

Carrera: Ingeniería Electrónica
Asignatura: FUNDAMENTOS DE ACÚSTICA Y ELECTROACÚSTICA
Planificación a partir del Ciclo Lectivo 2025

1. Datos administrativos de la asignatura			
Nivel en la carrera	6	Duración	Cuatrimestral
Plan	2023		
Bloque curricular:	Tecnologías Aplicadas		
Carga horaria presencial semanal (hs. cátedra):	6 Horas	Carga Horaria total (hs. reloj):	72 Horas
Carga horaria no presencial semanal (hs. reloj) (si correspondiese)	0	% horas no presenciales (hs. reloj) (si correspondiese)	0

2. Presentación, Fundamentación

La Acústica es la ciencia interdisciplinaria cuyo objeto de estudio es el sonido, incluyendo su producción, transmisión y efectos (American National Standard Institute, *Acoustical Terminology*, ANSI/ASA S1.1-R2020). Posee numerosas áreas algunas de ellas son: acústica física, psicoacústica, electroacústica, ultrasonido, acústica arquitectónica, acústica submarina, metrología acústica, acústica musical, acústica virtual, entre otras. Es una ciencia en pleno crecimiento y una herramienta para el desarrollo de otras ciencias y sus aplicaciones. Los profesionales formados en acústica se usualmente se desempeñan en la industria automotriz, metalmecánica, aeroespacial, aeronáutica, electrónica, audio construcción y medioambiente. La Acústica es el eje conductor principal de todas las carreras científicas y profesionales cuyo objeto de estudio y/o aplicación es el sonido. Es una temática transversal a múltiples asignaturas de la carrera ingeniería en electrónica. En relación con el perfil de egreso, la asignatura forma al futuro egresado tecnológico con las capacidades para comprender, analizar características y requerimientos de múltiples dispositivos acústicos que intervienen en el planeamiento, desarrollo, dirección y control de diversos sistemas acústicos. Mientras que, en relación con los alcances del título, la asignatura brinda los fundamentos para garantizar que el futuro egresado logre especificar, proyectar y desarrollar sistemas acústicos para múltiples aplicaciones tecnológicas.

3. Relación de la asignatura con las competencias de egreso de la carrera

En la tabla siguiente se establece la relación de la asignatura con las competencias de egreso: Específicas, Genéricas Tecnológicas y Genéricas Sociales, Políticas y Actitudinales de la carrera. Se incluyen las competencias de egreso a las que tributa, aportes reales y significativos de la asignatura, y en qué nivel (no aporta, bajo, medio, alto).

Competencias	Nivel
Competencias genéricas tecnológicas (CG):	
CG.1. Identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería electrónica.	Alto
CG.2. Concepción, diseño y desarrollo de proyectos de ingeniería electrónica.	Bajo
CG.3. Gestión, planificación, ejecución y control de proyectos de ingeniería electrónica.	Bajo
CG.4. Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería electrónica.	Alto
CG.5. Generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.	Bajo
Competencias genéricas sociales, políticas y actitudinales (CG)	
CG.6. Fundamentos para el desempeño en equipos de trabajo.	Alto
CG.7. Fundamentos para una comunicación efectiva.	Alto
CG.8. Fundamentos para una actuación profesional ética y responsable.	Alto
CG.9. Fundamentos para evaluar y actuar en relación con el impacto social de su actividad profesional en el contexto global y local.	Alto
CG.10. Fundamentos para el aprendizaje continuo.	Alto
CG.11. Fundamentos para el desarrollo de una actitud profesional emprendedora.	Bajo
Competencias Específicas de la carrera	
CE 1.1. Diseñar, proyectar y calcular sistemas, equipos y dispositivos de generación, transmisión y/o procesamiento de campos y señales analógicos y digitales; circuitos integrados; hardware de sistemas de cómputo de propósito general y/o específico y el software a él asociado; hardware y software de sistemas embebidos y dispositivos lógicos programables; sistemas de automatización y control; sistemas de procesamiento y de comunicación de datos y sistemas irradiantes, para brindar soluciones óptimas de acuerdo a las condiciones técnicas, legales, económicas, humanas y ambientales.	No aporta
CE 1.2. Plantear, interpretar, modelar y resolver los problemas de ingeniería descritos.	No aporta
CE 1.3. Plantear, interpretar, modelar, analizar y resolver problemas, diseño e implementación de circuitos y sistemas electrónicos.	No aporta
CE 1.4. Diseñar, proyectar y calcular circuitos y sistemas digitales.	No aporta
CE 1.5. Diseñar, proyectar y calcular circuitos y sistemas para la generación, recepción, transmisión, procesamiento y conversión de campos y señales para sistemas de comunicación.	No aporta
CE 1.6. Diseñar, proyectar y calcular circuitos y sistemas de control.	No aporta
CE 1.7. Diseñar, proyectar y calcular circuitos y sistemas electrónicos aplicados a la generación, manejo, amplificación, procesamiento, instrumentación y acondicionamiento de energía eléctrica y señales de distinta naturaleza.	No aporta

