TEORIA DE LA SEÑAL Y DE LA COMUNICACION

Práctica 4: Ventanas Espectrales.

ugr Universidad de Granada

Ejercicio1.

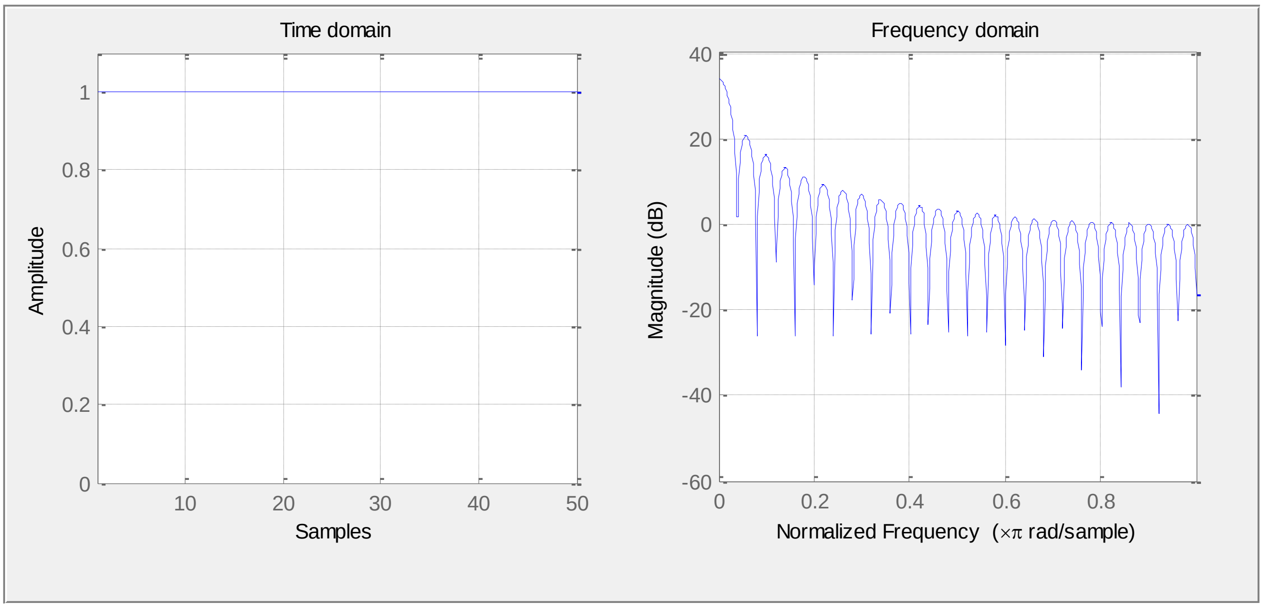
Obtenga la expresión matemática de cada una de las ventanas especificadas anteriormente y represente el modulo en dB de las mismas.

Para las representaciones graficas he utilizado un tamaño de ventana de 50, y para las expresiones matemáticas un tamaño N, donde $0 \leq n \leq N-1$

- Rectangular:

  $v(n) = 1$

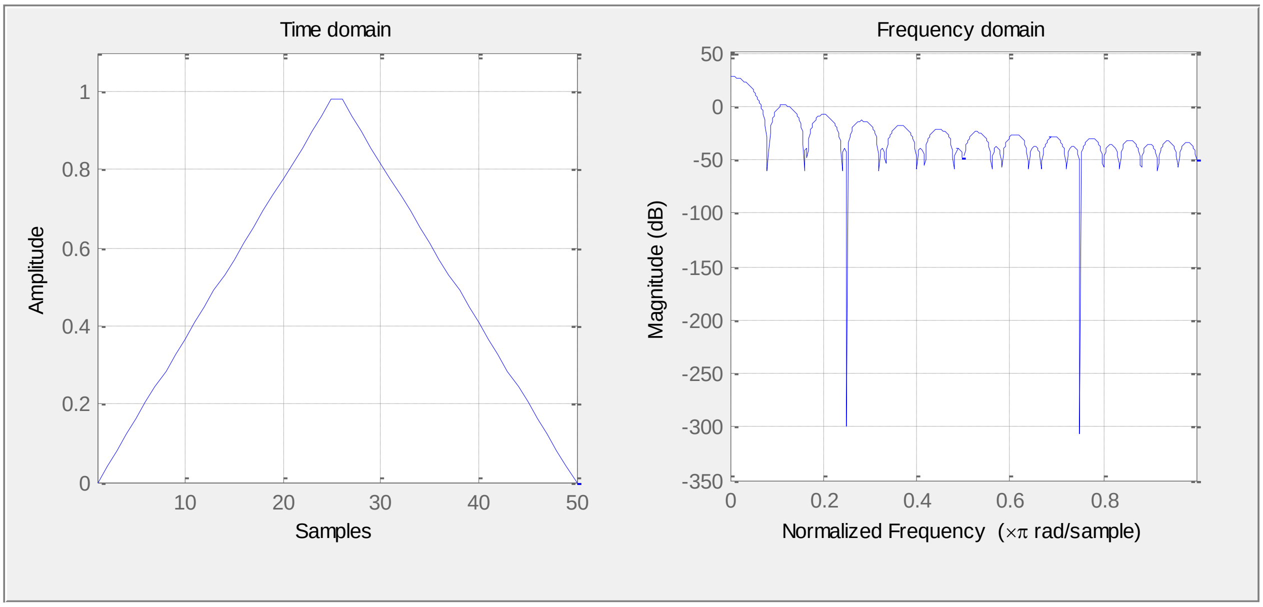
  wvtool (boxcar (tam))



- Bartlett

$$v(n) = \frac{N-1}{2} - \left|n - \frac{N-1}{2}\right|$$

wvtool (bartlett (tam))

