



### PROGRAMA DE ASIGNATURA<sup>1</sup>

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
Horario y sala de clases	Lunes, miércoles y jueves: III Período – 11:30 – 13:00 horas.		
Año y semestre	2024, 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...				
<b>Unidad I: Secuencias y sistemas en el dominio del tiempo discreto. 4 semanas.</b>  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 Respuesta en frecuencia de sistemas lineales e invariantes en el tiempo.	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 (Matlab y 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 Matlab y Python, la operación de suma de convolución, ilustrando en una animación el proceso y la señal convolucionada.	<b>Clases expositiva-activa</b> , con énfasis en el uso del método de pregunta y también a través del método de pensamiento lógico y uso de lenguajes de programación (Matlab y Python) y de pensamiento matemático para representar secuencias y sistemas en tiempo discreto.  <b>Clases prácticas-guiadas:</b> enfatizando el método del aprendizaje basado en problemas prácticos de señales y sistemas, y uso de lenguajes de programación Matlab y Python.  <b>Trabajo autónomo:</b> en base a guías de	<b>Proyecto (P1): Suma de Convolución, (20%).</b> 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.

		aprendizaje y al desarrollo de scripts en Matlab y Python (no presencial).	ingrese.  <b>Pimera evaluación (EV1) de procedimiento teórico-práctico (10%).</b> 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><b>Unidad II: Secuencias y sistemas en dominio de la frecuencia.</b> <b>4 semanas.</b></p> <p>1 Transformada de Fourier aplicada a secuencias. Respuesta impulso expresada como la transformada inversa de Fourier de la función de respuesta en frecuencia. Uso de ventanas.</p> <p>2 Propiedades, teoremas, y parejas de transformadas</p>	<p>Reconocer la terminología utilizada para el análisis de señales en el dominio de la frecuencia.</p> <p>Aplicar lenguaje matemático para caracterizar señales acústicas en el dominio de frecuencia.</p> <p>Aplicar lenguajes matemático y de programación (Matlab y Python) para resolver</p>	<p><b>Clases expositiva-activa</b>, con énfasis en el uso del método de pregunta y también a través del método de pensamiento lógico y uso de lenguajes de programación (Matlab y Python) y de pensamiento matemático para analizar secuencias y sistemas en el dominio de la frecuencia.</p>	<p><b>Proyecto (P2): Segmentar una señal acústica en tiempos cortos y construir espectrograma (20%).</b> Construir un código en Python que genere una matriz la cual contenga una señal segmentada en tiempo corto. A cada segmento, aplicar una ventana, por ejemplo,</p>	<p>12 horas (teóricas).</p> <p>6 horas (prácticas).</p>	27 horas.

<p>de Fourier.</p> <p>3 Teorema de modulación y teorema del muestreo (Nyquist).</p> <p>4 Transformada discreta de Fourier (DFT). Transformada inversa discreta de Fourier (IDFT). Transformada rápida de Fourier (FFT).</p>	<p>ejercicios y problemas prácticos que involucren el análisis en frecuencia de señales acústicas y sistemas lineales e invariantes en el tiempo.</p> <p>Implementar a través de lenguajes matemático y de programación, en Matlab y Python, algoritmos para analizar en frecuencia señales acústicas y visualizar las respuestas del proceso.</p>	<p><b>Clases prácticas-guiadas:</b> 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 Matlab y Python.</p> <p><b>Trabajo autónomo:</b> en base a guías de aprendizaje y al desarrollo de scripts en Matlab y Python (no presencial).</p>	<p>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.</p> <p><b>Segunda evaluación (EV2) de procedimiento teórico-práctico (10%).</b> 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><b>Unidad III: Transformada z. Transformada z inversa. Filtros en tiempo discreto. 4 semanas.</b></p>	<p>Reconocer la terminología utilizada para la representación de la transformada z, de una secuencia.</p>	<p><b>Clases expositiva-activa,</b> con énfasis en el uso del método de pregunta y también a través del</p>	<p><b>Tercera evaluación (EV3) de procedimiento teórico-práctico (10%).</b></p>	<p>12 horas (teóricas). 6 horas (prácticas).</p>	<p>27 horas.</p>

1. Ecuaciones en diferencias lineales con coeficientes constantes.	Aplicar lenguaje matemático para representar en el plano $z$ la región de convergencia.	método de pensamiento lógico y uso de lenguajes de programación (Matlab y Python) y de pensamiento matemático para aplicar la transformada $z$ y diseñar filtros en tiempo discreto.	Se resuelve autónomamente un problema práctico en clases. El procedimiento incluye uso de ejercicios de teoría y prácticos de programación Python. El trabajo considera guía de ejercicios y pauta de evaluación.		
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.	Aplicar lenguajes matemático y de programación (Matlab y Python) para resolver ejercicios y problemas prácticos que involucren la transformada $z$ de secuencias.	<b>Clases prácticas-guiadas:</b> enfatizando el método del aprendizaje basado en problemas prácticos de transformada $z$ y diseño filtros en tiempo discreto, usando de lenguajes de programación Matlab y Python.			
4. Diseño de filtros en tiempo discreto: pasa bajo, pasa banda, pasa altos.	Implementar a través de lenguajes matemático y de programación, en Matlab y Python, filtros en tiempo discreto, para analizar secuencias en el dominio de frecuencia y visualizar las respuestas de estos sistemas.	<b>Trabajo autónomo:</b> en base a guías de aprendizaje y al desarrollo de scripts en Matlab y Python (no presencial).			
<b>Unidad IV: Nociones básicas de procesamiento digital de señales aleatorias. 4 semanas.</b>	Integrar conceptos de procesamiento de señales y sistemas, a señales degradadas por ruido o vibraciones.	<b>Clases expositiva-activa</b> , con énfasis en el uso del método de pregunta y también a través del	<b>Proyecto (P3): Representaciones para una señal acústica sin distorsión y</b>	12 horas (teóricas). 6 horas (prácticas).	27 horas.

