



USACH



PROCESAMIENTO DE SEÑALES E IMÁGENES 13318

Unidades I y II - Análisis de señales en tiempo discreto.

Señales discretas y muestreo - Parte 1

Profesor: Luis Corral

18 de marzo de 2025



DEPARTAMENTO DE
**INGENIERÍA
INFORMÁTICA**

¿Qué veremos hoy?



DEPARTAMENTO DE
**INGENIERÍA
INFORMÁTICA**

- ▶ Presentación de la asignatura
- ▶ Contenidos: Unidades I y II
- ▶ Estado del arte
- ▶ Señales discretas y muestreo
- ▶ Cronograma



- ▶ **Presentación de la asignatura**
- ▶ **Contenidos: Unidades I y II**
- ▶ **Estado del arte**
- ▶ **Señales discretas y muestreo**
- ▶ **Cronograma**





- Profesores:
 - Procesamiento de señales:
Luis Corral (luis.corral.r@usach.cl)
Desde 17/03/2025 hasta 11/05/2025
 - Procesamiento de imágenes:
Cristobal Loyola Maureira
Desde 12/05/2025 hasta 19/07/2025
- Ayudante:
 - Clemente Aguilar (clemente.aguilar@usach.cl)

Objetivo de la asignatura

1 Presentación de la asignatura



DEPARTAMENTO DE
**INGENIERÍA
INFORMÁTICA**

Aplicar las herramientas básicas para el **procesamiento de señales en el dominio del tiempo y la frecuencia**, y evaluar las principales técnicas de **procesamiento de imágenes para la solución de problemas**, distinguiendo ventajas y desventajas de cada método y evidenciando pensamiento crítico.

RdA específicos

Comprender los fundamentos matemáticos de la representación de señales en el tiempo y la frecuencia, y adquirir dominio práctico del uso de la transformada de Fourier.

Analizar herramientas básicas de procesamiento de señales de tiempo discreto en el espacio de la frecuencia, y aplicarlas para solucionar problemas reales específicos

A thick, black, double-headed horizontal arrow pointing to the left and right. The text 'Problemas reales específicos' is centered within the arrow in a bold, orange, sans-serif font.

Problemas reales específicos



- Actividades de evaluación:
 - Cátedra:
 - PEP 1: martes 08/abril
 - PEP 2: martes 06/mayo
 - Laboratorio::
 - Tarea 1: lunes 07/abril
 - Tarea 2: lunes 28/abril

RdA específicos

Evaluar técnicas de procesamiento de imágenes apropiadas para la solución de problemas reales específicos

Evaluar métodos para detectar información relevante en una imagen para representarla en alto nivel

The MATLAB logo is represented by a thick, black, double-headed horizontal arrow. The word 'MATLAB' is written in a bold, orange, sans-serif font, centered within the arrow.

MATLAB

The 'Pensamiento crítico' logo is represented by a thick, black, double-headed horizontal arrow, identical in style to the MATLAB logo. The words 'Pensamiento crítico' are written in a bold, orange, sans-serif font, centered within the arrow.

Pensamiento crítico



- Actividades de evaluación:
 - Cátedra:
 - PEP 3: martes 17/junio
 - PEP 4: martes 08/julio
 - Laboratorio::
 - Tarea 3: lunes 02/junio
 - Tarea 4: lunes 30/junio



- Cátedra (70 %):
 - Pruebas Escritas Parciales: PEP1, PEP2, PEP3 y PEP4, 25 % cada una
 - $CAT = \text{promedio}(PEP1, PEP2, PEP3, PEP4)$
- Laboratorio (30 %):
 - Tareas individuales: T1, T2, T3 y T4, 25 % cada una
 - $LAB = \text{promedio}(T1, T2, T3, T4)$

- El promedio final del curso se calcula como: $0.7 \cdot \text{CAT} + 0.3 \cdot \text{LAB}$
- Para aprobar el curso se debe tener 4.0 o más en el promedio de cátedra y 4.0 o más en el promedio de laboratorio, de lo contrario la nota será el mínimo de ellos.
- Cátedra y laboratorio se aprueban por separado.
- La exigencia académica en evaluaciones de cátedra y laboratorio es de 60 %.
- En caso de inasistencia a una PEP, se debe justificar en secretaría docente dentro de los 5 días hábiles siguientes a la fecha de la evaluación.



- Al finalizar el semestre, se considera una hora de clase para rendir las pruebas recuperativas de las cuatro PEPs, siempre que cuenten con el justificativo aprobado por Jefe de carrera.
- Existe una prueba de reemplazo (PDR) que sustituye la peor nota de PEP, que se rinde en la última semana. La condición para rendir la PDR es tener todas las PEPs ≥ 3.0 .
- Si una tarea se entrega fuera de plazo, se resta un punto por cada hora de retraso.
- Una tarea no entregada tiene calificación 1.0.
- No existe tarea recuperativa.