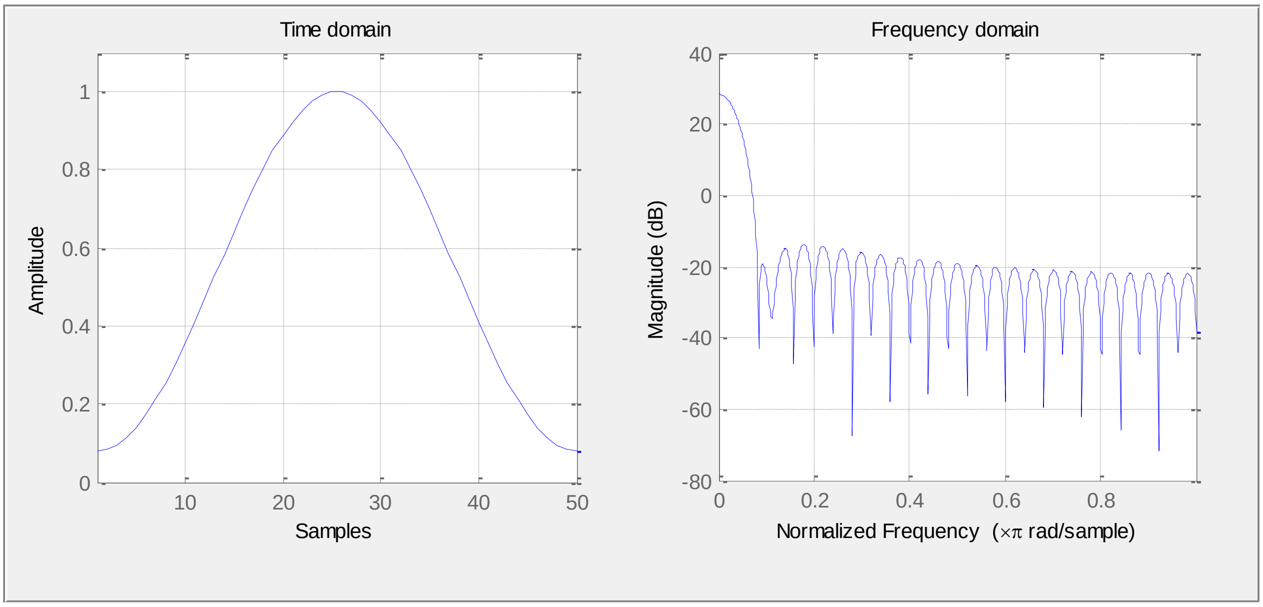


- Hamming

$$v(n) = a_0 - a_1 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right)$$

$$a_0 = 0.53836; \qquad a_1 = 0.46164;$$

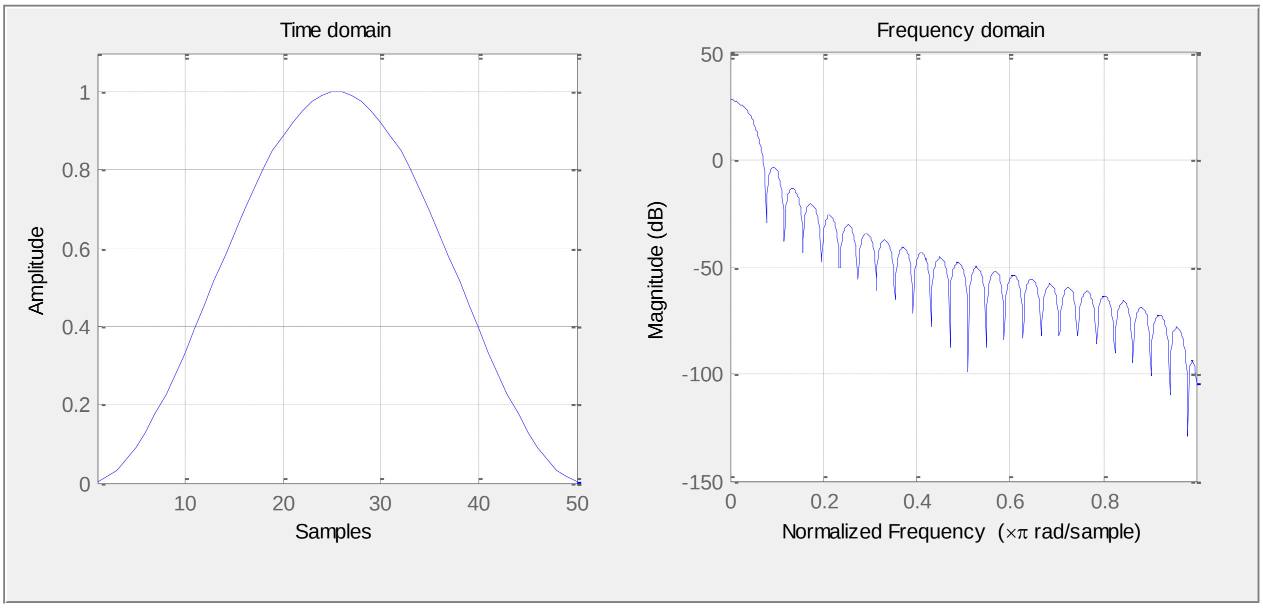
wvtool(hamming(tam))



- Hanning

$$v(n) = a_0 - a_1 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right)$$
$$a_0 = 0.5; \qquad a_1 = 0.5;$$

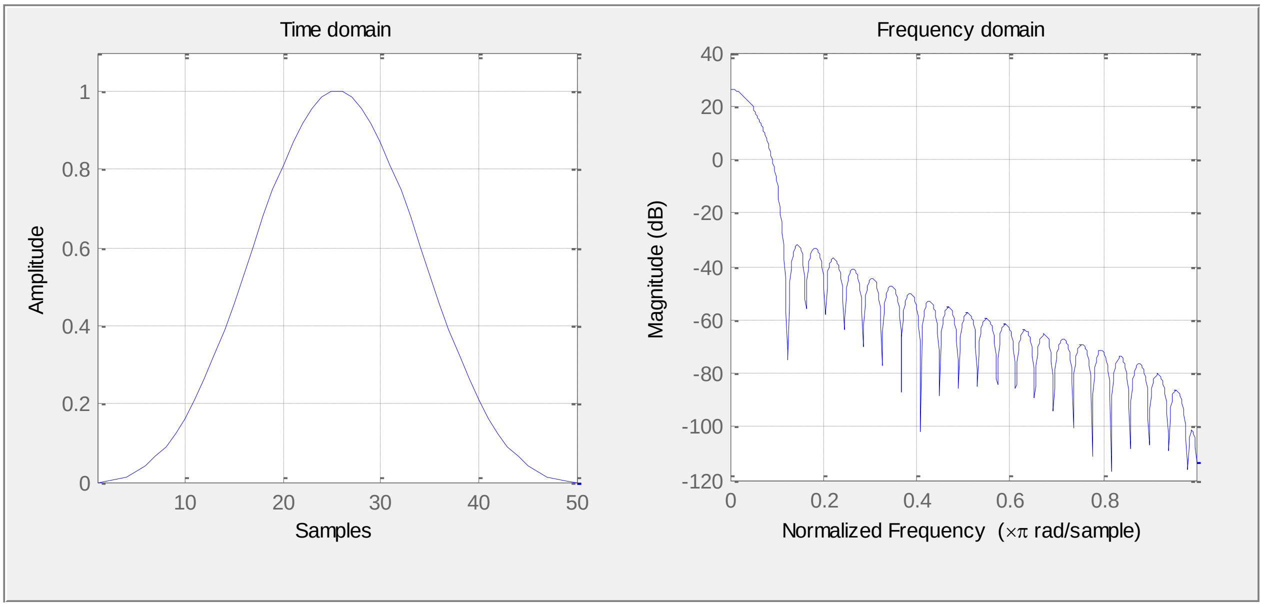
wvtool(hanning(tam))



