



PROGRAMA DE ASIGNATURA¹

NOMBRE ASIGNATURA: Procesamiento digital de señales

Código: ACUS099-17

Identificación general

Docente responsable	Dr. Víctor Poblete Ramírez	Ayudante	Esteban Vargas
Correo electrónico	vpoblete@uach.cl	Correo electrónico	esteban.vargas01@alumnos.uach.cl
Docente colaborador	Profesor Felipe Figueroa felipe.figueroa01@uach.cl		
Horario y sala de clases	Lunes, miércoles y jueves: III Período – 11:30 – 13:00 horas.		
Año y semestre	2025, Semestre otoño.		

Antecedentes de la asignatura, según proyecto curricular de la carrera									
Unidad Académica	Instituto de Acústica		Carrera	Ingeniería Civil Acústica		Semestre en plan de estudios		V	
Asignaturas- requisito (con código)	Física: ondas y electromagnetismo (BAIN085-14)					Créditos SCT-Chile		7	
Horas cronológicas semestre	Teóricas presenciales	51	Prácticas presenciales	25,5	Trabajo Autónomo	114,75	Total		191,25
Ciclo formativo	Bachillerato		Licenciatura	X	Profesional				
Área de formación	Especialidad		General	X	Vinculante-profesional		Optativa		
Descripción de la asignatura	La asignatura Procesamiento digital de señales tiene como principal propósito que los estudiantes apliquen conocimientos en el área de procesamiento y análisis de señales, y fundamentando conceptualmente el procesamiento en el dominio digital en contextos de trabajo multidisciplinario.								

Aporte de la asignatura al Perfil de Egreso, según proyecto curricular de la carrera

Competencias	Nivel de dominio que alcanza la competencia en la asignatura					
<p>-Específicas:</p> <p>C4: Diseñar soluciones para el control de ruido y vibraciones con enfoque multidisciplinar e innovador elaborando el correspondiente informe, en el ámbito de la construcción, industria y el medio socio-ambiental.</p> <p>C7: Operar sistemas de audio profesional, aplicando criterios técnicos y musicales en el ámbito de la industria musical, audiovisual y del entretenimiento.</p> <p>C9: Diseñar soluciones de acondicionamiento acústico y sistemas de refuerzo sonoro, aplicando criterios tecnológicos y de calidad acústica en el ámbito de la construcción y la industria del entretenimiento</p>	Básico		Medio		Superior	Avanzado
			X			
			X			
			X			
<p>-Genéricas:</p> <p>C3: Manifestar compromiso ético sustentado en principios y valores de justicia, bien común y de dignidad a expresarse en el contexto profesional e interprofesional de la Ingeniera/ el Ingeniero Civil Acústica.</p>	Básico		Medio		Superior	Avanzado
			X			
<p>- Sello:</p> <p>C1: Demostrar compromiso con el conocimiento, la naturaleza y el desarrollo sustentable, en el contexto formativo del desarrollo personal y profesional del estudiante con sello UACH</p>	Básico		Medio		Superior	Avanzado
			X			

