



ugr | Universidad
de **Granada**



Práctica 4 - Teoría de la Señal y Comunicaciones

Moisés Gautier Gómez

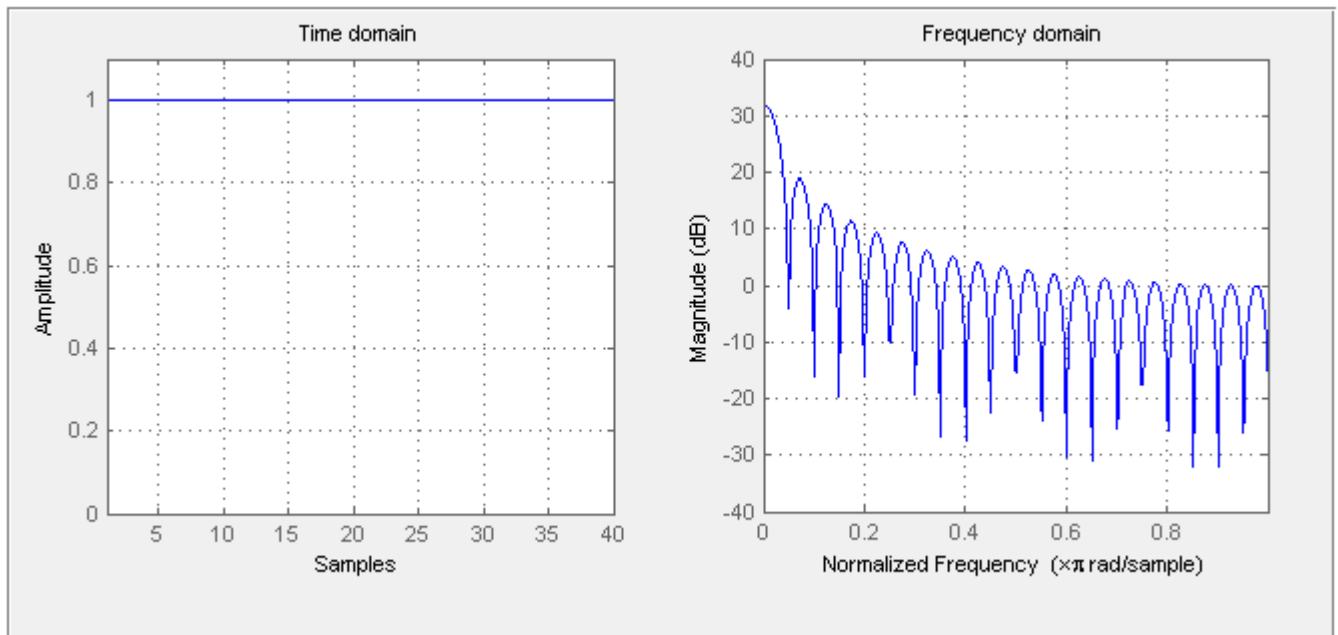
Ejercicios

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

Para las representaciones gráficas he utilizado un tamaño de ventana de 40, y para el desarrollo de las expresiones matemáticas un tamaño N , donde $0 \leq n \leq N - 1$.

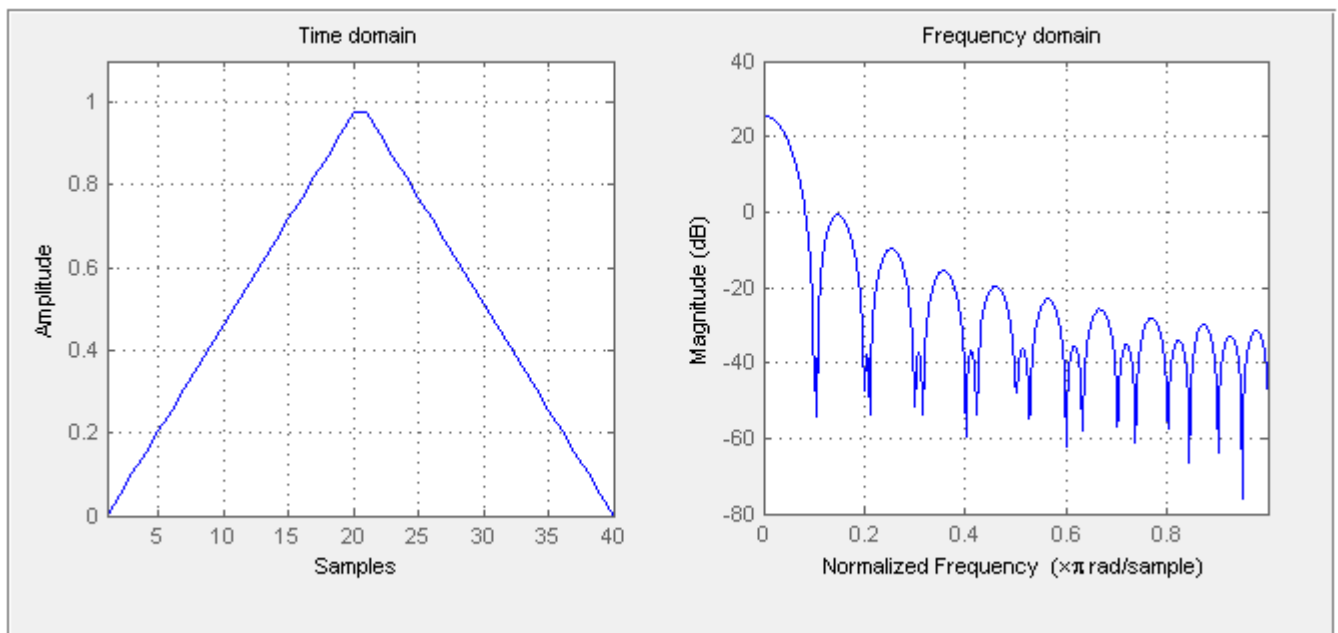
- Ventana Rectangular.

$$v(n) = 1$$



- Ventana Bartlett.