- Blackman

$$v(n) = a_0 - a_1 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right) + a_2 \cos\left(\frac{4\pi n}{N-1}\right)$$
$$a_0 = 0.42; \qquad a_1 = 0.5; \qquad a_2 = 0.08;$$

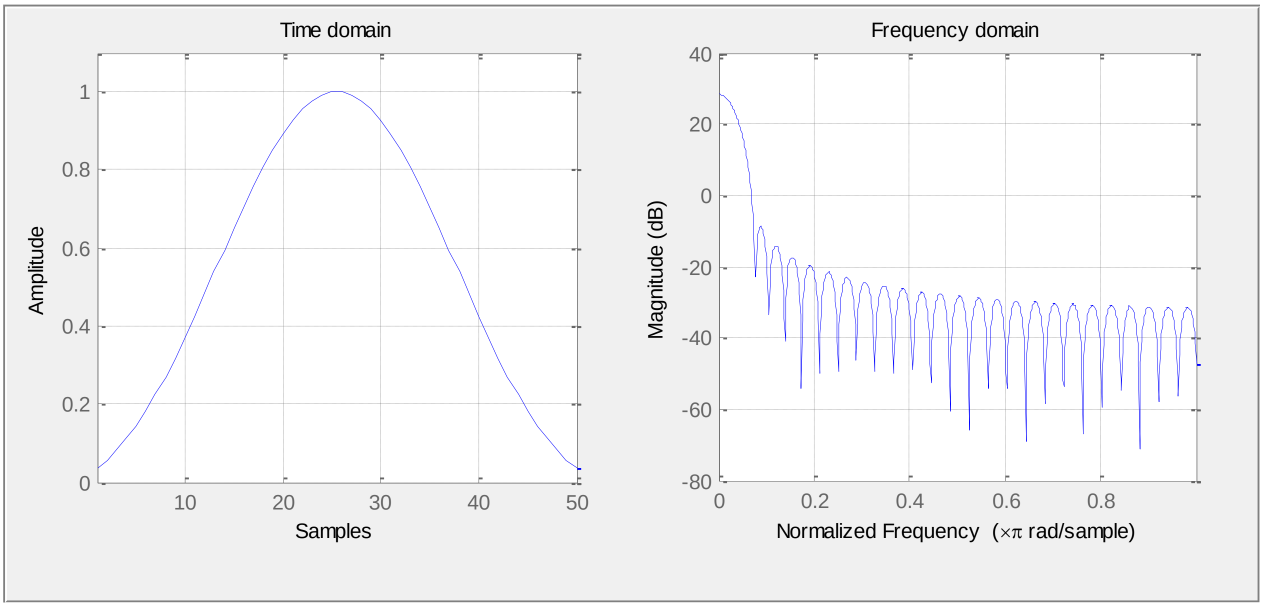
wvtool(blackman(tam))



- Kaiser

$$w_k = \begin{cases} \dfrac{I_0\left(\pi\alpha\sqrt{1-\left(2k/_{n-1}\right)^2}\right)}{I_0(\pi\alpha)} & si\ 0 \le k \le n \\ 0 & resto \end{cases}$$

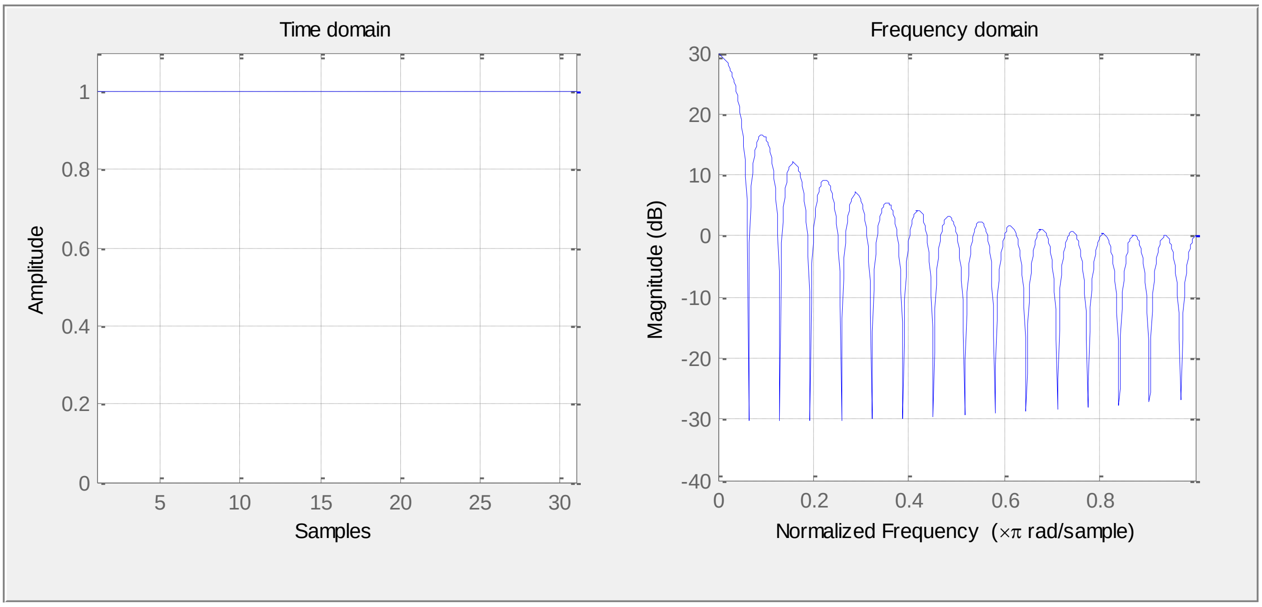
wvtool(kaiser(tam,5))



Ejercicio 2.

