión de Consejo Directivo de fecha:

CONTENIDO TEMÁTICO

Ordenar las unidades que integran el curso utilizando codificación decimal.

1. Introducción a la Acústica (10 h)

- 1.1. Ondas en gases. Compresión adiabática. Presión sonora. Ecuación de onda unidimensional para un tubo cilíndrico. Velocidad c de propagación del sonido. Velocidad de las partículas. Solución de la ecuación de onda. Condiciones iniciales y de borde. Tubo abierto, semiabierto y cerrado. Soluciones estacionarias. Frecuencias propias. Armónicos. Superposición de Fourier. Vibración forzada. Excitación por medio de un pistón en un extremo. Impedancia acústica. Curvas de resonancia. Energía acústica. Presión eficaz. Nivel de presión sonora.
- 1.2. Ecuación de onda tridimensional. Ecuaciones dinámica y de continuidad. Solución para un recinto rectangular cerrado. Modos de vibración. Resonancias. Distribución espectral de los modos de vibración.
- 1.3. Radiación y propagación de ondas sonoras en el espacio. Ondas planas y esféricas. Impedancia acústica específica. Energía de una onda sonora. Potencia sonora. Intensidad sonora. Intensidad sonora de ondas planas y esféricas. Nivel de intensidad sonora. Directividad y patrón polar.

2. Psicoacústica (6 h)

- 2.1. Breve anatomía descriptiva del oído humano. Oído externo. Oído medio. Oído interno. Cóclea, membrana basilar, órgano de Corti. Laberinto. Nervio auditivo. Vías nerviosas aferentes y eferentes.
- 2.2. Física y fisiología de la audición. Adaptación de impedancia acústica. Fenómenos vibratorios en la cóclea. La onda viajera. Acción motriz de las células ciliadas externas. Refuerzo de la resonancia basilar. Teoría tonotópica.
- 2.3. Principios básicos de la investigación en Psicoacústica. Umbrales de percepción. Umbrales absolutos y diferenciales. Diferencia apenas perceptible. Técnicas estadísticas para el estudio de umbrales.
- 2.4. Percepción de la altura. Relación entre la altura y la frecuencia. Escala cromática o de la interválica relativa. Escala psicoacústica. El concepto de mel. Bandas críticas.
- 2.5. Percepción de la intensidad del sonido. Variación de la intensidad percibida en función de la frecuencia. Nivel de sonoridad: un enfoque comparativo. Curvas de Fletcher y Munson. El fon. Normalización de Robinson y Dadson. Normas ISO e IRAM. Escala absoluta de sonoridad. El son. Métodos de determinación de la sonoridad de Stevens (Mark VI) y Zwicker.
- 2.6. Enmascaramiento. Concepto. Enmascaramiento por tonos y por bandas de ruido. Relación con las bandas críticas.

3. Acústica de recintos (8 h)

- 3.1. Recintos. Reflexión y absorción del sonido. Camino libre medio. Densidad de energía. Extinción del sonido. Constante de tiempo y tiempo de reverberación. Ecuaciones de Eyring y de Sabine. Régimen de crecimiento del sonido.
- 3.2. Energía en estado reverberante. Campos directo, reverberante y difuso. Influencia de la directividad.
- 3.3. Difusión del sonido. Modos normales y su distribución. Criterio de Schroeder. Criterio de Bolt. Criterio de Bonello. Difusores acústicos numéricos.
- 3.4. Aislamiento acústico. Índice de reducción acústica. Paredes simples. Ley de la masa. Paredes dobles. Ley de la masa-resorte-masa.
- 3.5. Criterios psicoacústicos. Ruido de fondo. Curvas NR. Inteligibilidad de la palabra. Índice de articulación. ALcons. Función de transferencia de modulación. Método RASTI.

4. Electroacústica (10 h)

- 4.1. Principios básicos de la transducción electroacústica. Estructura de un micrófono dinámico. Estructura de un micrófono capacitivo. Estructura de un micrófono piezoeléctrico. Estructura de un altavoz de radiación directa. Estructura de un altavoz de compresión. Acoplamiento a bocina.
- 4.2. Acoplamiento electromecánico. Ecuaciones dinámicas del movimiento. Ecuaciones electromagnéticas en el caso de los dispositivos electromagnéticos. Ecuaciones electrostáticas en el caso de los dispositivos electrostáticos. Dispositivos piezoeléctricos.