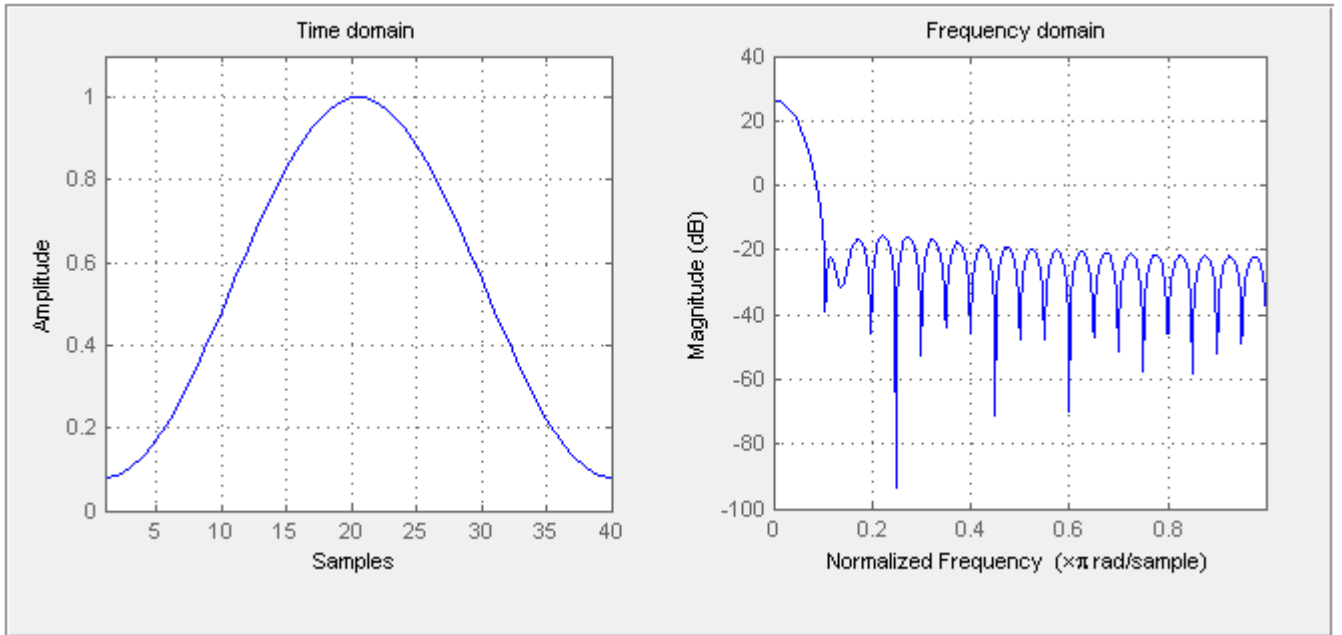
$$v(n) = \frac{N-1}{2} - \left| n - \frac{N-1}{2} \right|$$



- Ventana Hamming.

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

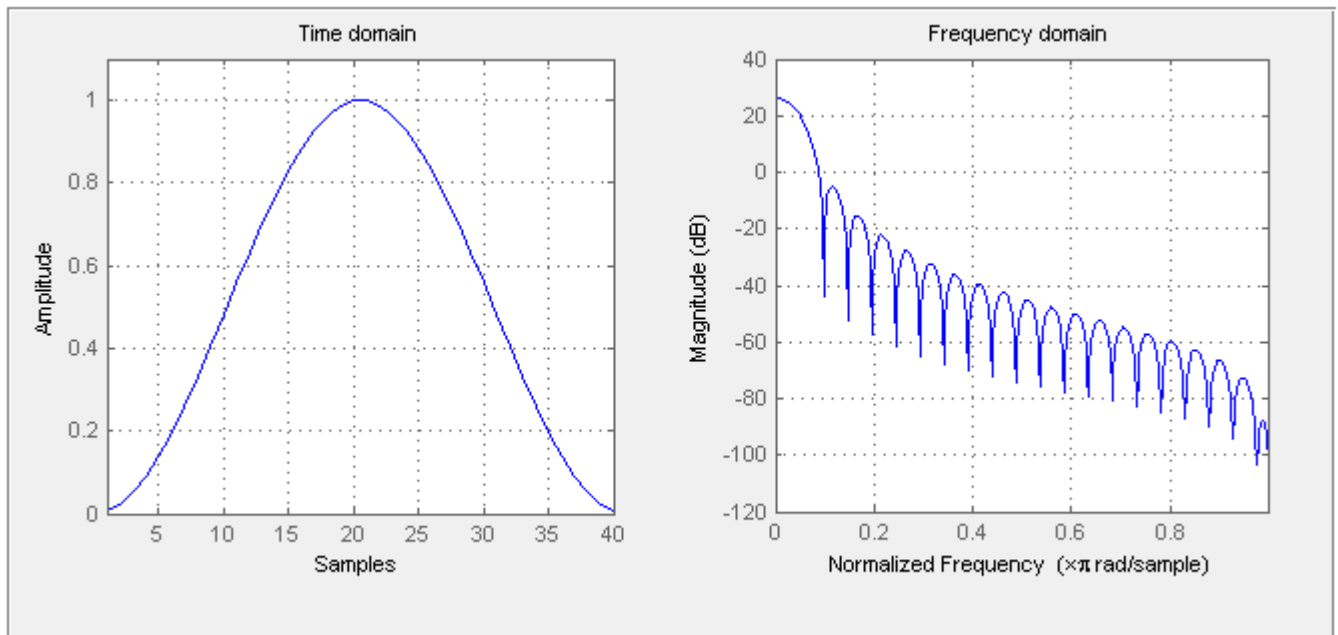
$$a_0 = 0,53836; \quad a_1 = 0,46164;$$



- Ventana Hanning.

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

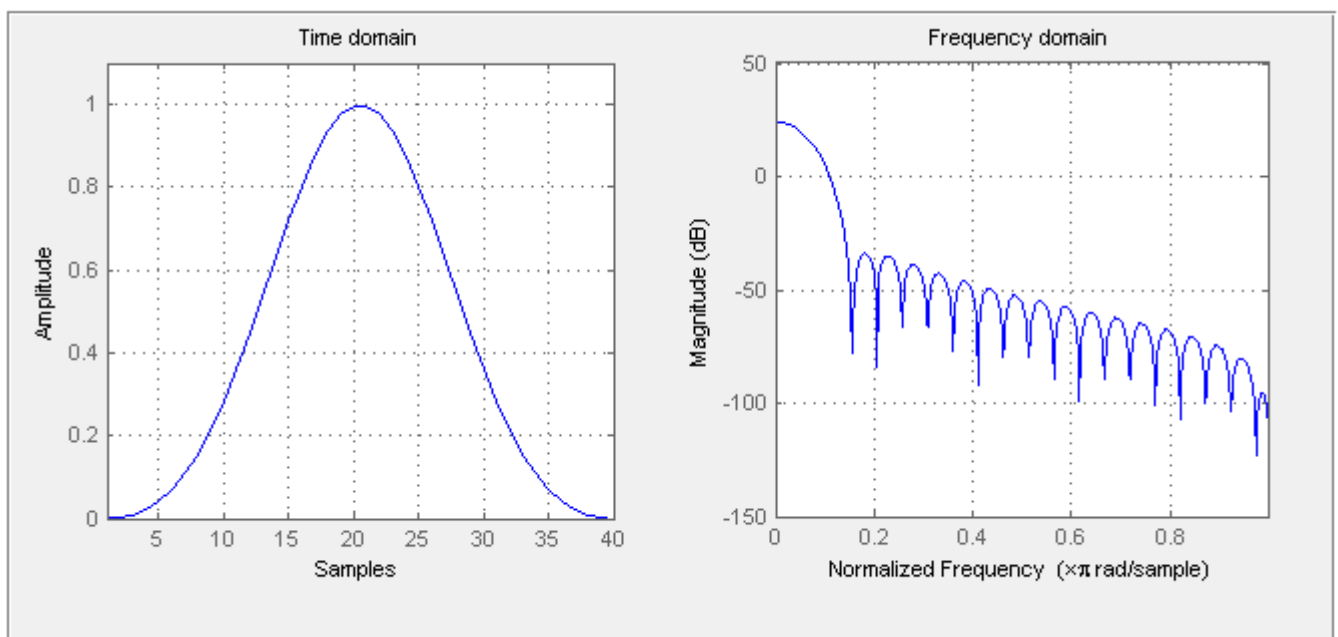
$$a_0 = 0,5; \quad a_1 = 0,5;$$



- Ventana Blackman.