1	Señales discretas randómicas en el tiempo.	Aplicar lenguajes matemático y de programación (Matlab y Python) para resolver ejercicios y problemas prácticos que involucren la señales ruidosas.	método de pensamiento lógico y uso de lenguajes de programación (Matlab y Python) y de pensamiento matemático, para el procesamiento de señales aleatorias.	<b>degradada por ruido o vibración (20%).</b> 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.		
2	Señales degradadas con ruido aleatorio por procesos de ruido o vibraciones.					
3	Densidad espectral de potencia usando FFT.	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 Matlab y Python.	<b>Clases prácticas- guiadas:</b> enfaticando el método del aprendizaje basado en problemas prácticos de para el procesamiento de señales aleatorias, usando de lenguajes de programación Matlab y Python.			
4	Función de autocorrelación. Transformada de Fourier de la autocorrelación y espectro de potencia.		<b>Trabajo autónomo:</b> en base a guías de aprendizaje y al desarrollo de scripts en Matlab y Python (no presencial).	<b>Cuarta evaluación (EV4) de procedimiento teórico-práctico (10%).</b> 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.		
--	--	--	---	--	--

Requisitos de aprobación	
-	Asistencia Libre.
-	Evaluaciones (fechas y ponderaciones)
1)	<b>Pimera evaluación (EV1) de procedimiento teórico-práctico (10%).</b> Mayo de 2024.
2)	<b>Proyecto (P1) Suma de Convolución (20%).</b> 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)	<b>Segunda evaluación (EV2) de procedimiento teórico-práctico (10%).</b> Mayo de 2024.
4)	<b>Proyecto (P2) Segmentar una señal acústica en tiempos cortos y construir espectrograma (20%).</b> 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)	<b>Tercera evaluación (EV3) de procedimiento teórico-práctico (10%).</b> Junio de 2024.
6)	<b>Proyecto (P3) Representaciones para una señal acústica sin distorsión y degradada por ruido o vibración (20%).</b> 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)	<b>Cuarta evaluación (EV4) de procedimiento teórico-práctico (10%).</b> Lunes Junio de 2024.
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 <b>NotaFinal</b> $\geq 4.0$ .

--

  

Recursos de aprendizaje
<p data-bbox="174 362 779 394"><b>Programa y contenidos de la asignatura en:</b></p> <ul data-bbox="237 410 1293 443" style="list-style-type: none"><li>- <a href="https://github.com/vpobleteacustica/ACUS099-Procesamiento-digital-de-senales">https://github.com/vpobleteacustica/ACUS099-Procesamiento-digital-de-senales</a></li></ul> <p data-bbox="174 508 327 540">Bibliografía:</p> <ul data-bbox="174 557 1848 743" style="list-style-type: none"><li>- Charbit, M. (2017). Digital Signal Processing with Python Programming. John Wiley &amp; Son, Inc. USA.</li><li>- Unpingco, J. (2014). Python for Signal Processing. Featuring IPython Notebook. Springer International Publishing Switzerland.</li><li>- Oppenheim, A. V., Schafer, R., W. (1989). Discrete-Time Signal Processing. Prentice Hall, Inc. New Jersey.</li><li>- Oppenheim, A. V., Schafer, R., W. (2000). Tratamiento de Señales en Tiempo Discreto. Segunda Edición, Prentice Hall, Madrid.</li></ul> <p data-bbox="174 808 579 841">Software, Librerías y Tutoriales</p> <ul data-bbox="174 857 1098 1141" style="list-style-type: none"><li>- Lenguaje: Python 3.8.2 documentation</li><li>- Ambiente: IPython Jupyter</li><li>- Librerías para computación científica: Numpy, Pandas, Scipy</li><li>- Librerías para visualización: Matplotlib</li><li>- Librerías para análisis de audio y música: LibROSA</li><li>- Tutorial introducción para Markdown y GitHub Markdown Help, LaTeX</li></ul>
<p data-bbox="174 1219 531 1252"><b>Otros recursos:</b> No aplica.</p>

<b>ANEXO: Indicadores de desempeño</b>	
<b>Indicadores de desempeño</b>	<b>Nivel medio (m)</b>
<b>Competencia específica N°4</b>	
<b>d.1</b> 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.
<b>Competencia específica N°7</b>	
<b>d.1</b> 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 en el ámbito de la industria musical, audiovisual y del entretenimiento.
<b>d.4</b> 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.
<b>Competencia específica N°9</b>	
<b>d.1</b> 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.
<b>Competencia genérica N°3</b>	
<b>d.1</b> 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.

<b>d.2</b> Asume posturas críticas frente a las acciones de <b>compromiso ético</b> , 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.
<b>Competencia sello N°1</b>	
<b>d.1</b> Examina escenarios que ejemplifican problemáticas y medidas de solución, asociadas a acciones de <b>compromiso con el conocimiento, la naturaleza y el desarrollo sustentable</b> , 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.
<b>d.2</b> Asume posturas críticas frente a las acciones de <b>compromiso con el conocimiento, la naturaleza y el desarrollo sustentable</b> , 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.
<b>Nivel Medio (m):</b> 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.	