CE 2.1. Proyectar, dirigir y controlar la construcción, implementación, mantenimiento y operación de lo mencionado anteriormente.	No aporta
CE 3.1. Validar y certificar el funcionamiento, condición de uso o estado de los sistemas mencionados anteriormente.	No aporta
CE 4.1. Proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en la actividad profesional de acuerdo con la normativa vigente.	No aporta
CE 5.1. Diseñar, Proyectar, Calcular y Aplicar dispositivos semiconductores, aplicando estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulaciones, con el objeto de optimizar con sentido innovador, responsabilidad profesional y compromiso social, los recursos existentes.	No aporta
CE 6.1. Diseñar, proyectar, calcular, implementar e instalar equipamiento electrónico y su interconexión, aplicados a sistemas de energía, empleando criterios de eficiencia energética y seguridad eléctrica, con responsabilidad económica y social.	No aporta
CE 7.1 Diseñar, Proyectar, Calcular e Instalar sistemas, subsistemas, equipos, componentes, partes, y piezas electrónicas para control, medición, regulación y protección de máquinas eléctricas en redes de baja tensión y sistemas de generación y distribución de energía eléctrica, para brindar soluciones en el marco de las normas vigentes, aplicando criterios de eficiencia energética, seguridad eléctrica, y cuidado del medio ambiente.	No aporta
CE 8.1. Diseñar, Proyectar, Calcular e Implementar sistemas, subsistemas, equipos, componentes, partes y piezas electrónicas, de navegación o señalización de vehículos, aplicando criterios técnicos, de seguridad y regulatorios vigentes, y estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo y diseño con sentido innovador.	No aporta
CE 9.1. Evaluar el impacto ambiental de sistemas, subsistemas, equipos, componentes, partes, y piezas relacionadas con la actividad profesional establecida por sus actividades reservadas y los alcances, de acuerdo con la normativa vigente y aplicando estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de las buenas prácticas profesionales, con el objeto de resguardar el medio ambiente.	No aporta
CE 10.1. Realizar estudios, tareas y asesoramientos, relacionados con la actividad profesional establecida por sus actividades reservadas y los alcances, aportando sus saberes, competencias y/o técnicas, para brindar soluciones óptimas y eficientes en el marco de las normas vigentes y las condiciones técnicas, legales, económicas, humanas y ambientales establecidas.	No aporta
CE 10.2 Realizar pericias, tasaciones y arbitrajes relacionados con su actividad profesional, respetando marcos normativos y jurídicos con el objeto de asesorar a las partes o a los tribunales de Justicia.	No aporta
CE 10.3 Evaluar aspectos económicos, financieros y de inversiones, para la determinación de proyectos, bienes y servicios, relacionados con su actividad profesional, analizando variables micro y macroeconómicas e interpretando la realidad económica en el contexto nacional e internacional.	No aporta

4. Contenidos Mínimos

- La acústica como ciencia inherentemente interdisciplinaria.
- Acústica física.

- Audición y percepción del sonido.
- Métodos y técnicas de medición en acústica.
- Acústica de recintos.
- Materiales y elementos utilizados en el acondicionamiento acústico de recintos.
- Método de analogías electroacústicas.
- Modelado de transductores electroacústicos.
- Modelado de guías de onda y gabinetes acústicos para transductores electroacústicos.
- Análisis y diseño de procesadores de audio.
- Análisis y diseño de sistemas de sonido.

5. Objetivos establecidos en el DC

Que los y las estudiantes sean capaces de:

- Conocer e interpretar el carácter interdisciplinario de la acústica, sus áreas y vínculos con otras ciencias.
- Comprender los modelos de la acústica física, la psicoacústica, la acústica de recintos y la electroacústica para resolver situaciones problemáticas de la acústica y la ingeniería.
- Integrar conocimientos previos de diferentes asignaturas en diversas temáticas acústicas.
- Comprender y utilizar adecuadamente instrumentos y técnicas para medir, analizar e interpretar correctamente los resultados obtenidos en actividades experimentales.
- Adquirir y aplicar conocimientos para modelizar, diseñar e implementar sistemas acústicos para diferentes aplicaciones tecnológicas.
- Aprender a interactuar en equipos de trabajo utilizando diversas metodologías y recursos para lograr una comunicación efectiva.

6. Resultados de aprendizaje

Los siguientes resultados de aprendizaje se promueven en el desarrollo de la asignatura

Identificador de RA	Redacción
RA1	Interpretar situaciones acústicas utilizando de manera efectiva modelos y técnicas de medición para analizar diversos sistemas acústicos.
RA2	Desarrollar proyectos mediante la aplicación del conocimiento de los fenómenos acústicos en problemas que involucran sistemas de sonido y/o acondicionamiento acústico para generar soluciones tecnológicas eficaces.
RA3	Producir información científico-técnica específica y original mediante una consistente y clara expresión a través de artículos, informes técnicos, presentaciones y ponencias para lograr una comunicación efectiva.

7. Relación de los RA y las competencias

En la tabla siguiente se indica con X la tributación de cada Resultado de Aprendizaje con las competencias de egreso: específicas, genéricas tecnológicas, sociales, políticas y actitudinales de la carrera.