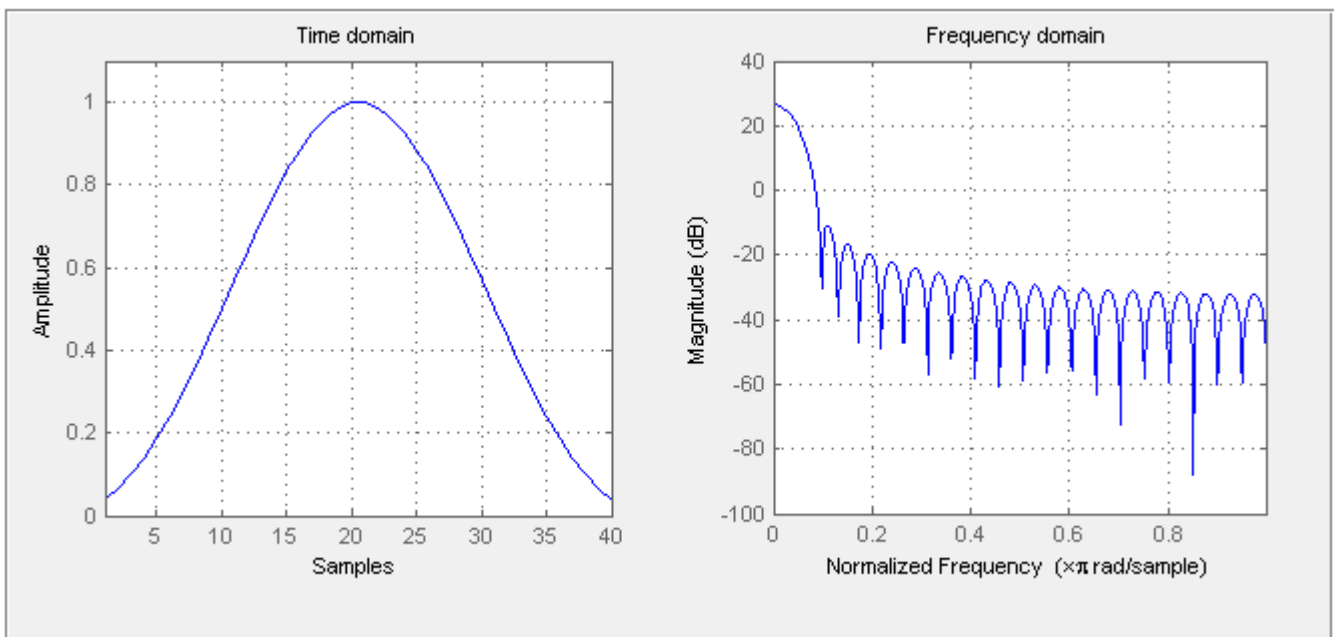
$$v(n) = a_0 - a_1 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right) + a_2 \cos\left(\frac{4\pi n}{N-1}\right)$$

$$a_0 = 0,42; a_1 = 0,5; a_2 = 0,08;$$



- Ventana Kaiser. Empleo un valor de 5 para el parámetro Beta de la ventana Kaiser.

$$w_k = \begin{cases} \frac{I_0\left(\pi\beta\sqrt{1-\left(\frac{2K}{n-1}\right)^2}\right)}{I_0(\pi\beta)} & \text{si } 0 \leq k \leq n \\ 0 & \text{resto} \end{cases}$$



Ahora voy a incluir el código que he generado para este ejercicio en matlab:

```

1  %Establezco un tamaño de ventana de n = 40
2
3  ventana = 40;
4
5  %Ventana Rectangular
6
7  wvtool(rectwin(ventana))
8  pause;
9
10 %Ventana Bartlett
11
12 wvtool(bartlett(ventana))
13 pause;
14

```

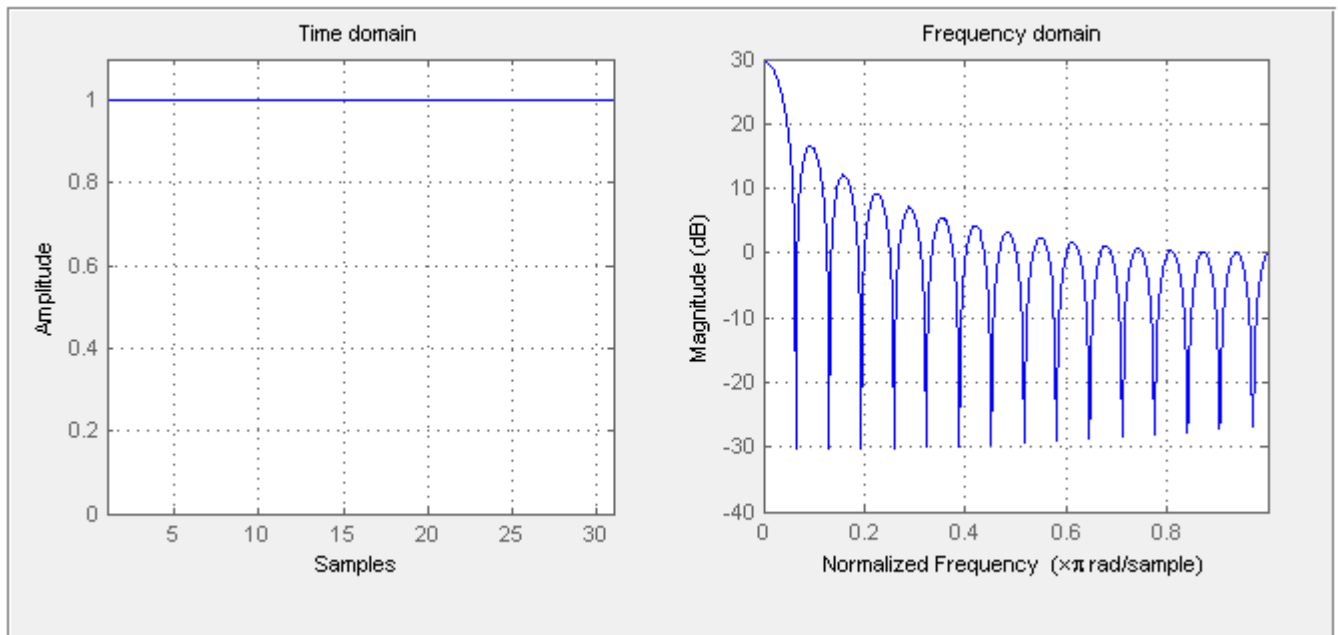
```

15  %Ventana Hamming
16
17  wvtool(hamming(ventana))
18  pause;
19
20  %Ventana Hanning
21
22  wvtool(hanning(ventana))
23  pause;
24
25  %Ventana Blackman
26
27  wvtool(blackman(ventana))
28  pause;
29
30  %Ventana Kaiser
31  %Establezco el valor de beta a 5 para este tipo de ...
    ventana
32
33  wvtool(kaiser(ventana,5))
34  pause;