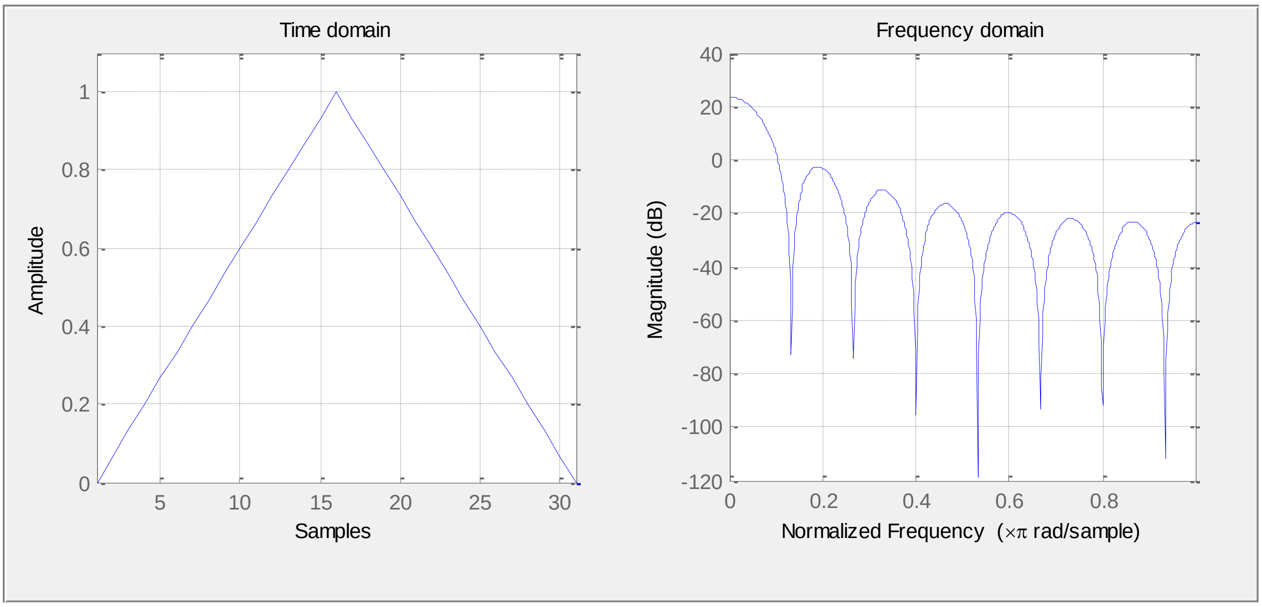
Determine la anchura del lóbulo central de los siguientes tipos de ventanas: rectangular, Bartlett, de Hamming y de Blackman, de longitud 31 puntos. Tome como referencia el ancho a 3dB. Verifique también la altura del primer lóbulo lateral.

- Rectangular
  wvtool(boxcar(31))



Anchura del principal: 0.054688 Atenuación: -13.3 Altura del primer lateral: 15 dB

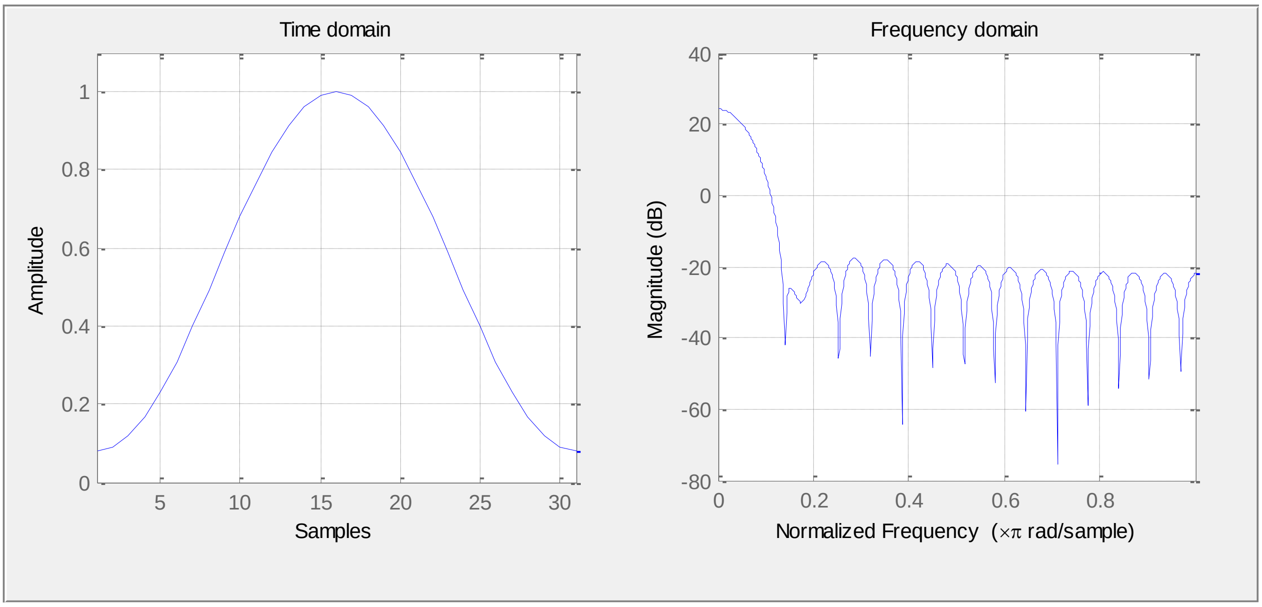
- Bartlett
  wvtool(bartlett(31))



Anchura del principal: 0.078125 Atenuación: -26.3 Altura del primer lateral: 0 dB