Cronograma (preliminar)

1 Presentación de la asignatura



DEPARTAMENTO DE
**INGENIERÍA
INFORMÁTICA**

Unidad	Semana	LUNES	MARTES M3	MARTES M5 LAB	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES V2
I	1	17/3/2025	- Introducción y contenidos - Señales continuas - Señales discretas de tiempo finito	- Introducción a MATLAB - Lectura de archivos wav - Gráficas			- Operaciones series finitas - Muestreo periódico - Teorema del muestreo
	2	24/3/2025	- Sistemas LTI - Respuesta al impulso	- Aliasing/muestreo - Respuesta al impulso			- Suma de convolución - Convolución circular
	3	31/3/2025	- Ejercicios	- Convolución			- Representación en series de Fourier - Transformada de Fourier discreta
	4	7/4/2025	Enunciado Tarea 1	PEP1	—		- Teorema de convolución - Transformada rápida de Fourier
II	5	14/4/2025	- Ejercicios	- Fourier			feriado 14/04
	6	21/4/2025	- Sistemas de ecuaciones en diferencia - Transformada Z - Diagrama de polos y ceros	- Teorema de convolución			- Ejercicios
	7	28/4/2025	Enunciado Tarea 2	- Sistemas IIR y FIR - Filtros digitales	- Transformada Z - Polos y ceros	feriado 01/05	feriado 02/05
	8	5/5/2025	PEP2	- Laboratorio de filtros			- Extracción de características - Representación probabilística
III	9	12/5/2025	- Presentación de la asignatura - Procesamiento, análisis y reconocimiento de imágenes	—			- La imagen digital y sus propiedades - Tipos de operaciones sobre imágenes
		19/5/2025	receso docente				
	10	26/5/2025	- Operaciones de punto - Binarización	- Sesión práctica: histograma y binarización			- Filtrado de suavizado y realce
	11	2/6/2025	Enunciado Tarea 3	- Sesión práctica: filtros y detección de bordes			- Mejoramiento de contraste
	12	9/6/2025	- Morfología matemática - Topología digital	- Sesión práctica: mejoramiento del contraste y morfología matemática			- Transformaciones geométricas
	13	16/6/2025	PEP3	- Sesión práctica: transformaciones geométricas			feriado 16/06
	14	23/6/2025	- Transformada de Hough	- Sesión práctica: transformada de Hough			- Detección de puntos de interés
	15	30/6/2025	Enunciado Tarea 4	- Extracción de características	- Sesión práctica: DoG, SIFT		- Segmentación de imágenes
IV	16	7/7/2025	PEP4	- Hora de consultas			PR
	17	14/7/2025	FOR	—	feriado 14/07		CIERRE DE ACTAS

- ▶ Presentación de la asignatura
- ▶ Contenidos: Unidades I y II
- ▶ Estado del arte
- ▶ Señales discretas y muestreo
- ▶ Cronograma



1. Introducción

Unidad I: Análisis en el dominio del tiempo

2. Señales discretas y muestreo

- 2.1 Señales en tiempo discreto.
- 2.2 Señales exponenciales.
- 2.3 Señales impulso y escalón unitarios.
- 2.4 Señales discretas de largo finito.
- 2.5 Operaciones sobre señales finitas.
- 2.6 Operaciones sobre la variable temporal.
- 2.7 Muestreo de señales continuas.
- 2.8 Teorema del muestreo.

Unidad I: Análisis en el dominio del tiempo

3. Sistemas LIT y convolución

3.1 Sistemas LIT.

3.2 Respuesta al impulso.

3.3 Suma de convolución.

3.4 Suma de convolución circular.

3.5 Convolución circular mediante multiplicación de matrices.

Unidad II: Análisis en el dominio de la frecuencia

4. Serie y transformada de Fourier discreta

4.1 Serie de Fourier discreta.

4.2 Transformada de Fourier discreta.

4.3 Transformada rápida de Fourier.

4.4 Análisis en el dominio de la frecuencia.

5. Filtros digitales

5.1 Sistemas de ecuaciones en diferencia.

5.2 La transformada Z.

5.3 Diagrama de polos y ceros.

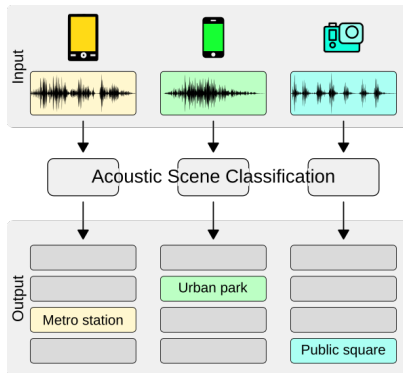
5.4 Sistemas FIR e IIR.