```

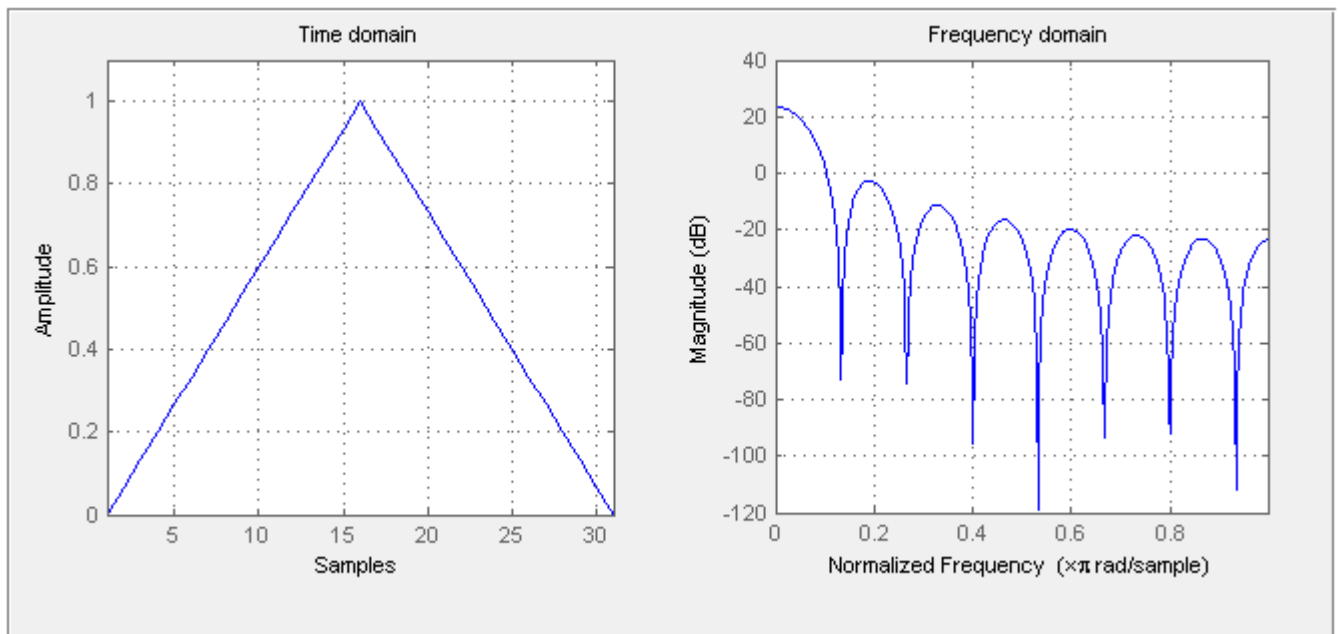
2. Determine la anchura del lóbulo central de los siguientes tipos de ventanas: rectangular, Bartlett, de Hamming y de Blackman, de longitud 31 puntos. Tome como referencia el ancho a 3dB. Verifique también la altura del primer lóbulo lateral.

- Ventana Rectangular:



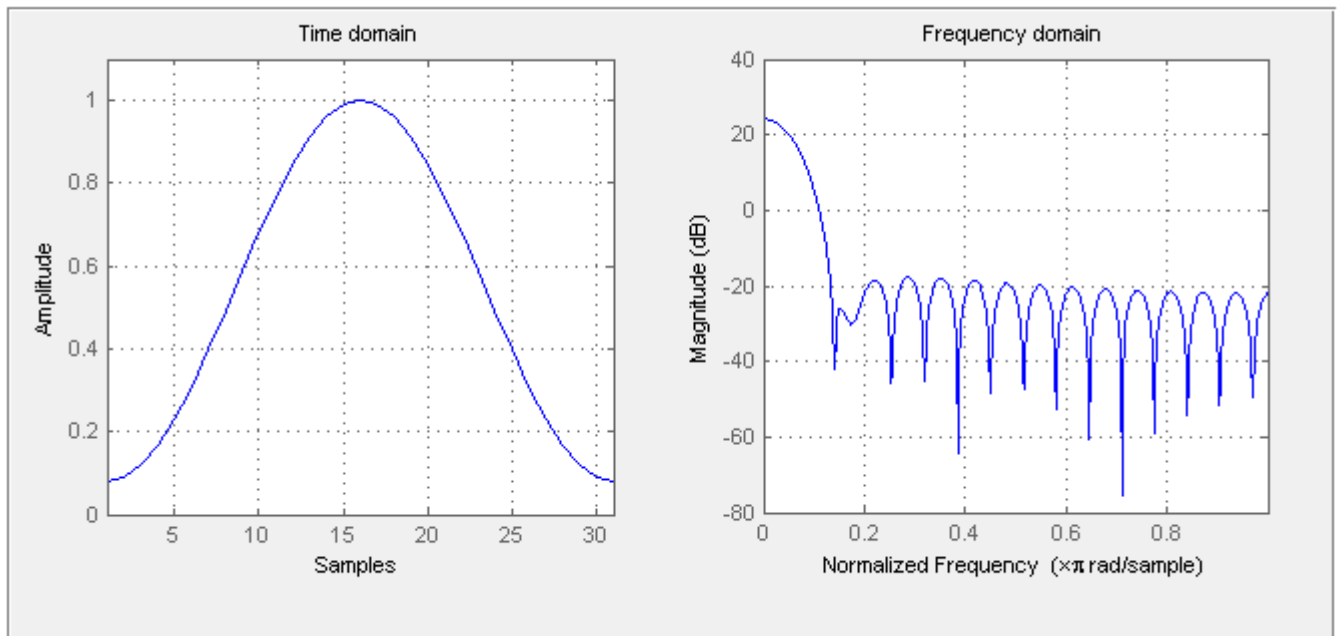
Anchura del principal: 0,054688; Atenuación: -13,3 dB; Altura del primer lateral: 15 dB.