RA	CE1.1	CE1.2	CE1.3	CE1.4	CE1.5	CE1.6	CE1.7	CE2.1	CE3.1	CE4.1	CE5.1	CE6.1	CE7.1	CE8.1	CE9.1	CE10.1	CE10.2	CE10.3
RA1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RA2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RA3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

RA	CG1	CG2	CG3	CG4	CG5	CG6	CG7	CG8	CG9	CG10	CG11
RA1	X	X	-	X	-	X	X	X	X	X	-
RA2	X	X	-	X	-	X	X	X	X	X	-
RA3	X	X	-	X	-	X	X	X	X	X	-

8. Asignaturas correlativas previas

Para cursar y rendir debe tener cursadas:

- Asignatura/s:
 - 27 - Electrónica Aplicada II
 - 29 - Técnicas Digitales III
 - 30 - Medidas Electrónicas II

Para cursar y rendir debe tener aprobada:

- Asignatura/s:
 - 19 - Electrónica Aplicada I
 - 23 – Medidas Electrónicas I
 - 24 – Teoría de los Circuitos II

9. Asignaturas correlativas posteriores

Indicar las asignaturas correlativas posteriores:

- Asignatura/s:
 - 37 - Proyecto Final

10. Programa analítico

Este programa analítico contempla los contenidos mínimos, previstos en el DC vigente, y aquellos que se consideran necesarios para desarrollar los resultados de aprendizaje propuestos.

Unidad N°: 1

Título: **ACÚSTICA**

Contenidos: ¿Qué es la acústica?. Áreas de la acústica. La interdisciplina. Definición y ejemplos. Algunos hitos en la historia de la acústica. La acústica como ciencia inherentemente interdisciplinaria. Rueda de Lindsay.

Carga horaria por Unidad: 3 horas cátedra

Unidad N°: 2

Título: **ACÚSTICA FÍSICA**

Contenidos: ¿Qué es el sonido?. Aspectos mensurables del sonido: presión sonora instantánea; presión sonora eficaz; velocidad de propagación en diferentes medios; velocidad instantánea de las partículas; impedancia acústica; impedancia característica; intensidad sonora; potencia

sonora. Concepto de onda. Tipos de onda. Parámetros de una onda. Amplitud. Periodo. Frecuencia. Longitud de onda. Envolvente. Ecuación de onda acústica. Ecuación de Helmholtz. Onda plana, cilíndrica y esférica. Frente de onda. Campos sonoros: campo cercano, lejano, directo y reverberante. Factores que afectan la propagación del sonido. Efecto Doppler. Dependencia de la temperatura, la humedad y el viento. Ley inversa de los cuadrados de la distancia. Aplicación del teorema de Fourier a señales acústicas. Espectros armónicos, inarmónicos y continuos. Clasificación de las señales acústicas. Señales estacionarias. Señales determinísticas y aleatorias. Señales periódicas y cuasi-periódicas. Señales no estacionarias. Señales continuas y transitorias. Fuente sonora. Características. Potencia y directividad de una fuente sonora. Nivel. Unidades de nivel. Bel, Decibel y Neper. Niveles sonoros. Nivel de presión sonora. Nivel de intensidad sonora. Nivel de potencia sonora o. Nivel sonoro continuo equivalente. Nivel de velocidad de las partículas. Nivel de aceleración de las partículas. Operaciones matemáticas con niveles sonoros
Carga horaria por Unidad: 10 horas cátedra.

Unidad N°: 3

Título: **AUDICIÓN Y PERCEPCIÓN DEL SONIDO**

Contenidos: Anatomofisiología descriptiva del sistema auditivo humano. El oído externo. El oído medio. El oído interno. La cóclea, el órgano de Corti, el nervio auditivo y la corteza cerebral. Sonidos audibles, infrasonidos y ultrasonidos. La voz y el sistema de fonación humano. Características del mensaje oral. Directividad y espectro de la voz humana. Inteligibilidad del habla. Percepción del sonido. Sonoridad. Mínimas diferencias perceptibles. Umbral de audibilidad. Curvas isofónicas de Fletcher y Munson. El Fon. El Son. Altura tonal. Relación entre la altura y frecuencia. El Mel. Timbre. Bandas críticas. Audición binaural. Claves binaurales. Diferencias de tiempo interaural (ITD). Diferencias de nivel interaural (ILD). Filtrado espectral producido por las orejas y el trozo. Funciones de transferencia de cabeza y torso (HRTFs). Aspectos perceptuales de la audición binaural: localización de fuentes sonoras; Diferencias perceptuales entre reverberación y eco. Sensaciones de direccionalidad y espacialidad. Efecto de precedencia y efecto de enmascaramiento. Patologías básicas del sistema auditivo. Efectos clínicos auditivos y no auditivos. Efectos no clínicos. Efectos del ruido sobre el hombre.

Carga horaria por Unidad: 12 horas cátedra

Unidad N°: 4

Título: **ACÚSTICA DE RECINTOS**

Contenidos: Recinto, clasificación. Objetivos en el diseño acústico de recintos. Propagación del sonido en espacios cerrados. Sonido directo y reflejado. Reflectograma. Señales utilizadas como estímulos para la evaluación de recintos. Impulso sonoro. Barridos senoidales de frecuencia de variación lineal y exponencial. Ruido pseudo-aleatorio. Respuesta impulsiva de un recinto. Curva energía-tiempo. Curva