5.5 Filtros digitales.

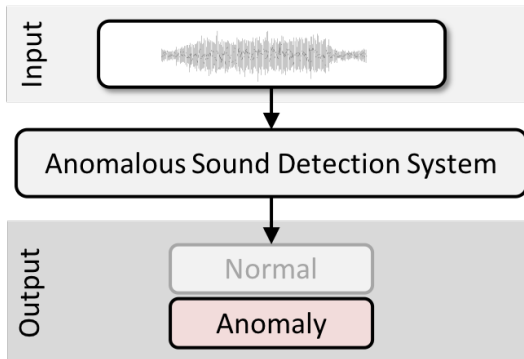
- ▶ Presentación de la asignatura
- ▶ Contenidos: Unidades I y II
- ▶ Estado del arte
- ▶ Señales discretas y muestreo
- ▶ Cronograma



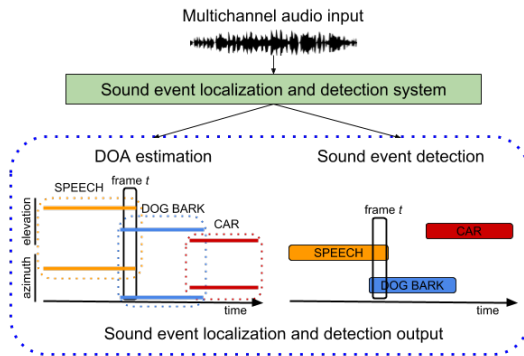
- Detection and Classification of Acoustic Scenes and Events.



- Detection and Classification of Acoustic Scenes and Events.



- Detection and Classification of Acoustic Scenes and Events.



- Detection and Classification of Acoustic Scenes and Events.

Language Query: A bird is chirping under the thunder storm





USACH



Unidad I: Análisis en el dominio del tiempo

- ▶ Presentación de la asignatura
- ▶ Contenidos: Unidades I y II
- ▶ Estado del arte
- ▶ Señales discretas y muestreo
- ▶ Cronograma



Señales en tiempo discreto

4 Señales discretas y muestreo



DEPARTAMENTO DE
**INGENIERÍA
INFORMÁTICA**

- Muestras discretas.
- Pérdida información.
- Tiempo (s) \rightarrow muestras n .

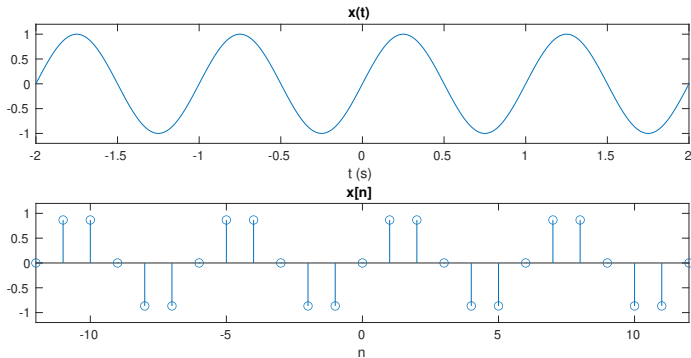


Figura 1: Señal continua $x(t)$ y discreta $x[n]$.



- Base generadora.
- Fórmula de Euler.
- Señal cosenoidal real.
- Señal senoidal compleja.

$$x[n] = e^{j\omega_0 n}, \quad (1)$$

$$e^{j\omega_0 n} = \cos(\omega_0 n) + j \sin(\omega_0 n), \quad (2)$$

- Frecuencia fundamental de periodo N .

$$\omega_0 = \frac{2\pi m}{N}, \quad (3)$$

- Señales periódicas:

$$x[n] = x[n + N]. \quad (4)$$

Señales impulso y escalón unitario

4 Señales discretas y muestreo



DEPARTAMENTO DE
**INGENIERÍA
INFORMÁTICA**

- Impulso unitario $\delta[n]$: valor uno para $n = 0$ y cero en el resto de las muestras
- Escalón unitario $u[n]$: valor uno para $n \geq 0$ y cero para $n < 0$.