■ Ventana Bartlett:



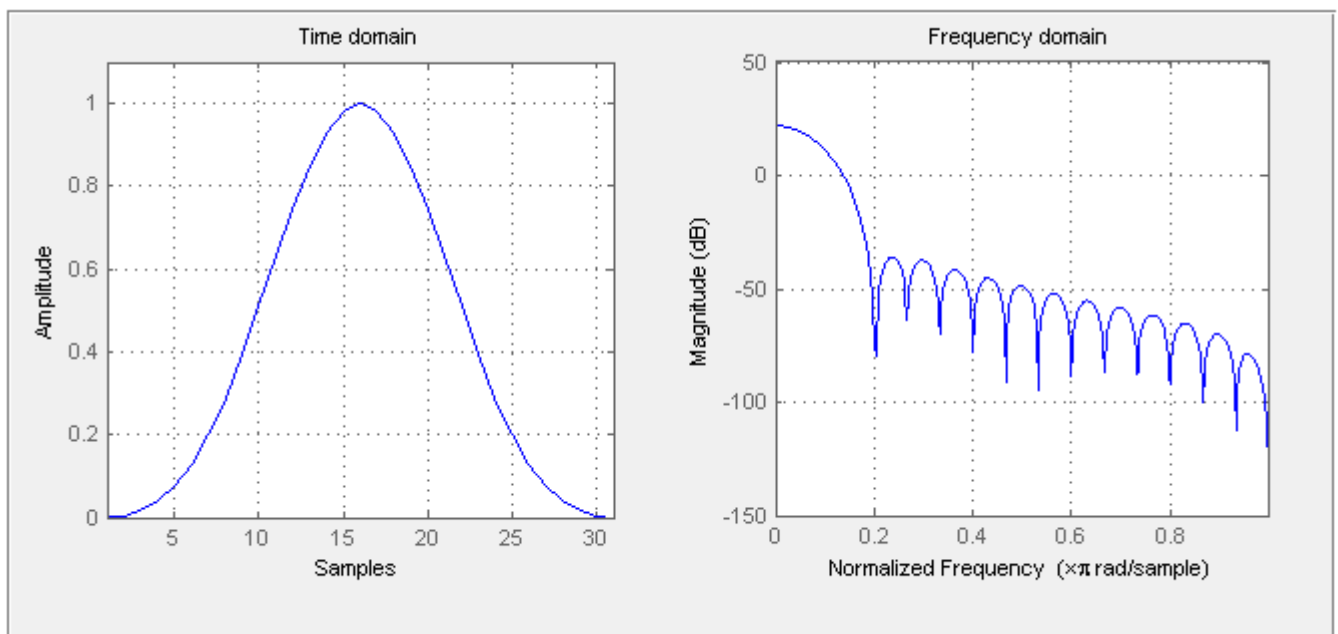
Anchura del principal: 0,078125; Atenuación: -26,3 dB; Altura del primer lateral: 0 dB.

■ Ventana Hamming:



Anchura del principal: 0,078125; Atenuación: -41,7 dB; Altura del primer lateral: -20 dB.

■ Ventana Blackman:



Anchura del principal: 0,10938; Atenuación: -58,2 dB; Altura del primer

lateral: -30 dB.

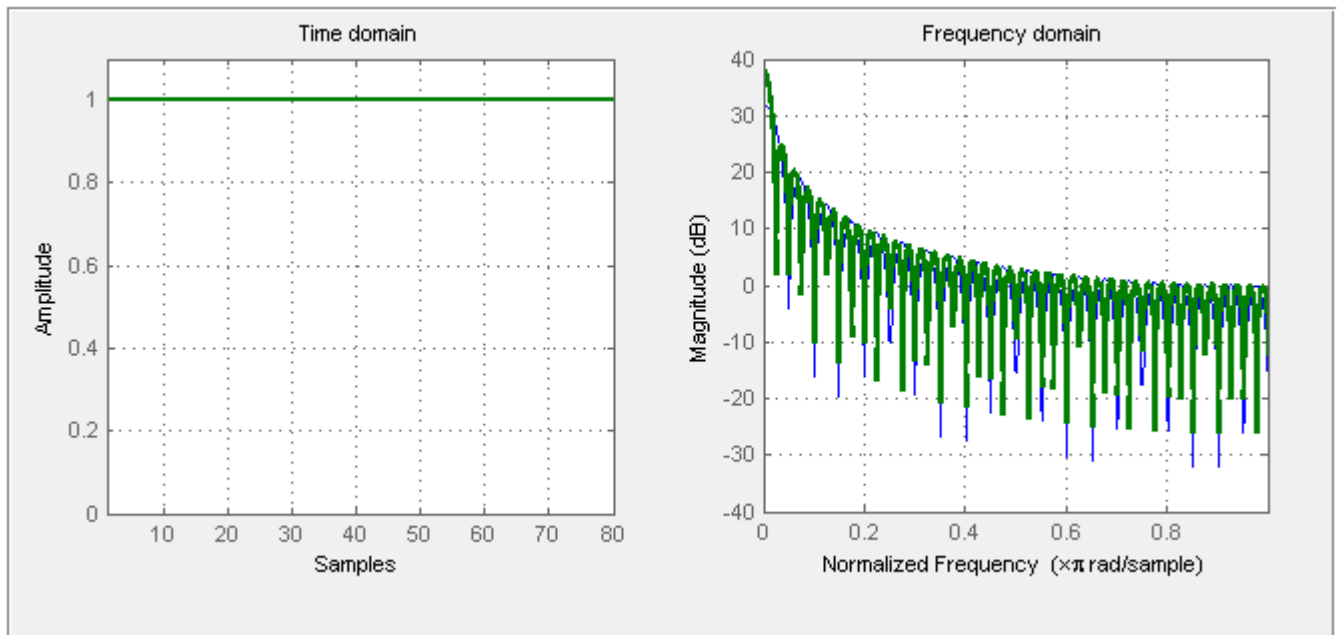
Ahora voy a incluir el código que he generado para este ejercicio en matlab:

```
1  %Establezco un tamaño de ventana de n = 31 que es lo que
2  % nos pide el enunciado
3
4  ventana = 31;
5
6  %Ventana Rectangular
7
8  wvtool(rectwin(ventana)),
9  pause;
10
11 %Ventana Bartlett
12
13 wvtool(bartlett(ventana)),
14 pause;
15
16 %Ventana Hamming
17
18 wvtool(hamming(ventana)),
19 pause;
20
21 %Ventana Blackman
22
23 wvtool(blackman(ventana)),
24 pause;
```