Programación por Unidades de Aprendizaje

Unidades de Aprendizaje	Resultados de aprendizaje	Estrategias de enseñanza y aprendizaje	Estrategias de evaluación de los aprendizajes y ponderación	Horas presenciales cronológicas	Horas de trabajo autónomo
	Es capaz de...				
Unidad I: Secuencias y sistemas en el dominio del tiempo discreto. 4 semanas. 1 Secuencias (señales) básicas en tiempo discreto: Impulso unitario, escalón unitario, exponencial real, exponencial compleja, senoidal, cosenoial, periódicas y aperiódicas, combinación de secuencias. 2 Sistemas discretos en el tiempo. Sistemas lineales y no lineales. Sistemas invariantes en el tiempo. Sistemas lineales e invariantes en el tiempo. 3 Respuesta al impulso. Suma de convolución. 4 Convolución en Acústica (3 semanas): Clases prácticas guiadas de convolución y respuesta impulso (Felipe	Reconocer la terminología utilizada en procesamiento digital de señales. Aplicar lenguaje matemático para caracterizar señales acústicas en tiempo discreto. Aplicar lenguajes matemático y de programación (Python) para resolver ejercicios y problemas prácticos que involucren señales acústicas y sistemas lineales e invariantes en el tiempo. Implementar a través de lenguajes matemático y de programación, en Python, la operación de suma de convolución, ilustrando en una animación el proceso y la señal convolucionada. Implementar mediciones	Clases expositiva-activa , con énfasis en el uso del método de pregunta y también a través del método de pensamiento lógico y uso de lenguajes de programación (Python) y de pensamiento matemático para representar secuencias y sistemas en tiempo discreto. Clases prácticas-guiadas: enfatizando el método del aprendizaje basado en problemas prácticos de señales y sistemas, y uso de lenguajes de programación Python. Trabajo autónomo: en base a guías de	Proyecto (P1): Suma de Convolución, (20%). Construir un código en Python que muestre una animación, paso a paso, del proceso de suma de convolución entre dos secuencias. Debe mostrar gráficamente tres secuencias a convolucionar y la tercera es la secuencia resultante convolucionada. Se aplica lenguaje matemático y lenguaje de programación. El código tiene que estar bien organizado y con comentarios. Debe funcionar para cualquier señal acústica que se	12 horas (teóricas). 6 horas (prácticas).	27 horas.

<p>Figuerola/Víctor Poblete)</p> <p>5 Respuesta en frecuencia de sistemas lineales e invariantes en el tiempo.</p>	<p>acústicas de respuesta impulso en recintos.</p>	<p>aprendizaje y al desarrollo de scripts en Python (no presencial).</p> <p>Clases prácticas-guiadas: enfaticando el método del aprendizaje basado en problemas prácticos de señales y sistemas, uso de instrumentación acústica y lenguajes de programación Python.</p> <p>Trabajo autónomo: en base a guías de aprendizaje y al desarrollo de prácticas de mediciones de respuesta impulso en recintos y uso scripts en Python (no presencial).</p>	<p>ingrese.</p> <p>Pimera evaluación (EV1) de procedimiento teórico-práctico (10%). Se resuelve autónomamente un problema práctico en clases. El procedimiento incluye uso ejercicios de teoría y prácticos de programación Python. El trabajo considera guía de ejercicios y pauta de evaluación.</p>		
<p>Unidad II: Secuencias y sistemas en dominio de la frecuencia. 4 semanas.</p> <p>1 Transformada de Fourier aplicada a secuencias. Respuesta impulso</p>	<p>Reconocer la terminología utilizada para el análisis de señales en el dominio de la frecuencia.</p> <p>Aplicar lenguaje matemático para</p>	<p>Clases expositiva-activa, con énfasis en el uso del método de pregunta y también a través del método de pensamiento lógico y uso de lenguajes</p>	<p>Proyecto (P2): Segmentar una señal acústica en tiempos cortos y construir espectrograma (20%). Construir un código</p>	<p>12 horas (teóricas).</p> <p>6 horas (prácticas).</p>	<p>27 horas.</p>

	expresada como la transformada inversa de Fourier de la función de respuesta en frecuencia. Uso de ventanas.	caracterizar señales acústicas en el dominio de frecuencia.	de programación (Python) y de pensamiento matemático para analizar secuencias y sistemas en el dominio de la frecuencia.	en Python que genere una matriz la cual contenga una señal segmentada en tiempo corto. A cada segmento, aplicar una ventana, por ejemplo, Hamming, y calcular la Transformada de Fourier. Debe representar además, la magnitud cuadrática de cada segmento a lo largo del tiempo (espectrograma). Se aplica lenguaje matemático y lenguaje de programación.		
2	Propiedades, teoremas, y parejas de transformadas de Fourier.	Aplicar lenguajes matemático y de programación (Python) para resolver ejercicios y problemas prácticos que involucren el análisis en frecuencia de señales acústicas y sistemas lineales e invariantes en el tiempo.	Clases prácticas-guiadas: enfatizando el método del aprendizaje basado en problemas prácticos de señales y sistemas en el dominio de la frecuencia, y uso de lenguajes de programación Python.			
3	Teorema de modulación y teorema del muestreo (Nyquist).					
4	Transformada discreta de Fourier (DFT). Transformada inversa discreta de Fourier (IDFT). Transformada rápida de Fourier (FFT).	Implementar a través de lenguajes matemático y de programación, en Python, algoritmos para analizar en frecuencia señales acústicas y visualizar las respuestas del proceso.	Trabajo autónomo: en base a guías de aprendizaje y al desarrollo de scripts en Python (no presencial).	Segunda evaluación (EV2) de procedimiento teórico-práctico (10%). Se resuelve autónomamente un problema práctico en clases. El procedimiento incluye uso ejercicios de teoría y prácticos de programación Python. El trabajo considera guía de		