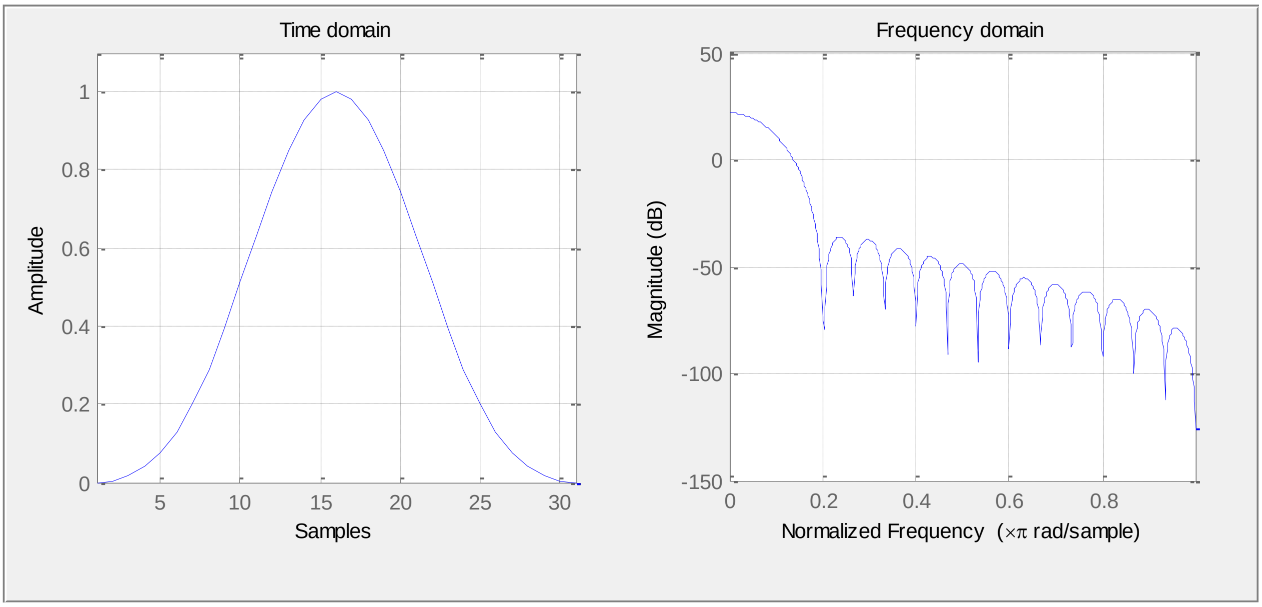
- Hamming

wvtool(hamming(31))



Anchura del principal: 0.078125 Atenuación: -41.7 Altura del primer lateral: -20dB

- Blackman
  wvtool(blackman(31))



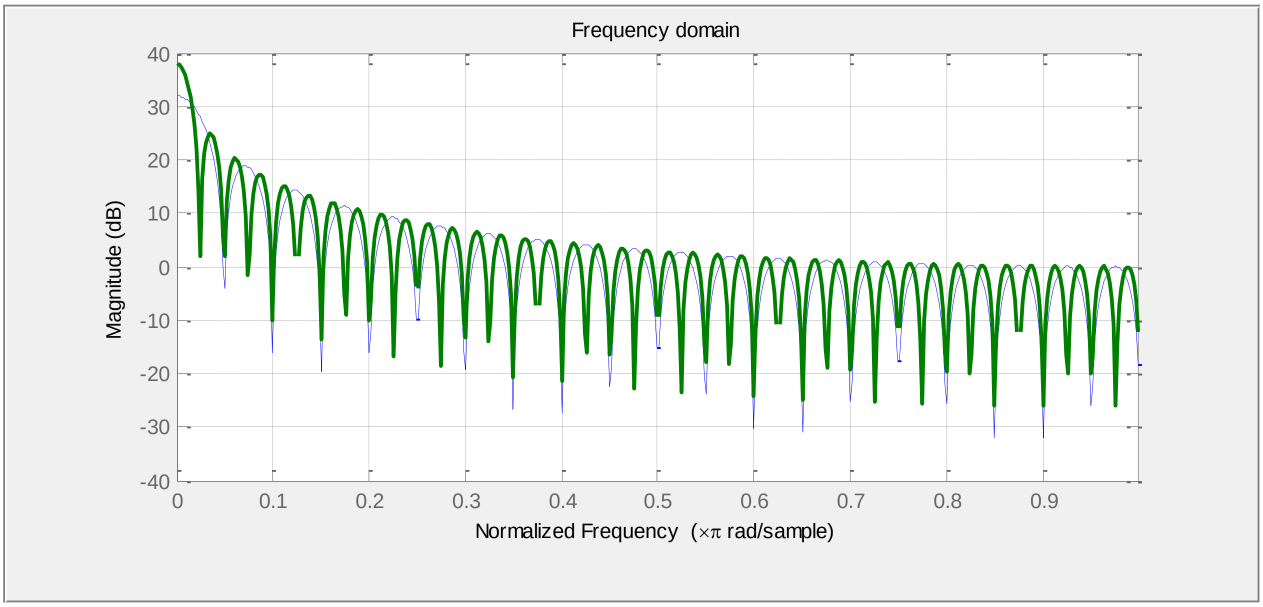
Anchura del principal: 0.10938 Atenuación: -58.2 Altura del primer lateral: -30 dB

Ejercicio 3.

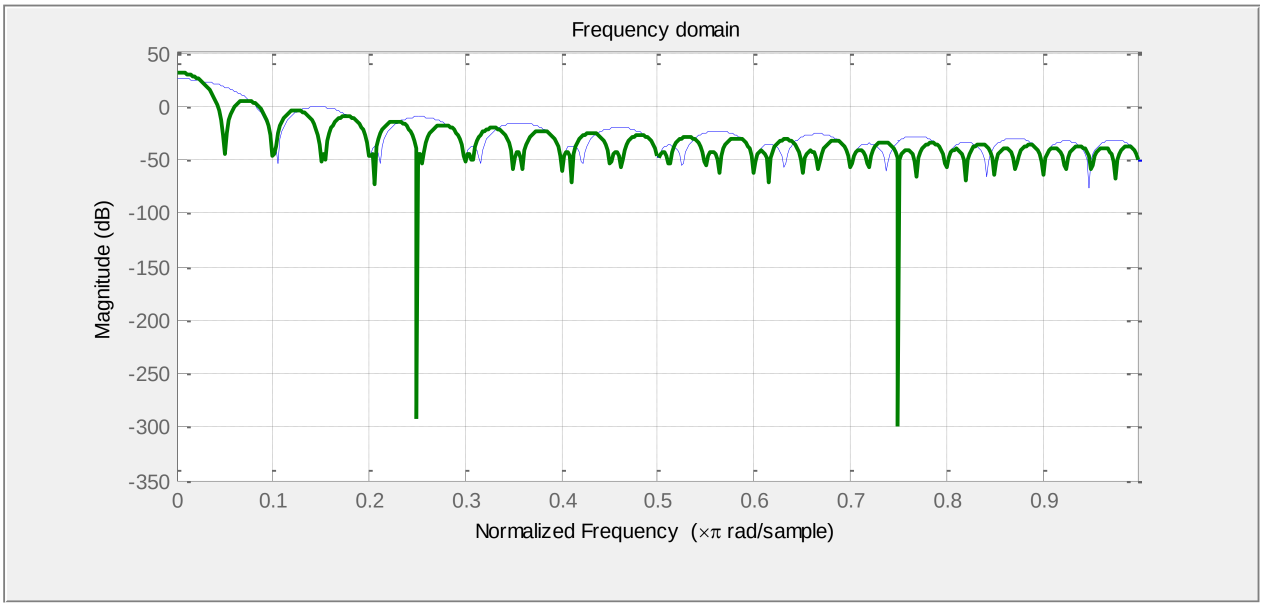
Para cada una de las ventanas definidas en el apartado anterior verifique el efecto de incrementar la longitud de la ventana tanto en el lóbulo central como en los lóbulos laterales.