energía-tiempo integrada. Curva energía-tiempo-frecuencia. Función de transferencia. Obtención de la función de transferencia a partir de la respuesta impulsiva. Representación de la función de transferencia mediante el diagrama de Bode. Teorías aplicadas en acústica de recintos. Acústica geométrica. Eco. Eco flotante. Análisis de reflexiones tempranas y tardías. Método de fuente imagen. Acústica ondulatoria. Modos propios de vibración (MPV). Clasificación de MPV para recinto paralelepípedo. Formula de Rayleigh. Número total de MPV para recinto paralelepípedo. Decrecimiento energético de MPV. Frecuencia de cruce ó Schröder. Criterios de distribución de MPV. Criterio de Bolt. Criterio de Gilford. Criterio de Bonello. Acústica estadística. Reverberación. Análisis estadístico de la curva energía tiempo. Tiempo de reverberación. Cálculo del tiempo de reverberación. Fórmula de Sabine. Formula de Norris-Eyring. Fórmula de Kuttruff. Fórmula de Arau-Puchades. Tiempo de reverberación para frecuencias medias. Camino libre medio. Régimen de decrecimiento. Distancia crítica. Psicoacústica. Relación entre parámetros acústicos de recintos y su correlación con la calidad. Cálculo de la inteligibilidad del habla. Ábaco de Peutz. Relación entre el tiempo de reverberación y la inteligibilidad del habla. Distancia límite. Tiempos de reverberación óptimos. Parámetros acústicos de recintos derivados de la respuesta impulsiva. Tiempo de reverberación. Calidez acústica. Brillo. Tiempo de decaimiento temprano. Claridad. Definición. Centro de tiempo. Tiempo inicial de diferencia de retardo. Sonoridad. Criterio de ecos. Soporte objetivo. Eficiencia lateral. Fracción lateral. Coeficiente interaural de correlación cruzada (IACC). Relación sonido reverberante/directo. Amplitud de reflexión equivalente. Pérdida de articulación de las consonantes. Índice de transmisión del habla (STI). Índice de transmisión del habla rápido. Materiales y elementos utilizados en el acondicionamiento acústico de recintos. Absorción del sonido. Materiales absorbentes acústicos. Materiales absorbentes porosos. Resistividad al flujo. Porosidad. Tortuosidad. Tipos de materiales porosos. Valoración del coeficiente de absorción sonora del material poroso en función de su posición y características. Materiales absorbentes proyectados. Enlucidos absorbentes. Espumas metálicas. Espumas cerámicas. Geles. Absorbentes microperforados. Materiales absorbentes inteligentes. Elementos absorbentes acústicos resonantes ó selectivos (resonadores acústicos). Diafragmático. De cavidad (Helmholtz). Cavidad simple y múltiple. Reflexión del sonido. Reflectores acústicos. Fenómenos de reflexión especular y difracción en una superficie reflectora. Reflectores planos. Reflectores curvos. Difusión del sonido. Clasificación de elementos difusores del sonido. Superficies irregulares. Difusores geométricos. Piramidales. Rectangulares. Poli-cilíndricos. Difusores de Schröder. Difusores de secuencia binaria de máxima longitud (MLS). Difusores de residuos cuadráticos (QRD). Unidimensionales y bidimensionales. Difusores de raíces primitivas (PRD). Diseño de difusores MLS, QRD y PDR. Programas para diseño y simulación de difusores de Schröder. Aislamiento del sonido. Introducción sobre aislamiento acústico. Clasificación de los cerramientos y tabiques divisorios. Índice de reducción sonora, R . Ley de masa. Aislamiento acústico en función de la frecuencia. Índice ponderado de reducción sonora, R_w . Índice de reducción sonora equivalente, R_{eq} . Efecto de coincidencia. Ley de masa-resorte-masa. Índice de reducción sonora aparente, R' . Técnicas para el control de ruido y vibraciones. Carga horaria por Unidad: 14 horas cátedra.

Unidad Nº: 5

Título: **ELECTROACÚSTICA**

Contenidos: Características de señales y sistemas acústicos. Rango o margen dinámico. Nivel medio. Factor de cresta. Banda de frecuencias y espectros. Nivel espectral. Ruidos e interferencias. Ruido blanco y rosa. Distorsión: lineal y no lineal. Tolerancia para las distorsiones. Distorsión armónica total (THD). Distorsión por intermodulación (IMD). Transductores electroacústicos: micrófonos, hidrófonos, altavoces y acelerómetros. Método de analogías electromecánicas. Sistemas mecánicos. Sistemas acústicos.

Carga horaria por Unidad: 5 horas cátedra

Unidad Nº: 6

Título: **MICRÓFONOS**

Contenidos: Sensibilidad estándar, respeto al campo acústico libre y al difuso. Impedancia. Respuesta en frecuencia. Descriptores de la directividad: diagrama de directividad, índice de directividad (DI). Nivel de ruidos de fondo. Distorsión. Clasificación según el transductor

mecánico-eléctrico (TME): De Carbón; Electrodinámicos: de bobina móvil y de cinta; Electrostáticos: capacitivos y electret; De cristal: piezoeléctricos. Clasificación según el transductor acústico-mecánico (TAM): De presión. De gradiente de presión. Receptor combinado o mixto. Receptores agrupados: lineales y tubulares.
Carga horaria por Unidad: 12 horas cátedra.