			ejercicios y pauta de evaluación.		
Unidad III: Transformada z. Transformada z inversa. Filtros en tiempo discreto. 4 semanas. 1. Ecuaciones en diferencias lineales con coeficientes constantes. 2. Plano complejo z, región de convergencia. 3. Función del sistema o función de transferencia. Análisis de polos y ceros de la función de transferencia. 4. Diseño de filtros en tiempo discreto: pasa bajo, pasa banda, pasa altos.	Reconocer la terminología utilizada para la representación de la transformada z, de una secuencia. Aplicar lenguaje matemático para representar en el plano z la región de convergencia. Aplicar lenguajes matemático y de programación (Python) para resolver ejercicios y problemas prácticos que involucren la transformada z de secuencias. Implementar a través de lenguajes matemático y de programación, en Python, filtros en tiempo discreto, para analizar secuencias en el dominio de frecuencia y visualizar las respuestas de estos sistemas.	Clases expositiva-activa , con énfasis en el uso del método de pregunta y también a través del método de pensamiento lógico y uso de lenguajes de programación (Python) y de pensamiento matemático para aplicar la transformada z y diseñar filtros en tiempo discreto. Clases prácticas-guiadas: enfatizando el método del aprendizaje basado en problemas prácticos de transformada z y diseño filtros en tiempo discreto, usando de lenguajes de programación Python. Trabajo autónomo: en base a guías de aprendizaje y al desarrollo de scripts	Tercera evaluación (EV3) de procedimiento teórico-práctico (10%). Se resuelve autónomamente un problema práctico en clases. El procedimiento incluye uso ejercicios de teoría y prácticos de programación Python. El trabajo considera guía de ejercicios y pauta de evaluación.	12 horas (teóricas). 6 horas (prácticas).	27 horas.

		en Python (no presencial).			
Unidad IV: Nociones básicas de procesamiento digital de señales aleatorias. 4 semanas.	<p>Integrar conceptos de procesamiento de señales y sistemas, a señales degradadas por ruido o vibraciones.</p> <p>Aplicar lenguajes matemático y de programación (Python) para resolver ejercicios y problemas prácticos que involucren la señales ruidosas.</p> <p>Aplicar la función de autocorrelación y la transformada de Fourier inversa, para analizar el pitch o frecuencia fundamental de una señal acústica (musical o de voz), usando lenguaje programación, en Python.</p>	<p>Clases expositiva-activa, con énfasis en el uso del método de pregunta y también a través del método de pensamiento lógico y uso de lenguajes de programación (Python) y de pensamiento matemático, para el procesamiento de señales aleatorias.</p> <p>Clases prácticas-guiadas: enfatizando el método del aprendizaje basado en problemas prácticos de para el procesamiento de señales aleatorias, usando de lenguajes de programación Python.</p> <p>Trabajo autónomo: en base a guías de aprendizaje y al desarrollo de scripts en Python (no presencial).</p>	<p>Proyecto (P3): Representaciones para una señal acústica sin distorsión y degradada por ruido o vibración (20%). Construir un código en Python que permita hacer representaciones de una señal acústica sin distorsión y degradada por ruido o vibración. Analizar las representaciones en tiempo y frecuencia, y usar Transformada de Fourier, filtros, espectrogramas, e histogramas. Se aplica lenguaje matemático y lenguaje de programación.</p> <p>Cuarta evaluación (EV4) de procedimiento teórico-práctico (10%). Se resuelve autónomamente un</p>	<p>12 horas (teóricas).</p> <p>6 horas (prácticas).</p>	27 horas.
<p>1 Señales discretas randómicas en el tiempo.</p> <p>2 Señales degradadas con ruido aleatorio por procesos de ruido o vibraciones.</p> <p>3 Densidad espectral de potencia usando FFT.</p> <p>4 Función de autocorrelación. Transformada de Fourier de la autocorrelación y espectro de potencia.</p>					