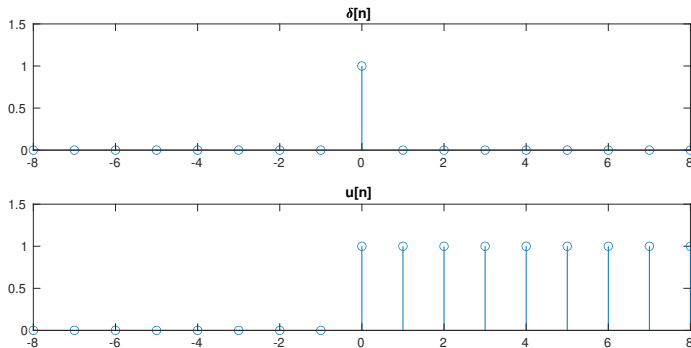


Figura 2: Señales impulso unitario $\delta[n]$ y escalón unitario $u[n]$.

Señales discretas de largo finito

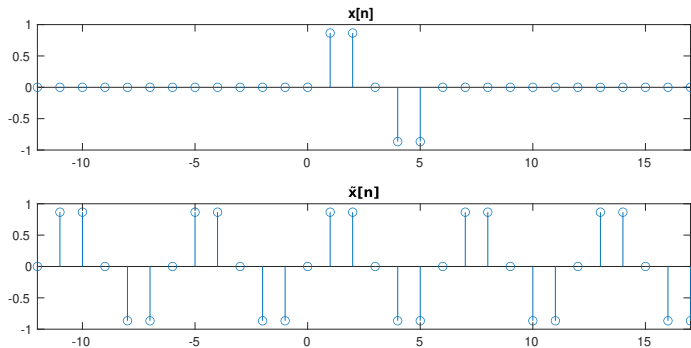


Figura 3: Señal $x[n]$ y su análoga periódica $\tilde{x}[n]$.

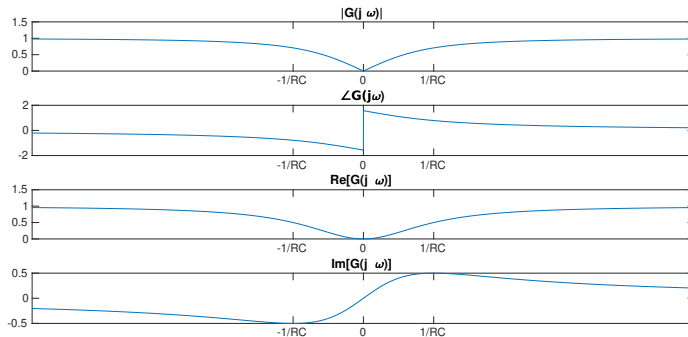


Figura 4: Magnitud, fase, parte real e imaginaria de una señal compleja.



USACH



¿Consultas?

- ▶ Presentación de la asignatura
- ▶ Contenidos: Unidades I y II
- ▶ Estado del arte
- ▶ Señales discretas y muestreo
- ▶ Cronograma



Cronograma y evaluaciones

5 Cronograma



DEPARTAMENTO DE
**INGENIERÍA
INFORMÁTICA**

Unidad	Semana	LUNES	MARTES M3	MARTES M5 LAB	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES V2
I	1	17/3/2025	- Introducción y contenidos - Señales continuas - Señales discretas de tiempo finito	- Introducción a MATLAB - Lectura de archivos wav - Gráficas			- Operaciones series finitas - Muestreo periódico - Teorema del muestreo
	2	24/3/2025	- Sistemas LIT - Respuesta al impulso	- Aliasing/muestreo - Respuesta al impulso			- Suma de convolución - Convolución circular
	3	31/3/2025	- Ejercicios	- Convolución			- Representación en series de Fourier - Transformada de Fourier discreta
	4	7/4/2025	Enunciado Tarea 1	PEP1	--		- Teorema de convolución - Transformada rápida de Fourier
II	5	14/4/2025	- Ejercicios	- Fourier			feriado 18/04
	6	21/4/2025	- Sistemas de ecuaciones en diferencia - Transformada Z - Diagrama de polos y ceros	- Teorema de convolución			- Ejercicios
	7	28/4/2025	Enunciado Tarea 2	- Sistemas IIR y FIR - Filtros digitales	- Transformada Z - Polos y ceros	feriado 01/05	feriado 02/05
	8	5/5/2025	PEP2	- Laboratorio de filtros			- Extracción de características - Representación probabilística

Anand Kumar, A. (2013). *Digital Signal Processing*. PHI Learning, 1st ed.

Oppenheim, A., Schafer, R., & Buck, J. (1999). *Discrete-Time Signal Processing*. Prentice Hall, 2nd ed.

Oppenheim, A., Willsky, A., & Nawab, S. (1998). *Signals and Systems*. Prentice Hall, 2nd ed. [Hernández, G.M. (Tr.), originalmente publicado en inglés].