Comparemos dos tamaños de ventana, 50 (seria la grafica en color azul) y 100 (la grafica de color verde).

- Rectangular
  wvtool(boxcar(40), boxcar(80))

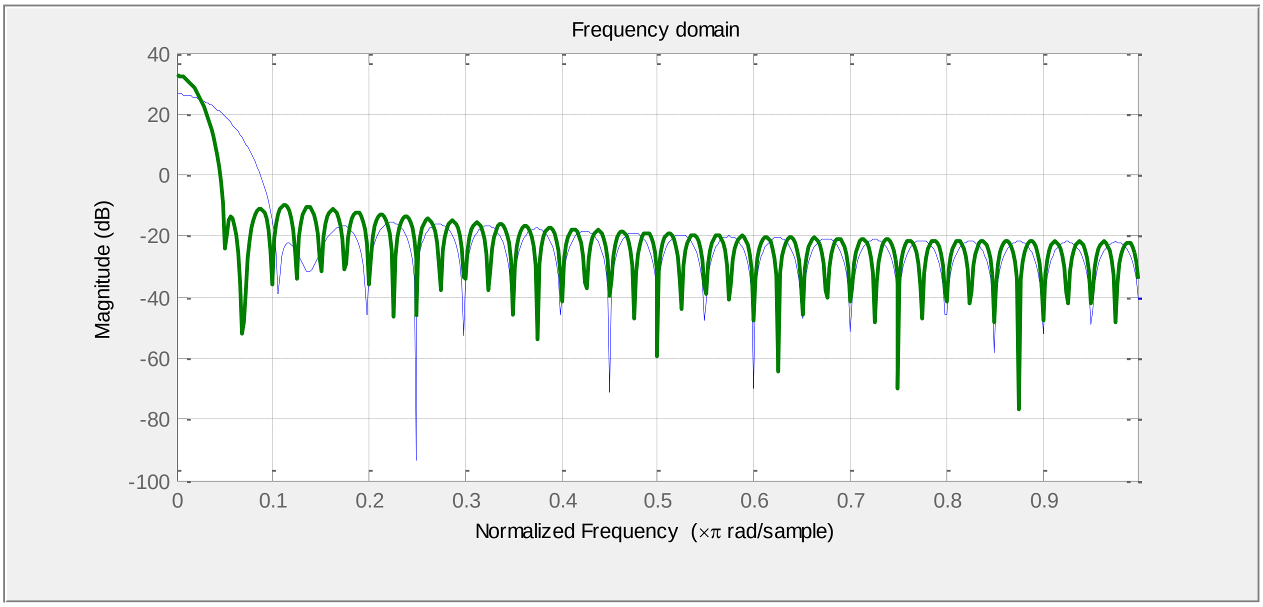


- Bartlett
  wvtool(bartlett(40), bartlett(80))

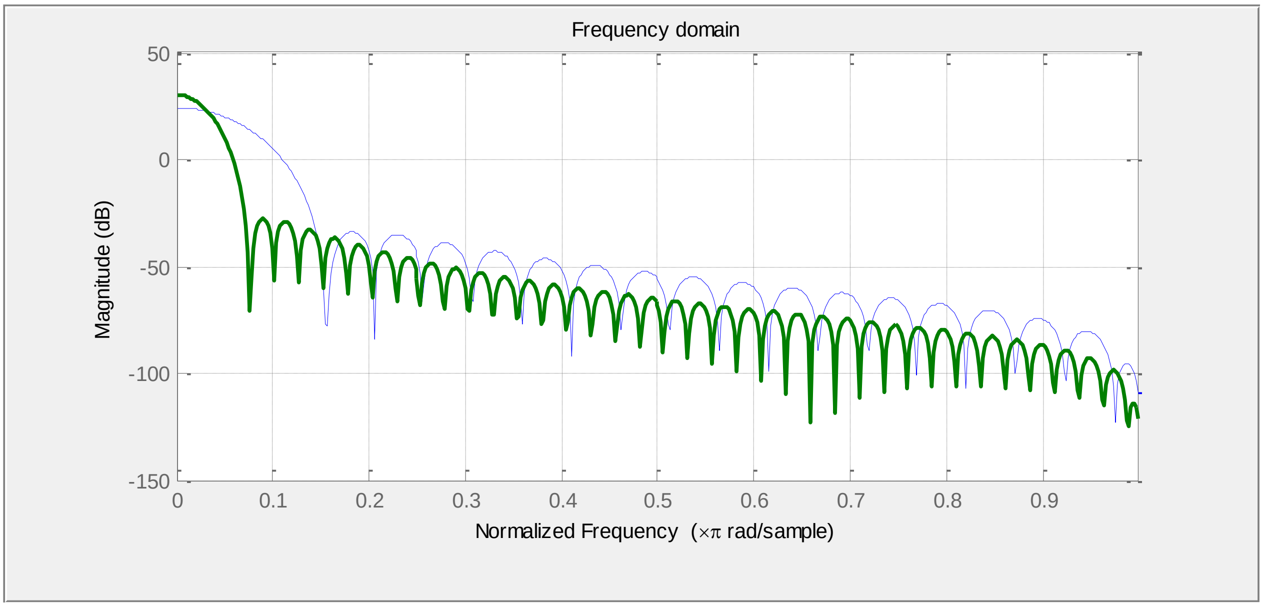


- Hamming

wvtool(hamming(40), hamming(80))



- Blackman
  wvtool(blackman(40), blackman(80))