			problema práctico en clases. El procedimiento incluye uso ejercicios de teoría y prácticos de programación Python. El trabajo considera guía de ejercicios y pauta de evaluación.		
--	--	--	---	--	--

Requisitos de aprobación

- Asistencia Libre.
- Evaluaciones (fechas y ponderaciones)
 - 1) **Pimera evaluación (EV1) de procedimiento teórico-práctico (10%).** Mayo de 2025.
 - 2) **Proyecto (P1) Suma de Convolución (20%).** Entrega a más tardar, 16 horas. Cumplida la fecha de entrega, se descontará un punto por día de atraso. La entrega se hace mediante correo electrónico enviado al Profesor y al ayudante.
 - 3) **Segunda evaluación (EV2) de procedimiento teórico-práctico (10%).** Mayo de 2025.
 - 4) **Proyecto (P2) Segmentar una señal acústica en tiempos cortos y construir espectrograma (20%).** Entrega a más tardar, 16 horas. Cumplida la fecha de entrega, se descontará un punto por día de atraso. La entrega se hace mediante correo electrónico enviado al Profesor y al ayudante.
 - 5) **Tercera evaluación (EV3) de procedimiento teórico-práctico (10%).** Junio de 2025.
 - 6) **Proyecto (P3) Representaciones para una señal acústica sin distorsión y degradada por ruido o vibración (20%).** Entrega a más tardar, 16 horas. Cumplida la fecha de entrega, se descontará un punto por día de atraso. La entrega se hace mediante correo electrónico enviado al Profesor y al ayudante.

- 7) **Cuarta evaluación (EV4) de procedimiento teórico-práctico (10%).** Lunes Junio de 2025.
- 8) El promedio de las evaluaciones se calcula como:
$$\text{NotaFinal} = (\text{EV1}) \cdot 0.1 + (\text{EV2}) \cdot 0.1 + (\text{EV3}) \cdot 0.1 + (\text{EV4}) \cdot 0.1 + (\text{P1}) \cdot 0.2 + (\text{P2}) \cdot 0.2 + (\text{P3}) \cdot 0.2$$
- 9) Se aprueba con **NotaFinal ≥ 4.0 .**

Recursos de aprendizaje

Programa y contenidos de la asignatura en:

- <https://github.com/vpobleteacustica/ACUS099-Procesamiento-digital-de-senales>

Bibliografía:

- Charbit, M. (2017). Digital Signal Processing with Python Programming. John Wiley & Son, Inc. USA.
- Unpingco, J. (2014). Python for Signal Processing. Featuring IPython Notebook. Springer International Publishing Switzerland.
- Oppenheim, A. V., Schafer, R., W. (1989). Discrete-Time Signal Processing. Prentice Hall, Inc. New Jersey.
- Oppenheim, A. V., Schafer, R., W. (2000). Tratamiento de Señales en Tiempo Discreto. Segunda Edición, Prentice Hall, Madrid.

Software, Librerías y Tutoriales

- Lenguaje: Python 3.8.2 documentation
- Ambiente: IPython Jupyter
- Librerías para computación científica: Numpy, Pandas, Scipy
- Librerías para visualización: Matplotlib
- Librerías para análisis de audio y música: LibROSA
- Tutorial introducción para Markdown y GitHub Markdown Help, LaTeX

Otros recursos: No aplica.