Unidad N°: 7

Título: **ALTAVOCES, GUIAS DE ONDAS Y GABINETES ACÚSTICOS**

Contenidos: Altavoces. Impedancia eléctrica. Potencia eléctrica. Eficiencia. Sensibilidad. Clasificación según su respuesta en frecuencia; según la forma de radiar energía; según el transductor electromecánico: dinámicos de bobina móvil, dinámico de compresión, dinámicos de cinta, dinámico de modos distribuidos, electrostáticos, piezoeléctricos, magnetoplanares, iónicos ó de plasma. Modelado de altavoces dinámicos de bobina móvil. Elementos constructivos. Parámetros eléctricos, mecánicos y acústicos. Circuito equivalente. Función de transferencia. Respuesta de presión y de fase en función de la frecuencia. Directividad. Impedancia de entrada. Compliancia de la suspensión. Comportamiento del diafragma. Parámetros Thiele-Small. Frecuencia de resonancia en pantalla infinita. Factor de calidad mecánico. Factor de calidad eléctrica. Volumen de aire equivalente. Factor de amortiguamiento. Factor de calidad total. Factor de fuerza. Fuerza del motor electromagnético. Excursiones del diafragma. Potencia máxima de entrada. Eficiencia y sensibilidad. Producto ancho de banda y eficiencia. Medición de parámetros Thiele-Small. Método por masa de referencia. Método por volumen de referencia. Guía de ondas. Características generales. Adaptador de impedancias. Control de directividad. Tipos de guía de ondas: exponenciales, cónicas, parabólicas, hiperbólicas, isofásicas. Gabinetes acústicos. Propósito de los gabinetes acústicos. Clasificación: infinito, sellado, ventilado, sellado con radiador pasivo, pasa banda, línea de transmisión. Diseño de gabinetes acústicos sellados. Materiales reflectantes y absorbentes utilizados. Análisis modal. Efectos de difracción de ondas según dimensiones y geometría. Diseño de gabinetes acústicos ventilados. Puertos de ventilación. Pérdidas del gabinete. Alineaciones o ajustes de la función de transferencia del sistema altavoz-gabinete acústico. Gabinetes acústicos activos y pasivos. Filtro divisor de frecuencia pasivo y activo de 2, 3 y 4 vías (crossover). Filtro Zobel. Redes de retardo pasivas. Aplicación de procesamiento digital de señales en gabinetes acústicos activos.
Carga horaria por Unidad: 12 horas cátedra.

Unidad N°: 8

Título: **PROCESADORES DE AUDIO**

Contenidos: Preamplificadores. Consola de mezcla. Funciones específicas. Diagrama de bloques. Conexiones de inserción, envíos, retornos. Conexión auxiliar (aux-send, aux-return). Filtros. Subgrupos. Fuente fantasma. Margen de sobrecarga (headroom) Procesadores dinámicos. Amplificadores de potencia. Clases utilizadas en audio. Ecuadores gráficos, semi-paramétricos y paramétricos. Compresores y limitadores. Compuertas y expansores. Procesadores dinámicos digitales basados en DSP. Procesadores de efectos. Efectos en serie y paralelo. Retardos. Ecos. Reverberadores. Coro (Chorus). Flanger. Wah-wah. Phaser. Distorsionador. Resaltador (Enhancers). Transpositor de altura. Formatos de grabación de audio analógico y digital. Grabación monofónica, estereofónica y multicanal. Sistemas Dolby. Sistemas DTS. Sistemas ambisónicos.
Carga horaria por Unidad: 12 horas cátedra.

Unidad N°: 9

Título: **SISTEMAS DE SONIDO**

Contenidos: Sonorización. Refuerzo sonoro y megafonía. Características principales de sistemas de sonorización. Niveles máximo y mínimo del campo acústico. Inteligibilidad del mensaje sonoro. Criterio de la relación señal/ruido y de la fidelidad espectral de la reproducción de la fuente. Distancia acústica equivalente (EAD). Ganancia Acústica (AG). Potencia eléctrica necesaria. Sistemas de refuerzo sonoro. Irregularidad de sonorización y de característica de frecuencia. Ruidos acústicos. Localización de la fuente sonora (coherencia audio vs. imagen). Métodos de recubrimiento: centralizado (concentrado), descentralizado (zonal) y distribuido. Alineación temporal y ecualización del sistema de sonido. Influencia de los factores climatológicos y condiciones atmosféricas en espacios abiertos. Influencia de la reverberación y eco en espacios cerrados. Control del campo sonoro utilizando técnicas electroacústicas. Sistemas de refuerzo sonoro de alta fidelidad. Sistemas de altavoces de 2, 3 y 4 vías. Sistemas de bocinas múltiples. Arreglos lineales de altavoces (line arrays). Interacción acústica entre sistemas. Efecto filtro peine (comb filter effect). Calibración de sistemas de múltiples vías. Distribución de sonido en megafonía: distribución en baja impedancia, distribución en alta impedancia.
Carga horaria por Unidad: 10 horas cátedra.

Unidad Nº: 10

Título: MÉTODOS Y TÉCNICAS DE MEDICIÓN EN ACÚSTICA

Contenidos: Mediciones acústicas. Precisión, resolución y exactitud, trazabilidad e incertidumbre de medición. Instrumentos utilizados en mediciones acústicas. Micrófono, hidrófonos y acelerómetros de medición. Medidor de nivel de presión sonora. Filtros de ponderación espectral A, B, C, D y Z. Filtros de ponderación temporal S, F, I, pk. Medición de nivel sonoro continuo equivalente (Leq), Niveles estadísticos (percentiles). Medidor de intensidad sonora. Referencias acústicas, pistófonos y calibradores acústicos. Dosímetro. Analizador de espectro. Medidor de vibraciones. Oído artificial. Mastoide artificial. Simulador de cabeza y torso humano. Fuentes sonoras de potencia de referencia. Cámara anecoica, semianecoica y reverberante. Cámara de transferencia. Medición de parámetros acústicos de salas según norma ISO 3382. Medición del aislamiento sonoro según norma ISO 140. Medición de la absorción sonora según norma ISO 354. Tubo de Kundt. Holografía de campo cercano. Conformación de haces (Beamforming).
Carga horaria por Unidad: 6 horas cátedra.