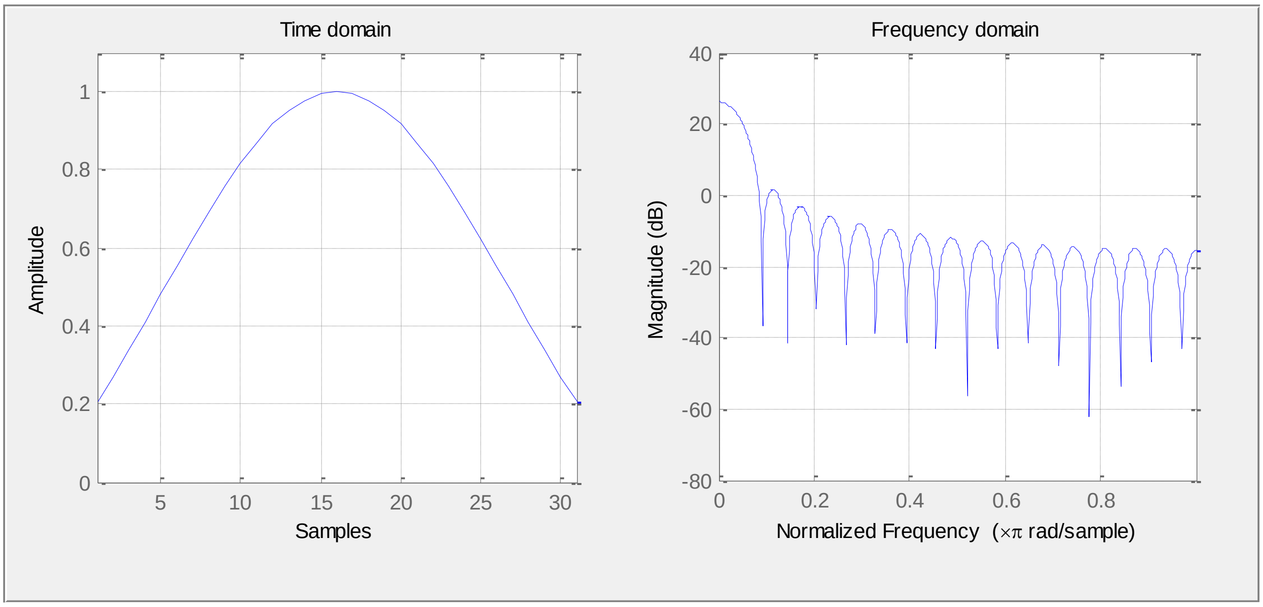


Como se puede apreciar en las diferentes graficas, al aumentar el tamaño de la ventana al doble, la anchura del lóbulo principal se reduce a la mitad, mientras que la altura de los lóbulos laterales permanece inalterable.

Ejercicio 4.

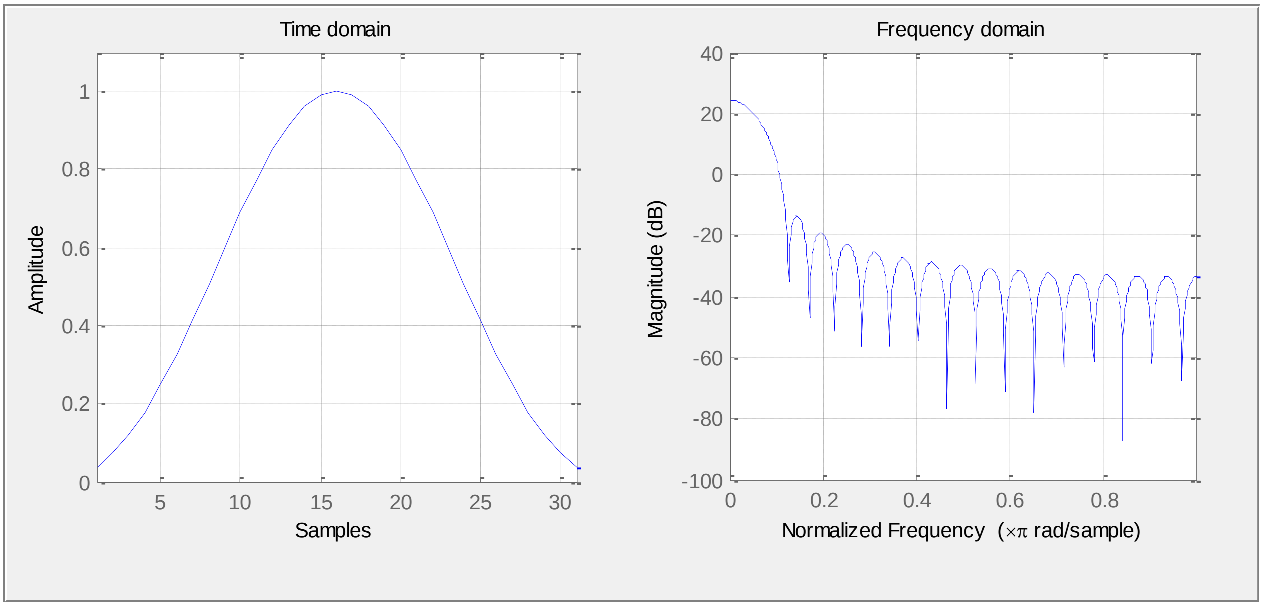
Estudie el comportamiento de los lóbulos laterales para una ventana de Kaiser en función del parámetro β. Para ello genere 3 ventanas de Kaiser de longitud 31 y β = 3, 5 y 8. Estudie la relación entre la altura de los lóbulos laterales y la anchura del lóbulo principal.

- β = 3.
  wvtool(kaiser(31,3))



Atenuación lateral: -24.7 Anchura lóbulo principal: 0.070313 Altura lóbulo lateral: 40

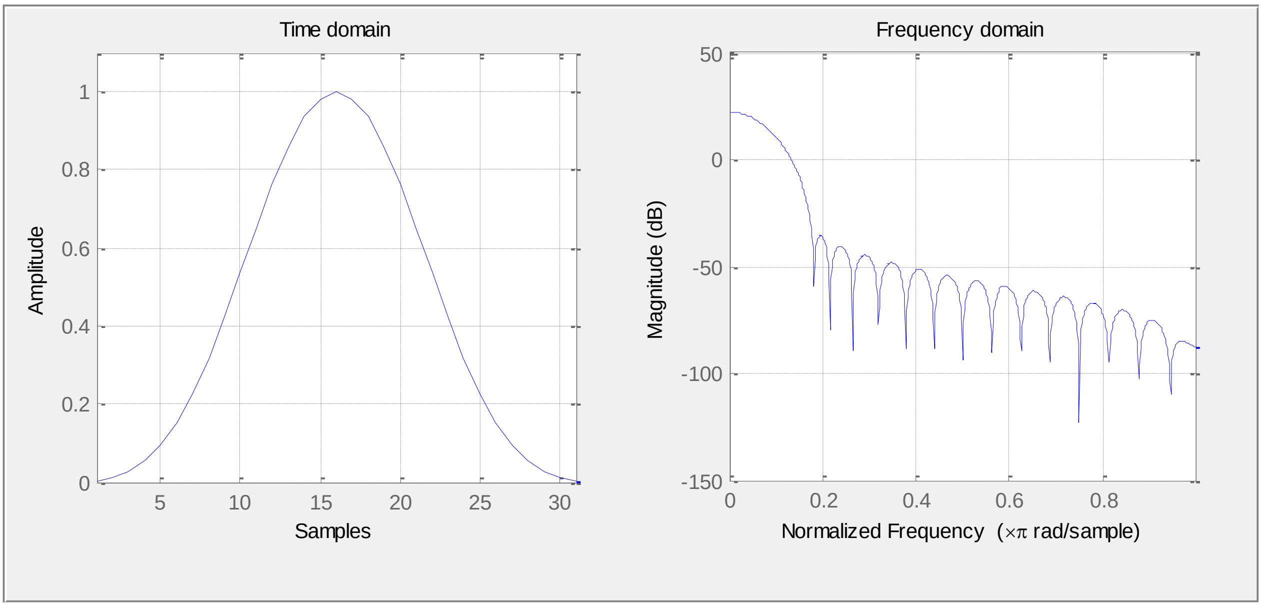
- β = 5.
  wvtool(kaiser(31,5))



