

## Procesamiento digital de señales

Guía de trabajos prácticos: Unidad III

# Espacios de señales y Bases

## 1. Objetivos

- Ver a las señales como elementos de un espacio vectorial.
- Reinterpretar conceptos básicos del álgebra lineal en el contexto del procesamiento de señales.
- Valorar la importancia del producto interno en el procesamiento de señales.
- Presentar los fundamentos generales de las transformadas lineales más usadas.
- Aplicar las herramientas bajo estudio en problemas sencillos.

## 2. Trabajos prácticos



**Ejercicio 1:** Obtener los siguientes valores de una señal senoidal, una rampa, una onda cuadrada y una señal aleatoria:

1. valor medio,
2. máximo,
3. mínimo,
4. amplitud,
5. energía,
6. acción,
7. potencia media y
8. raíz del valor cuadrático medio.



**Ejercicio 2:** Compruebe que el producto interno mide el grado de parecido entre dos señales dadas. Para ello, genere dos señales senoidales y realice el producto interno entre ellas. Evalúe el efecto que producen los distintos parámetros  $(A, f, \phi)$  sobre el cálculo del producto interno.



**Ejercicio 3:** (\*) Calcule el error cuadrático total de aproximación en el ejemplo con funciones de Legendre bajo las siguientes condiciones:

1. con los coeficientes calculados en el ejemplo,
2. con pequeñas variaciones en torno a estos coeficientes  $\alpha$ , construyendo una gráfica en 3D con la variación en los coeficientes en  $x, y$  y el error cuadrático total en  $z$ ,
3. con más coeficientes  $\alpha$ , para comprobar cómo se reduce el error cuadrático total al aumentar los coeficientes.



**Ejercicio 4:** (\*) Genere una señal como combinación lineal del conjunto de señales senoidales con frecuencias de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 Hz y luego:

1. mida el grado de parecido con dichas senoidales representando el resultado en un gráfico de barras,
2. vuelva a medir el grado de parecido pero con una combinación lineal en la que se varía la fase de las senoidales y
3. realice el gráfico de barras para el caso de una señal cuadrada de 5,5 Hz.



**Ejercicio 5:** (\*\*) En el archivo *te.txt* se encuentra la señal registrada al discar un número telefónico en una línea ruidosa y se requiere determinar el número que se ha discado. La señal se digitalizó con una frecuencia de muestreo de 11025 Hz y se sabe que cada número del teléfono está codificado mediante la suma de dos señales senoidales cuya frecuencia indica la posición en el teclado. De arriba hacia abajo las frecuencias son 697, 770, 852 y 941 Hz; de izquierda a derecha son 1209, 1336 y 1477 Hz. Por ejemplo: el número 2 se codifica con la suma de dos senos con frecuencias 697 y 1336 Hz; el número 7 se codifica con 852 y 1209 Hz. Se necesita determinar el número que se ha discado. (Sugerencia: utilice el producto interno).

2428265 numero  
que deberia dar



**Ejercicio 6:** (+) En el archivo *escala.wav* se encuentran almacenados ocho tonos puros (*notas musicales*) sin separación, cada uno de 0.5 segundos de duración. Implemente un algoritmo para detectar el momento donde se encuentra la nota LA. Se adjunta la tabla de frecuencias de las notas musicales.

Nota	Frecuencia [Hz.]
DO	261.63
RE	293.66
MI	329.63
FA	349.23
SOL	392.00
LA	440.00
SI	493.88
DO	523.25