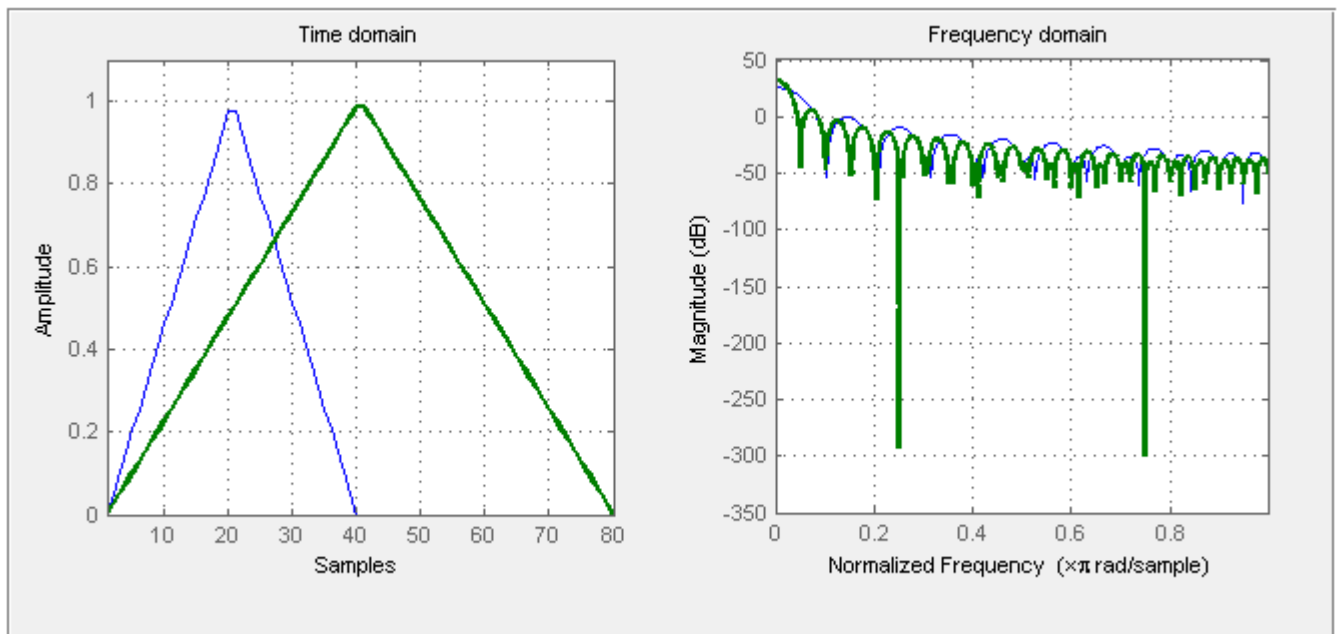
3. Para cada una de las ventanas definidas en el apartado anterior verifique el efecto de incrementar la longitud de la ventana tanto en el lóbulo central como en los lóbulos laterales.

Compararemos dos tamaños de ventana, 40 (la gráfica en color azul) y 80 (la gráfica en color verde).

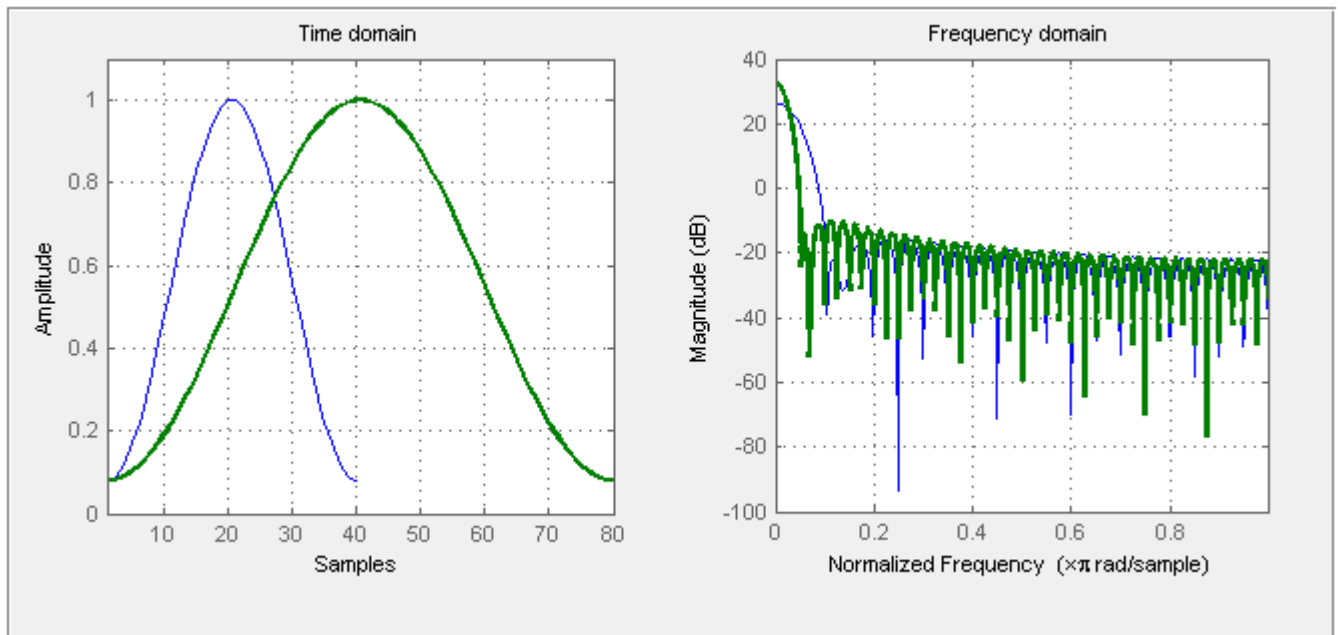
- Ventana Rectangular:



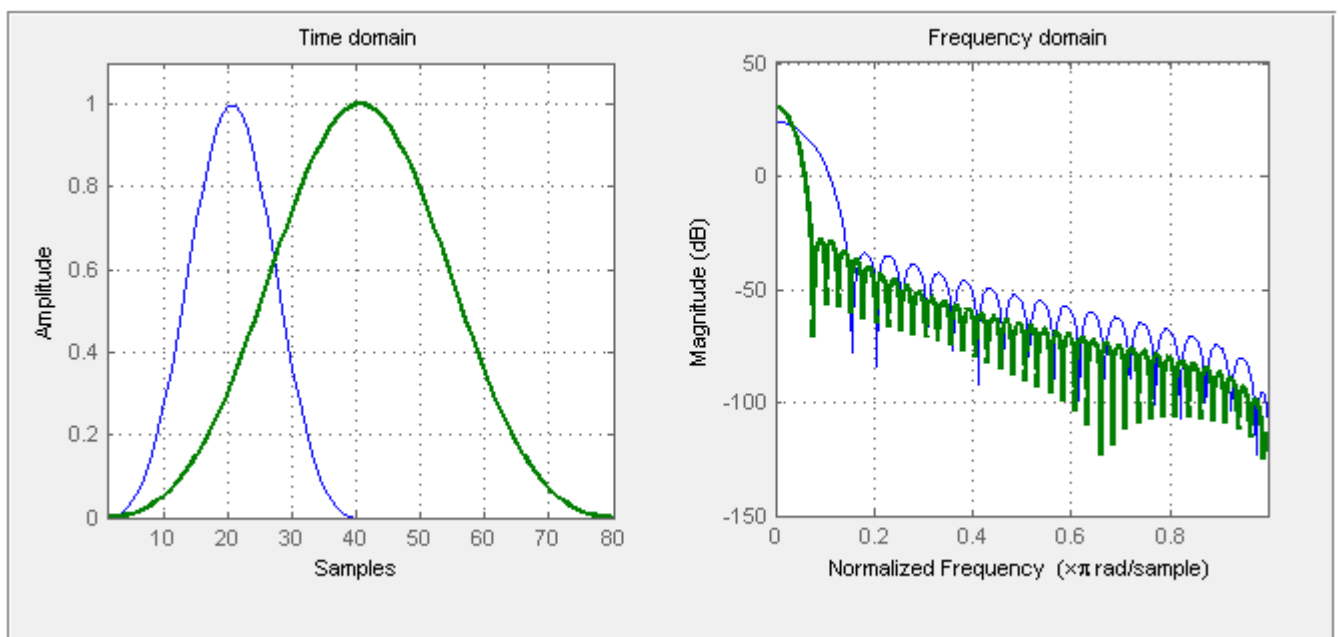
■ Ventana Bartlett:



■ Ventana Hamming:



■ Ventana Blackman:



Podemos observar en las siguiente gráficas como 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 en el

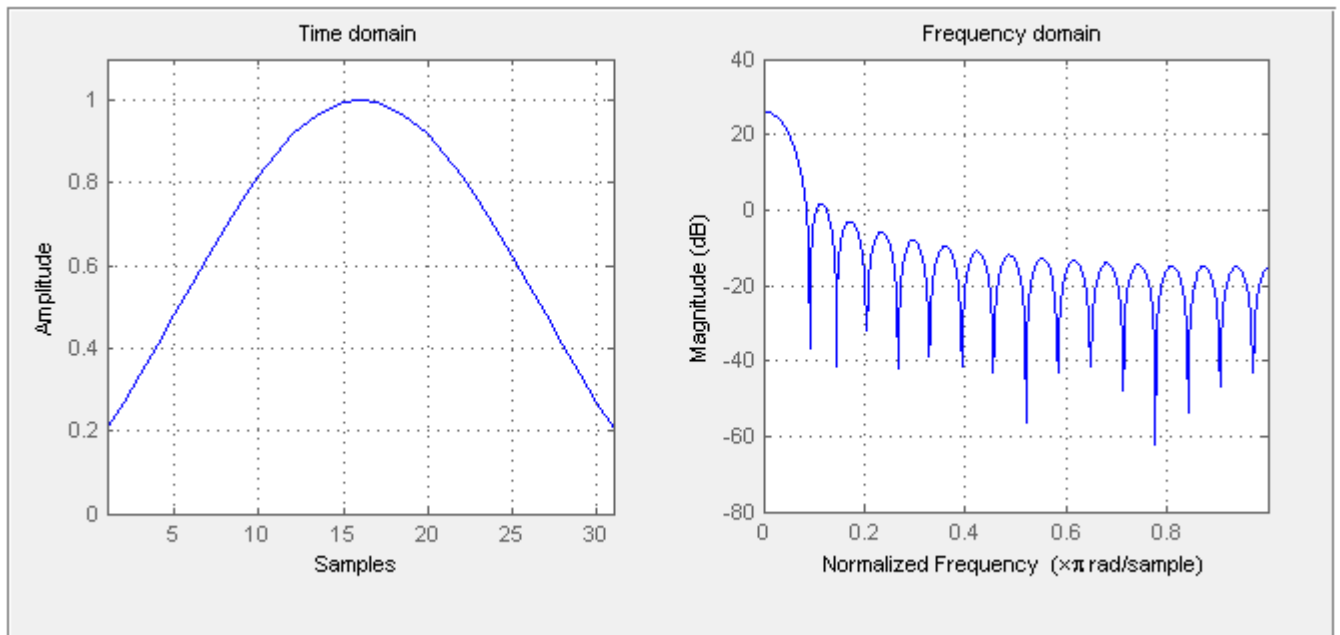
tiempo.

Ahora voy a incluir el código que he generado para este ejercicio en matlab:

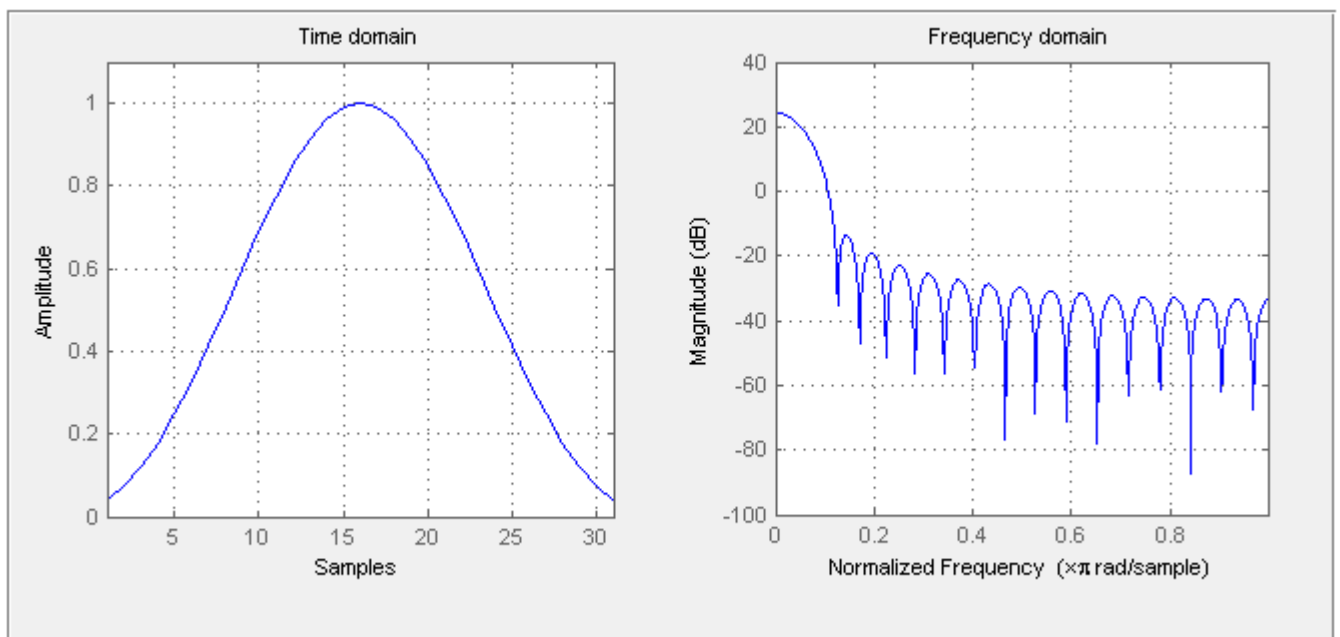
```
1  %Establezco dos dimensiones para la ventana y asi ...  
    poder comparar  
2  % resultados. Establezco n = 40 y m = 80.  
3  
4  % El color azul de la grafica es para el valor de n y ...  
    el color verde  
5  % para el valor de m.  
6  
7  n = 40, m = 80;  
8  
9  %Ventana Rectangular  
10  
11  wvtool(rectwin(n),rectwin(m)),  
12  pause;  
13  
14  %Ventana Bartlett  
15  
16  wvtool(bartlett(n),bartlett(m)),  
17  pause;  
18  
19  %Ventana Hamming  
20  
21  wvtool(hamming(n),hamming(m)),  
22  pause;  
23  
24  %Ventana Blackman  
25  
26  wvtool(blackman(n),blackman(m)),  
27  pause;
```

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 $\beta = 3, 5$ y 8. Estudie la relación entre la altura de los lóbulos laterales y la anchura del lóbulo principal.