Atenuación lateral: -37.8 Anchura lóbulo principal: 0.085938 Altura lóbulo lateral: 30

- β = 8.

wvtool(kaiser(31,8))



Atenuación lateral: -57.9Anchura lóbulo principal: 0.10156 Altura lóbulo lateral: 25

Al aumentar β, más se estrecha la ventana, por lo que aumenta la anchura del lóbulo principal y disminuye la altura (amplitud) de los lóbulos laterales.

Ejercicio 5.

Encuentre en internet documentación relativa al análisis de Fourier de tiempo corto (STFT) y estúdiela en detalle.

Enlaces de interés:

- http://es.wikipedia.org/wiki/Transformada_de_Fourier_de_Tiempo_Reducido
- http://www.fceia.unr.edu.ar/~jcgomez/wavelets/Wavelets_2006_II.pdf
- https://ccrma.stanford.edu/workshops/cm2007/topics/clases/PDFs/07espectral1_handout.pdf

Ejercicio 6.

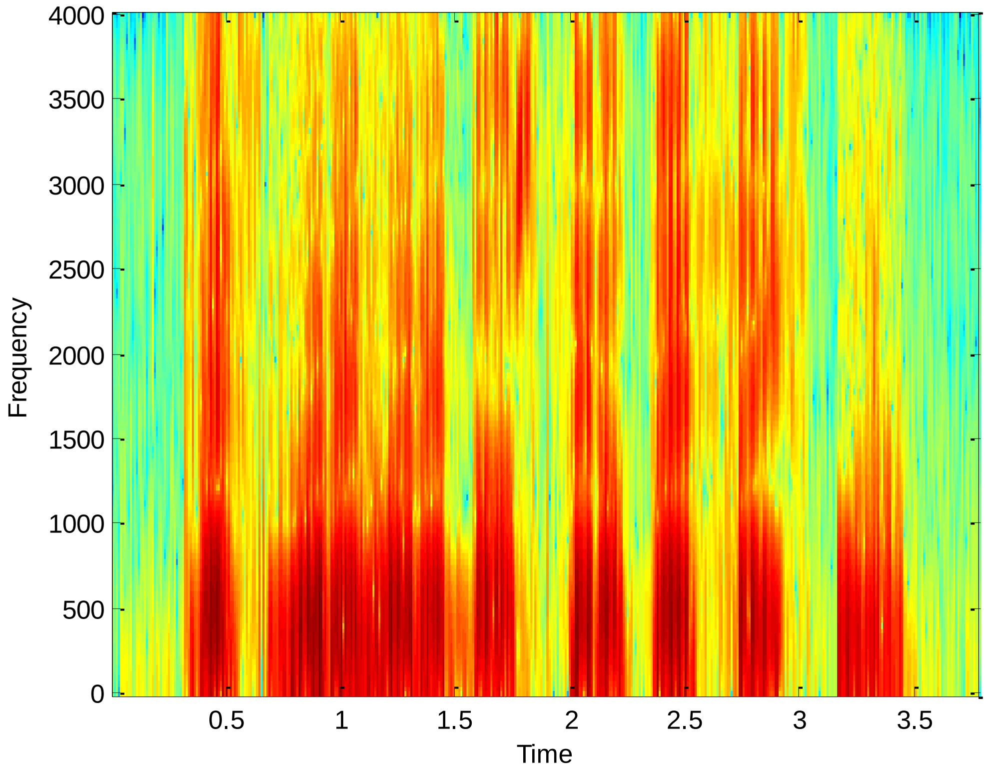
Cargue en matlab la señal de voz signal.asc (muestreada a 8kHz) y utilice la función *specgram* de Matlab para representar el espectrograma. Utilice una ventana de Hamming longitud 20ms. Observe la evolución de las trayectorias de los formantes.

Primero cargamos la señal:

```
load signal.asc
```

Ahora representamos el espectrograma:

```
specgram(signal,256,8000,hamming(20),0);
```



Ejercicio 7.

Implemente en Matlab su propia función *specgram*. Esta función deberá de admitir que el usuario determine al menos el tamaño de la ventana de análisis y el tipo de ventana a elegir entre ventana de Hamming , de Bartlett o rectangular.

```
function [y] = espectrograma(senial,fs,ventana,tam)

% Comprobamos que los parametros sean correctos

if(tam<=0)
    error('Tamaño de la ventana debe ser positivo\n');
end

if(isequal(ventana,'hamming'))
    v = hamming(tam);
elseif (isequal(ventana,'bartlett'))
    v = bartlett(tam);
elseif (isequal(ventana,'rect'))
    v = rectwin(tam);
else
    error('Opciones para ventana:hamming/bartlett/rect');
end

n = length(senial);

% ahora calcularemos las fft para la ventana

%controlamos el tamaño de la ventana, la muestra que estamos tomando en cada
momento.
tam_aux = 0;
% inicializamos la matriz en la que se guardaran las fft de la ventana
y = zeros(128,n/tam);

% Con el siguiente bucle calculamos las transformadas para la ventana.
while (tam*(tam_aux+1)<=n)
    % 'x' guardara las muestras de la señal
    x = senial((tam*tam_aux+1):(tam*(tam_aux+1)));
    % Se multiplica la señal por la ventana
    xv= x.*v;
    % calculamos la fft para la muestra actual
    xfft = fft(xv,256);
    % Guardamos la mitad de la fft (la positiva)
    y(:,tam_aux+1) = xfft(1:length(xfft)/2);
    % Incrementamos el tamaño de la ventana, (cogemos la siguiente muestra)
    tam_aux = tam_aux + 1;
end

%dibujamos el espectrograma
% Calculamos el tiempo
t = 0:0.05:n/fs;
% Calculamos la frecuencia
f = 0:fs/2;
% Representamos graficamente
imagesc(t,f,20*log10(abs(y))), axis xy, colormap(jet)
title('Espectrograma')
```