ANEXO: Indicadores de desempeño

Indicadores de desempeño	Nivel medio (m)
Competencia específica N°4	
d.1 Domina conceptos y procedimientos de las ciencias de la ingeniería involucrados en la implementación de soluciones para el control de ruido y vibraciones en el ámbito de la construcción, industria y medio socio-ambiental.	Es capaz de reconocer, en forma colaborativa y guiada, lenguaje técnico, relacionando fundamentos teóricos y procedimientos elementales de las ciencias de la ingeniería en problemas de ruido y vibraciones en el ámbito de la construcción, industria y el medio socio-ambiental.
Competencia específica N°7	
d.1 Domina conceptos y procedimientos de las ciencias de la ingeniería involucrados en el manejo de sistemas de audio profesional en el ámbito de la industria musical, audiovisual y del entretenimiento.	Es capaz de reconocer, en forma colaborativa y guiada, lenguaje técnico, relacionando fundamentos teóricos y procedimientos elementales de las ciencias de la ingeniería y/u otras disciplinas, del manejo de sistemas de audio profesional el ámbito de la industria musical, audiovisual y del entretenimiento.
d.4 Maneja sistemas de audio profesional, aplicando criterios técnicos y musicales en el ámbito de la industria musical, audiovisual y del entretenimiento.	Es capaz de manipular, en forma colaborativa y guiada, sistemas de audio compuestos por uno o varios transductores de entrada, preamplificadores, mezclador y transductores de salida de acuerdo a principios de funcionamiento, y etapa de aplicación en el ámbito de la industria musical, audiovisual y del entretenimiento.
Competencia específica N°9	
d.1 Determinar conceptos y procedimientos de las ciencias de la ingeniería involucrados en la implementación de soluciones de acondicionamiento acústico y sistemas de refuerzo sonoro en el ámbito de la construcción y la industria del entretenimiento	Es capaz de reconocer, en forma colaborativa y guiada, lenguaje técnico, relacionando fundamentos teórico y procedimientos elementales de las ciencias de la ingeniería existentes en las necesidades de acondicionamiento acústico y refuerzo sonoro en el ámbito de la construcción y/o industria del entretenimiento.

Competencia genérica N°3	
d.1 Examina escenarios que ejemplifican problemáticas y medidas de solución, asociadas a acciones de compromiso ético, en el contexto de las experiencias formativas que la UACH ofrece a los estudiantes.	Es capaz de analizar “casos” de situaciones problemáticas que afectan el compromiso con la libertad y el respeto por la diversidad, considerando sus principales causas y efectos, tanto en contextos rutinarios como en contextos profesionales.
d.2 Asume posturas críticas frente a las acciones de compromiso ético , en el contexto de las experiencias formativas que la UACH ofrece a los estudiantes.	Es capaz de exponer su opinión frente a diversos “casos”, que afectan el compromiso ético, justificando su postura de acuerdo a las experiencias que posee y al tipo de contexto en que se presentan.
Competencia sello N°1	
d.1 Examina escenarios que ejemplifican problemáticas y medidas de solución, asociadas a acciones de compromiso con el conocimiento, la naturaleza y el desarrollo sustentable , en el contexto de las experiencias formativas que la UACH ofrece a los estudiantes.	Es capaz de analizar “casos” de situaciones problemáticas que afectan el <i>compromiso con el conocimiento, la naturaleza y el desarrollo sustentable</i> , considerando sus principales causas y efectos, tanto en contextos rutinarios como en contextos profesionales.
d.2 Asume posturas críticas frente a las acciones de compromiso con el conocimiento, la naturaleza y el desarrollo sustentable , en el contexto de las experiencias formativas que la UACH ofrece a los estudiantes.	Es capaz de exponer su opinión frente a diversos “casos”, que afectan el <i>compromiso con el conocimiento, la naturaleza y el desarrollo sustentable</i> , justificando su postura de acuerdo a las experiencias que posee y al tipo de contexto en que se presentan.
Nivel Medio (m): Aplicación frente a una gama significativa de actividades de trabajo variadas, realizadas en una variedad de contextos. Algunas de estas actividades son complejas y hay cierta autonomía y responsabilidad del individuo.	