4.3. Circuitos electromecanoacústicos. El principio de conservación de la energía y su aplicación a la transducción. Modelos circuitales de los elementos más simples. Analogías de velocidad y analogías de fuerza. Masa, elasticidad y fricción. Compliancia e inercia. Filtros de cavidades. Guías de onda. Resonador de Helmholtz. Impedancia. El transformador como interfaz entre los subsistemas mecánico y electromagnético. Impedancia acústica. Impedancia de radiación. Ejemplos de circuitos equivalentes para micrófonos dinámicos y capacitivos.

5. Micrófonos (6 h)

5.1. Micrófonos de presión y de gradiente de presión. Directividad. Micrófonos omnidireccionales, cardioideos y de figura de ocho.

5.2. Micrófonos capacitivos. Polarización. Fuente fantasma. Conexión balanceada.

7.3. Micrófonos dinámicos. Corrección de la respuesta en frecuencia

7.4. Circuitos equivalentes para micrófonos. dinámicos y capacitivos

6. Altavoces (6 h)

6.1. Altavoces de radiación directa. Detalles de la estructura. Rigidez del cono. Parámetros acústicos. Sensibilidad. Parámetros eléctricos. Resonancia. Impedancia. Rendimiento. Respuesta en frecuencia. Distorsión.

6.2. Circuitos equivalentes para altavoces de radiación directa.

6.3. Ensayo de un altavoz.

6.4. Excitadores de compresión. Corrector de fase. Acoplamiento a bocina.

6.5. Especificaciones de los altavoces. Impedancia. Potencia media máxima. Potencia de programa máxima. Potencia EIA. Potencia de pico máxima.

7. Baffles (6 h)

7.1. Gabinetes acústicos y bocinas. Concepto. El baffle plano infinito.

7.2. Baffle cerrado. Baffle ventilado. Reflectores de bajos. Sintonía. Rendimiento. Diseño de reflectores de bajos. Expresiones de Thiele.

7.3. Baffles de dos y tres vías. Redes crossover pasivas LC.

7.4. Bocinas. Ecuación de Webster. Bocina exponencial. Bocinas plegadas.

8. Amplificadores (6 h)

8.1. Ganancia.

8.2. Niveles de señal. Decibeles referenciados: dBm, dBu, dBV. Señales de bajo nivel, nivel de línea, nivel de potencia.

8.3. Clasificación de los amplificadores: preamplificadores, amplificadores de potencia. Potencia máxima de salida.

8.4. Circuitos básicos de preamplificadores para diversas aplicaciones. Criterios de diseño. Respuesta en frecuencia, ruido, rango dinámico, distorsión.

8.5. Amplificadores de potencia. Clase A, Clase AB. Estructuras típicas. Protecciones

8.6. Especificaciones. Sensibilidad. Relación señal/ruido. Respuesta en frecuencia. Slew-rate (velocidad de subida). Distorsión armónica y por intermodulación. Impedancia de entrada. Factor de amortiguación. Separación de canales.

9. Ecuadores y filtros (8 h)

9.1. Filtros pasabajos, pasaltos y pasabanda. Redes divisoras de frecuencia pasivas.

9.2. Redes divisoras de frecuencia activas. Estructuras circuitales. Multiamplificación.

9.3. Ecuadores. Controles de tono. Ecuadores de banda. Ecuadores gráficos. Estructuras circuitales.

9.4. Ecuación de un sistema electroacústico. Analizador de espectro. Ruido rosa. Ecuadores paramétricos. Factor de mérito Q. Filtros notch.

10. Compresores y limitadores (6 h)

10.1. Introducción. Rango dinámico y relación señal/ruido.

10.2. Compresores de audio. Amplificador controlado. Umbral. Relación de compresión. Efectos de la compresión. Ataque. Relevo. Hold. Nivel RMS y nivel de pico.

10.3. Aplicaciones. Cadena lateral. De-esser y antipop. Limitadores. Compresor-limitador.

10.4. Distorsión.

11. Compuertas y expansores (6 h)

- 11.1. Compuertas. Umbral. Histéresis. Envolvente. Tiempo de ataque. Tiempo de relevo.
- 11.2. Expansor. Umbral. Relación de expansión.
- 11.3. Cadena lateral
- 11.4. Reductores de ruido.