Carga horaria por tipo de formación práctica de toda la asignatura

Tipo de formación práctica	Horas reloj
Formación experimental	10
Análisis y resolución de problemas de ingeniería y estudios de casos	10
Formulación, análisis y desarrollo de proyectos.	25

Bibliografía Obligatoria:

Ferreya, S. (2024). *Fundamentos de Acústica*. Publicación interna de la Cátedra Fundamentos de Acústica y Electroacústica (disponible en formato electrónico, PDF). Facultad Regional Córdoba,

Universidad Tecnológica Nacional.

Beranek, L. and Mellow, T. (2019). *Acoustics, sound fields, transducers and vibration*. Elsevier. New York. ISBN: 978-0-12-815227-0.

Kleiner, M. (2013), *Electroacoustics*, CRC Press, Taylor & Francis, Group. ISBN 9780429073519.

Davis, D., Patronis, E., Brown, P. (2013). *Sound System Engineering*. Fourth Edition. Focal Press, Taylor & Francis Group. ISBN: 978-0-240-81846-7

Miyara, F. (2013), *Mediciones acústicas basadas en software*. 1ra Edición. Asociación de Acústicos Argentinos. Gonet. ISBN: 978-987-24713-2-3.

Kuttruf, H. (2007). *Acoustics*, Taylor & Francis, Group. ISBN: 978-0-415-38-679-1,

Rossing, T. (2007). *Springer Handbook of Acoustics*, Springer. ISBN: 978-0-387-30446-5.

Miyara F. (2006), *Acústica y Sistemas de Sonido*. UNR Editora, 4ta Edición. Rosario. ISBN: 978-950-673-557-9.

Ortega, B. y Romero, M. (2003). *Electroacústica: altavoces y micrófonos*, Pearson Education, Madrid, España. ISBN: 978-84-205-3906-5.

Everest, A. (2001). *The Master Handbook Of Acoustics*. 4th Edition, McGraw-Hill, USA. eISBN: 978-007139974-6. ISBN: 0-07-136097-2.

Carrión Isbert, A. (1998). *Diseño Acústico de Espacios Arquitectónicos*, 1ra Edición. UPC, España ISBN: 978-8483012529.

Bibliografía optativa y otros materiales a utilizar en la asignatura:

ANSI S1.1 (2020). *Acoustical Terminology*. 2nd Edition. American National Standard Institute. New York.

Beranek, L.(1969). *Acústica*. 1ra Edición. Editorial Panamericana. Buenos Aires.

Saposhkov, M. (1983). *Electroacústica*. Editorial Reverté. Moscú.

Harris, C. M.(1999), *Noise and Vibration Control Engineering*. McG-Hill, 3st Edition, USA.

López, R. y González, C. (1997). *Acústica Arquitectónica*. UPC España.

Randall, R. (2000). *Frequency Analysis*. Brüel & Kjaer. 4th Edition. Denmark.

Kinsler and Frey. (1962), *Fundamental of Acoustics*. 1st Edition. John Wiley & Sons, Inc.

Brüel & Kjaer (1984). *Measuring Sound*. Denmark.

11. Metodología de enseñanza

Las mediaciones pedagógicas aplicadas son:

- Lecciones Magistrales Participativas.
- Resolución de Ejercicios.
- Resolución de Problemas.

- Aprendizaje Cooperativo en Grupos Pequeños.
- Operación de Instrumentos, Equipos y Máquinas en Ambientes de Acceso Local.
- Formación Experimental en Laboratorios de Acceso Local.
- Aprendizaje Basado en la Investigación (ABI).
- Presentaciones Escritas.
- Presentaciones Orales.
- Aprendizaje in situ.

Para ello, se han previsto los siguientes dispositivos de aprendizaje-evaluación: 1) un trabajo grupal de investigación guiada por el docente el cual coadyuva a los estudiantes a generar un trabajo original sobre una temática de acústica seleccionada por los estudiantes. Este dispositivo con características de proceso y construcción grupal se documenta a través de la confección de un artículo científico-técnico cumplimentando requisitos específicos de formato y estilo establecidos por la cátedra, el cual es sometido a revisión por parte del equipo docente para su posterior publicación electrónica en el sitio web de la asignatura. Este dispositivo pedagógico es un instrumento de evaluación formativa por competencias de trabajo grupal e individual el cual es evaluado en dos instancias: a) escrita y b) oral a través de una ponencia de 15 minutos y 5 minutos de preguntas realizadas por el docente y pares estudiantes; 2) cuatro trabajos prácticos (TP), que se convierten en instrumentos de evaluación formativos basados en competencias adquiridas, donde los estudiantes tienen que enfrentar situaciones problemáticas abordándolas desde aspectos teóricos-prácticos y utilizando metodologías que den respuesta en forma holística al problema planteado. También, en este dispositivo el docente establece un marco de referencia “guía” para que el estudiante desarrolle sus capacidades. Los estudiantes deben confeccionar un Informe Técnico escrito cumplimentando los requisitos específicos de formato y estilo establecidos por la cátedra donde se documentan e informan detalladamente los resultados obtenidos, el análisis y las conclusiones; 3) Dos exámenes parciales sumativos, uno al promediar el cuatrimestre y otro al final de mismo, ambos con una instancia de recuperación; 4) En carácter de cierre y en el marco del aprendizaje “in situ” se realiza una actividad presencial a través de una visita a organizaciones y/o espacios donde la acústica posee un rol singular tal como: estudios de grabación musical, estudios de radiodifusión, empresas de audio, laboratorios, industrias, auditorios, salas de concierto, teatros, entre otros. En estas visitas, los estudiantes realizan una actividad interdisciplinaria de cierre de contenidos “in situ”, realizando relevamientos, análisis, mediciones ó intercambiando conocimientos adquiridos y experiencias vividas con diversos actores como ingenieros, arquitectos, músicos, médicos, fonoaudiólogos, psicólogos, entre otros.

