

Práctica 1: generación de señales paso banda.

1. Introducción.

Esta práctica está destinada a la creación de una señal de tiempo discreto cuyas características sean conocidas de forma aproximada, de manera que su análisis espectral pueda resultar interpretable. Consiste, básicamente, en la realización de una función de Matlab que dé lugar a una señal digital de tipo paso banda; es decir, cuyo contenido espectral se agrupe en torno a una componente frecuencial fundamental.

2. Proceso aleatorio paso banda.

Realizar una función en Matlab que genere la señal $x[n]$ siguiente:

$$x[n] = \cos \Omega_0 n + \sum_{k=1}^K A_{1,k} \cos(\Omega_k n + \varphi_{1,k}) + A_{2,k} \cos\left(\frac{\Omega_0^2}{\Omega_k} n + \varphi_{2,k}\right)$$

Se trata de la combinación lineal de $(K + 1)$ señales sinusoidales cuyas pulsaciones fundamentales se han diseñado de manera que se agrupen en un intervalo en torno a la pulsación Ω_0 . Cada uno de los parámetros que aparecen en la ecuación representan lo siguiente:

- Ω_0 es la pulsación de referencia o pulsación fundamental.
- $\Omega_k = \Omega_0 (1 + \alpha_k k)$ es una pulsación que se dispersa aleatoriamente en torno a Ω_0 según el parámetro $\alpha_k \sim N(0, \sigma_\alpha^2)$, que es una variable aleatoria gaussiana con desviación típica $\sigma_\alpha = 0.02$.
- Las amplitudes de las sinusoides también son variables aleatorias normales $A_{i,k} \sim N(0, \sigma_{i,k}^2)$, cuya desviación típica disminuye de manera inversa con el índice k : $\sigma_{i,k} = \left(1 + \frac{k}{25}\right)^{-1}$.
- Las fases iniciales son variables aleatorias uniformes definidas en el intervalo $[-\pi, \pi]$: $\varphi_{i,k} \sim U(-\pi, \pi)$.

Para generar variables aleatorias gaussianas y uniformes, utilizar las funciones `randn` y `rand` respectivamente.

3. Programa a realizar en esta práctica.

Esta práctica consiste en completar el programa que se describe a continuación.

```
clear
L = randi(500)+100; % Longitud de la señal.
```

La variable L es la longitud de la señal, y se escoge al azar como un número entero en el intervalo $[100, 600]$. Se recomienda emplear la función `randi` para obtener este valor.

```
I = fix((rand*6+2)*10)/10;
Omega = pi/I;
```

La variable I representa la fracción de π que permite obtener la frecuencia fundamental Ω_0 . Los valores adecuados para Ω_0 deben ser inferiores a $\frac{\pi}{2}$ radianes, así que I debe escogerse como un número real aleatorio distribuido uniformemente en el intervalo $[2, 8]$ ($I \sim U(2, 8)$).

```
K = _____;
```

El parámetro K , que determina el número de sinusoides, se escoge al azar entre 15 y 35.

```
x = PassBandSig_4_DSP(L,Omega,K); % Diseño de la señal.
```

La función `PassBandSig_4_DSP` es la función que se pide diseñar. Mas abajo en este texto se indica el significado de los parámetros de entrada y de salida.

Utilice el siguiente código sirve para representar la señal $x[n]$ en el dominio del tiempo.

```
figure(1)
n = 0:L-1;
subplot(211), stem(n,x)
xlabel('n')
ylabel('x[n]')
title(['Señal en el dominio del tiempo: L = '...
      num2str(L) ' y K = ' num2str(K) '.'])
xlim([n(1) n(end)])
```

Con el siguiente programa podrá calcular y representar el espectro de la señal.

```
N = max([2^ceil(log2(L)+1) 2048]); % Resolución para el cálculo de la DFT.
X_w = abs(fftshift(fft(x,N))).^2/L; % Cálculo del periodograma.
F = linspace(-1,1,size(X_w,2));
```

```

figure(1)
subplot(212), plot(F,X_w)
xlim([F(1) F(end)]), grid on
xlabel('Frecuencia normalizada ($F = \Omega/\pi$)',...
    'Interpreter','latex','FontSize',13)
ylabel('$\left\vert X\left(e^{j\Omega}\right)\right\vert$',...
    'Interpreter','latex','FontSize',13)
title(['Representación del espectro de x[n]: F_0 = '...
    num2str(Omega/pi,'%.2f') '.'])

```

4. Diseño de la función paso banda.

Esta sección incluye el código correspondiente a la función encargada de generar la señal aleatoria formada por la combinación lineal de señales sinusoidales descrita anteriormente. Solo son necesarios 3 parámetros de entrada, ya que los demás se calculan aleatoriamente en el cuerpo de la función:

1. L : longitud de la señal, en número de muestras.
2. Ω_0 : frecuencia fundamental.
3. K : parámetro que determina el número de sinusoides.

```

function x = PassBandSig_4_DSP(L,Omega_0,K)

% This function designs a signal as a combination of K+1
% sinusoids. The spectral content gathers a set of pure
% frequencies inside the interval around the fundamental
% frequency (Omega_0). The bunch of sinusoids are defined
% to be random frequencies in a small range very close to
% the fundamental one.
%
% Incoming parameters:
%   - L: signal length, in # of samples.
%   - Omega_0: fundamental frequency (in radians).
%   - K: number of sinusoidal components.
%
% Outgoing parameters:
%   - x: signal.

% *****
Escribir aquí el código de la función
% *****
end

```