12. Efectos (6 h)

- 12.1. Concepto y estructuras. Efectos en serie y en paralelo. Conexiones de inserción. Envíos y retornos. Conexión auxiliar. Realimentación de efectos.
- 12.2. Algunos tipos de efectos. Modulación de amplitud. Retardo. Modulación de retardo. Modulación de los parámetros de un filtro. Combinación con ecualizadores. Distorsionadores y realzadores

13. Consolas de mezcla (6 h)

- 13.1. Introducción. Funciones específicas de una consola. Estructura de una consola de mezcla.
- 13.2. Canales de entrada. Entradas de línea y de micrófono. Fuente fantasma. Entradas balanceadas y no balanceadas. Ajuste de nivel de entrada. Filtros de corte de baja frecuencia. Canales mono y estereofónicos.
- 13.3. Conexión de inserción (insert). Ecualizador. Faders de canal. Paneo. Solo y Sordina.
- 13.4. Conexión auxiliar (envío y retorno). Grupos o submasters. Amplificador de mezcla.
- 13.5. Fader principal. Vúmetro. Sección de salida. Conexiones para grabador de cinta.
- 13.6. Estructura de ganancia. Margen de sobrecarga (headroom).
- 13.7. Especificaciones de las consolas.
- 13.8. Conexionado. Puesta a tierra.
- 13.9. Diseño circuital de mezcladores. Consideraciones sobre el rango dinámico, el ruido, la respuesta en frecuencia y la distorsión.

RÉGIMEN DE PROMOCIONALIDAD

Se realizarán cuatro (4) trabajos prácticos y tres (3) exámenes parciales. Tanto unos como otros deberán ser aprobados con nota no inferior a 60, debiendo ser su promedio no inferior a 70. Podrá recuperarse hasta un (1) trabajo práctico y un (1) parcial. La asistencia a clases no es obligatoria pero sí recomendada. La asistencia a los trabajos prácticos es obligatoria.

Los parciales versarán sobre los temas desarrollados, y tendrán una parte teórica o conceptual, y una parte de resolución de problemas, en general aplicaciones analíticas o numéricas de los conceptos teóricos.

Los trabajos prácticos, cuyos temas variarán, se realizarán en el Laboratorio y en campo, incluyendo, de ser posible, la visita a estudios de sonido. Los grupos serán de hasta tres (3) alumnos. Requerirán la presentación de un informe completo en el cual constará la descripción detallada del problema a estudiar o investigar, la metodología propuesta y acordada con la cátedra, el desarrollo, las mediciones o determinaciones efectuadas, y las conclusiones obtenidas. La aprobación final de cada trabajo práctico será mediante coloquio individual.

Algunos temas propuestos son: 1) Búsqueda, análisis y discusión de especificaciones de diversos equipos para sonido profesional disponibles en el mercado. 2) Ensayo en el laboratorio de las características, especificaciones y respuesta de diversos componentes. 3) Ecuilibración de una sala y su correspondiente sistema electroacústico. 4) Diseño bajo especificaciones, implementación de prototipo y ensayo de componentes tales como preamplificadores, ecualizadores o mezcladores. 5) Proyecto de un sistema de sonido a partir de componentes atendiendo a especificaciones y requerimientos dados.

BIBLIOGRAFÍA

a) Adecuada al programa. Ordenada por temas y con su codificación de biblioteca, incluidas las publicaciones de la Cátedra con su código de publicación.

- Miyara, Federico. "Acústica y Sistemas de Sonido". Editorial UNR Editora. Rosario, 1999. (cubre Cap. 1 a 13)
- Miyara, Federico. "Control de Ruido". En "Jornadas Internacionales Multidisciplinarias sobre Violencia Acústica.". Editorial ASOLOFAL. Rosario, 2000.
- Beranek, Leo. "Acústica". Editorial H.A.S.A. Buenos Aires 1961. (También su edición en inglés, "Acoustics", publicada por la Acoustical Society of America)
- Kinsler, Lawrence; Frey, Austin; Coppens, Alan; Sanders, James. "Fundamentos de Acústica". Limusa, México, 1995.
- Davis, Gary; Jone, Ralph. "The Sound Reinforcement Handbook" (2ª edición). Hal Leonard Publishing Corporation. Milwaukee, USA, 1990. (cubre Cap. 1 a 4)
- White, Paul. "Creative Recording". Music Maker Books. Cambridgeshire, Inglaterra, 1989, 1990, 1991 (3 tomos). (cubre Cap. 2, 5, 7 a 10, 13)
- Tribaldos, Clemente. "Sonido Profesional". Editorial Paraninfo (2ª edición). Madrid, España, 1993. (cubre Cap. 2, 4, 7 a 13)
- Davis, Don; Davis, Carolyn. "Sound System Engineering" (2ª edición). SAMS, Carmel, EEUU, 1994. (cubre Cap. 1 a 8, 10, 13)
- Everest, Frederick Alton. "The Master Handbook of Acoustics" (2ª edición). McGraw-Hill (TAB books). Blue Ridge Summit, USA, 1989.

b) Complementaria para profundización o extensión de temas.

Journal de la AES (Audio Engineering Society).