12. Recomendaciones para el estudio

Se recomienda la asistencia a clase, no solo para que el estudiante pueda analizar y discutir los modelos teóricos y la resolución de problemas planteados asociados a cada uno de los temas del programa, si no también para que los docentes puedan ir acompañando el desarrollo los dispositivos de enseñanza-evaluación que se proponen en la asignatura, a través de los cuales se evaluarán los resultados de aprendizaje establecidos. También es importante que el estudiante complemente la actividad desarrollada en clase con horas de estudio en su casa más la tarea de preparación grupal e individual de los informes técnicos correspondientes.

13. Metodología de evaluación

El modelo de enseñanza basado en competencias implica la aplicación de metodologías e instrumentos de evaluación que permiten conocer, a docentes y estudiantes, el nivel de desarrollo de las competencias que aborda la asignatura.

La evaluación se realizará en relación a los logros y avances conseguidos en los dispositivos de enseñanza-evaluación planteados. Estos según corresponda, serán realizados de manera individual ó grupal (de hasta 3 estudiantes). En cada uno, habrá 3 instancias de evaluación: a) seguimiento del trabajo realizado clase-lab-casa y examen parcial sumativo; b) revisión y corrección de informe técnico y/o artículo elaborado; c) ponencia/coloquio de carácter grupal/individual según corresponda.

A continuación, se detallan todos los Resultados de Aprendizajes con sus contenidos a desarrollar para alcanzarlos, la mediación pedagógica, metodologías y estrategias de evaluación, tiempo en horas reloj.

Resultados de Aprendizaje	Contenidos según programa	Mediación Pedagógica	Metodología y Estrategias de Evaluación	Tiempos en hora reloj
RA 1	La acústica como ciencia interdisciplinaria. Aspectos mensurables del sonido, ecuación de onda acústica; campos sonoros; factores que afectan la propagación del sonido; señales acústicas; niveles sonoros. Anatomofisiología y patologías del sistema auditivo y de fonación humano; aspectos perceptuales de la audición; HRTFs. Propagación del sonido en recintos cerrados; modelos de acústica estadística, geométrica, ondulatoria y psicoacústica; análisis de materiales y elementos absorbentes,	Lecciones magistrales participativas. Resolución de Ejercicios. Resolución de Problemas. Aprendizaje cooperativo en grupos pequeños. Operación de instrumentos, equipos y máquinas en ambientes de acceso local. Formación experimental en laboratorios de acceso local. Aprendizaje basado en la Investigación.	a) Informe Técnico de Trabajo Práctico. TP1: Caracterización de Fuente Sonora. TP2: Análisis de Respuestas Impulsivas de Recintos. TP3: Auralización por convolución. TP4: Diseño y Simulación Computacional de Sistema Altavoz-Gabinete Acústico.	Horas Presenciales 24 Horas Teoría-Práctica 15 Horas Laboratorio 9 Horas Extra áulicas 24

	<p>reflectantes y difusores del sonido. Características de sistemas acústicos; análisis de distorsiones; transductores electroacústicos; método de analogías electroacústicas. Micrófonos, altavoces, guías de onda y gabinetes acústicos, características y modelado. Procesadores de audio; registro de audio. Sonorización. Mediciones acústicas; incertidumbre de medición, trazabilidad, instrumentos utilizados en mediciones acústicas.</p>	<p>Presentaciones escritas.</p> <p>Presentaciones orales.</p>	<p>b) Artículo científico-técnico (según formato y estilo establecido por la cátedra), con revisión del docente.</p> <p>c) Presentación Escrita</p> <p>d) Presentación Oral.</p> <p>e) Evaluaciones Parciales</p>	
RA 2	<p>Modelado y diseño de campos sonoros. Medición y simulación de niveles sonoros. Modelado de la audición binaural; mediciones y simulaciones binaurales; auralización. Diseño acústico de recintos; diseño de absorbedores porosos y resonantes, de reflectores planos y policilíndricos, de</p>	<p>Lecciones magistrales participativas.</p> <p>Resolución de Ejercicios.</p> <p>Resolución de Problemas.</p>	<p>a) Informe Técnico de Trabajo Práctico.</p> <p>TP1: Caracterización de Fuente Sonora.</p> <p>TP2: Análisis de Respuestas Impulsivas de Recintos.</p>	<p>Horas Presenciales 24</p> <p>Horas Teoría-Práctica 19</p> <p>Horas Laboratorio 5</p> <p>Horas Extra áulicas 24</p>

	<p>difusores acústicos tipo MLS, QRD y PRD. Modelado y diseño de transductores electroacústicos y de gabinetes acústicos para altavoces. Diseño de sistemas de altavoces. Diseño de procesadores de audio. Diseño de sistemas de sonido para refuerzo sonoro y megafonía. Diseño de sistemas para mediciones acústicas.</p>	<p>Aprendizaje cooperativo en grupos pequeños.</p> <p>Operación de instrumentos, equipos y máquinas en ambientes de acceso local.</p> <p>Formación experimental en laboratorios de acceso local.</p> <p>Aprendizaje basado en la Investigación.</p> <p>Presentaciones escritas.</p> <p>Presentaciones orales.</p>	<p>TP3: Auralización por convolución.</p> <p>TP4: Diseño y Simulación Computacional de Sistema Altavoz-Gabinete Acústico.</p> <p>b) Artículo científico-técnico (según formato y estilo establecido por la cátedra), con revisión del docente.</p> <p>c) Presentación Escrita</p> <p>d) Presentación Oral</p> <p>e) Evaluaciones Parciales</p>	
RA 3	Todas las unidades.	<p>Lecciones magistrales participativas.</p> <p>Resolución de Ejercicios.</p> <p>Resolución de Problemas.</p>	<p>a) Informe Técnico de Trabajo Práctico.</p> <p>TP1: Caracterización de Fuente Sonora.</p> <p>TP2: Análisis de Respuestas Impulsivas de Recintos.</p>	<p>Horas Presenciales 24</p> <p>Horas Teoría-Práctica 20</p> <p>Horas Laboratorio 4</p> <p>Horas Extra áulicas 24</p>

		<p>Aprendizaje cooperativo en grupos pequeños.</p> <p>Operación de instrumentos, equipos y máquinas en ambientes de acceso local.</p> <p>Formación experimental en laboratorios de acceso local.</p> <p>Aprendizaje basado en la Investigación.</p> <p>Presentaciones escritas.</p> <p>Presentaciones orales.</p>	<p>TP3: Auralización por convolución.</p> <p>TP4: Diseño y Simulación Computacional de Sistema Altavoz-Gabinete Acústico.</p> <p>b) Artículo científico-técnico (según formato y estilo establecido por la cátedra), con revisión del docente.</p> <p>c) Presentación Escrita</p> <p>d) Presentación Oral</p> <p>e) Evaluaciones Parciales</p>	
--	--	---	--	--

14. Condiciones de aprobación

Condiciones para obtener la Regularidad.

- Registrar un 75% de asistencia a clases.
- Aprobar los Informes Técnicos (100 % de los Trabajos Prácticos), con una nota igual o superior a 6 (seis) puntos.
- Aprobar los exámenes parciales, con una nota igual o superior a 6 (seis) puntos.
- Aprobar el artículo científico-técnico (correspondientes a sus dos revisiones) con nota igual ó superior a 6 (seis) puntos.

Condiciones para obtener la Aprobación Directa.

- Haber obtenido la regularidad. (la nota de aprobación directa es el promedio de todas las notas obtenidas)
- Aprobar el coloquio oral/escrito integrador con nota igual o superior a seis puntos.

15. Modalidad de examen

El examen final es escrito-oral (teórico-práctico) basado en los temas del programa analítico vigente. Constará de preguntas o problemas y en cada una de ellos se deberá obtener un puntaje mínimo, el que será establecido en cada examen. Cada pregunta o problema, podrá estar dividido en consignas. El puntaje del examen, cuya valuación máxima total será de 100 puntos, se calculará en base a la sumatoria de los puntajes obtenidos en cada pregunta o problema.

La duración del examen final es de 90 minutos y el puntaje mínimo para su aprobación es de 60% del total (escala establecida en el reglamento de estudios Ordenanza 1549/2016).

16. Recursos necesarios

Espacios Físicos: Aula. Laboratorio Central de Electrónica. Laboratorio de Ensayos Acústicos (LEA) del Centro de Investigación y Transferencia en Acústica. Acústica, CINTRA (UTN-CONICET).

Recursos tecnológicos: computadora, proyector multimedia, acceso a internet (en aula, laboratorio y hogar), aula virtual, bibliografía (electrónica o impresa), software de acceso libre o bajo licencia educativa, transporte, seguro y/o elementos de protección personal para vistas técnicas.

Anexo I: Plantel docente de la asignatura			
Titular	Especifique Nombre y Apellido completo.	Dedicación:	Especifique la cantidad de dedicaciones.
Asociado	Especifique Nombre y Apellido completo.	Dedicación:	Especifique la cantidad de dedicaciones.
Adjunto:	Sebastián Pablo Ferreyra	Dedicación:	1 DS
Jefe de Trabajos Prácticos	Especifique Nombre y Apellido completo.	Dedicación:	Especifique la cantidad de dedicaciones.
Auxiliar de 1ra.	Especifique Nombre y Apellido completo.	Dedicación:	Especifique la cantidad de dedicaciones.
Auxiliar de 2da.	Especifique Nombre y Apellido completo.	Dedicación:	Especifique la cantidad de dedicaciones.

FIRMA (Jefe o encargado de cátedra).

Anexo II: Cronograma de clases/trabajos prácticos/evaluaciones (por comisión)

COMISIÓN: 6R1			
Nro. de Semana	Fecha	Tema	Tipo de Actividad
1	Indique la fecha	Describa el tema trabajado	Seleccione el tipo de actividad.

FIRMA (de cada docente que conforman la comisión).