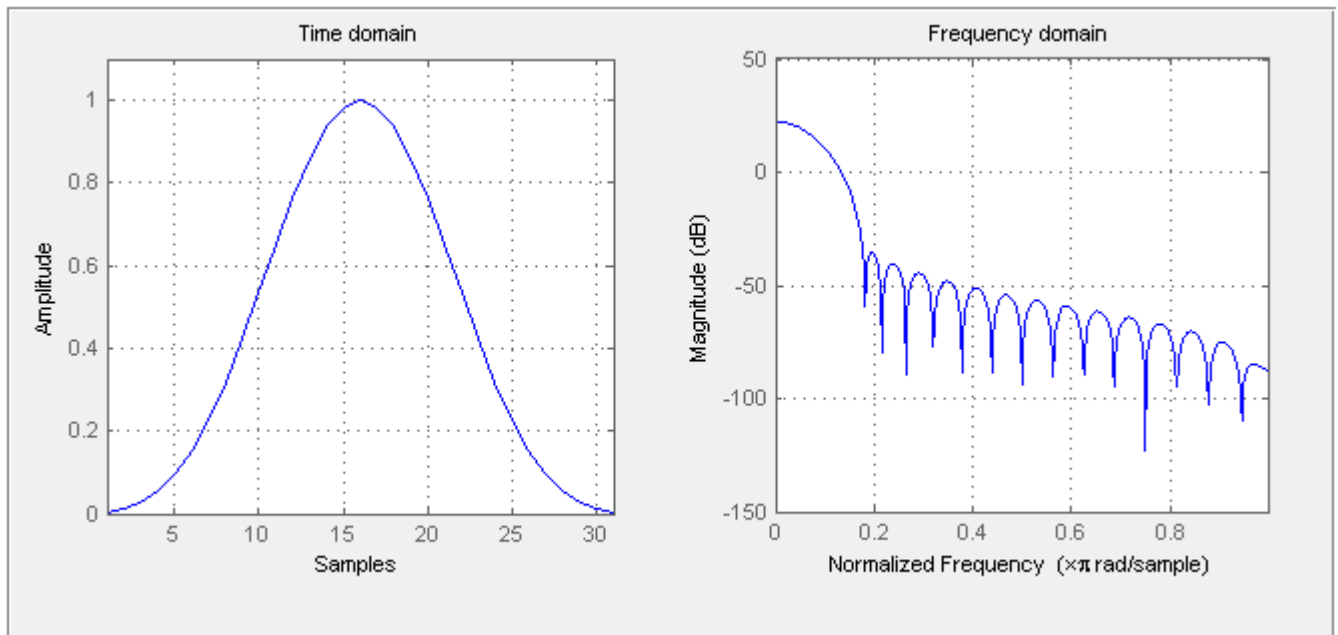
- $\beta = 3$:



■ $\beta = 5$:



■ $\beta = 8$:



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

Ahora voy a incluir el código que he generado para este ejercicio en matlab:

```

1  %Establezco una dimension fija para la ventana de Kaiser
2  % vamos variando su parametro beta segun nos pide el ...
   enunciado.
3
4  ventana = 31;
5
6  %Para Beta 3.
7
8  wvtool(kaiser(ventana,3)),
9  pause;
10
11 %Para Beta 5.
12
13 wvtool(kaiser(ventana,5)),
14 pause;
15
16 %Para Beta 8.
17

```

```
18 wvtool(kaiser(ventana,8)),
19 pause;
```

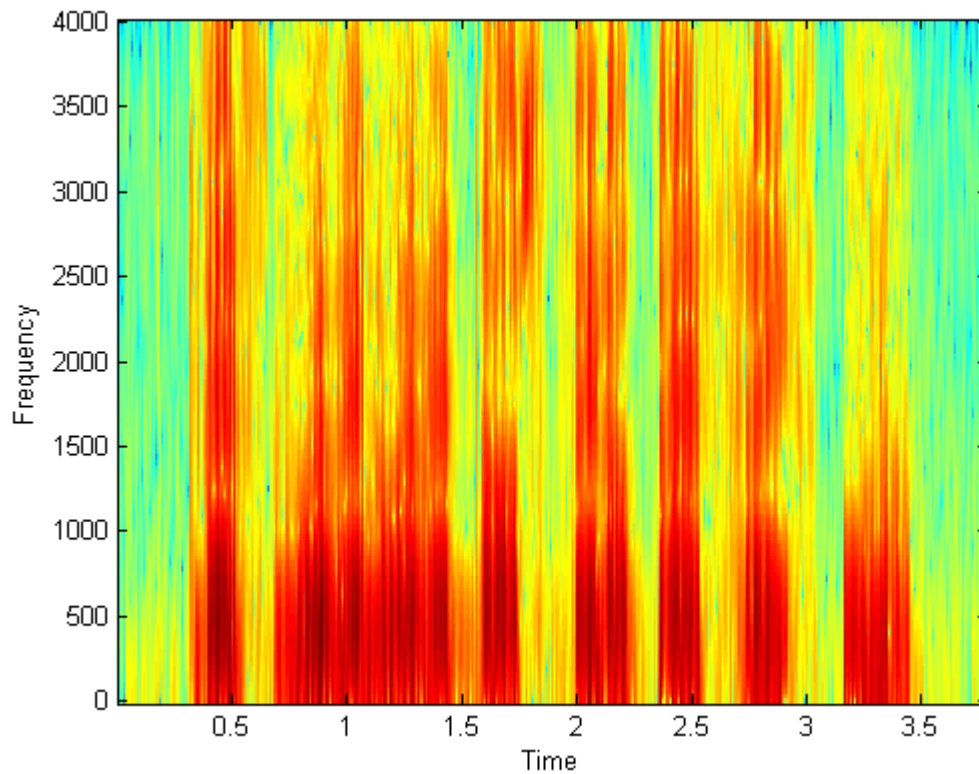
5. Encuentre en internet documentación relativa al análisis de Fourier de tiempo corto (STFT) y estúdiela en detalle.

Dentro de una gran variedad de artículos y enlaces web he seleccionado los siguientes como más importantes:

- [STFT wikipedia inglesa](#)
 - [Ejemplo en Matlab](#)
 - [Local time-frequency analysis and short time Fourier transform](#)
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.

Voy a mostrar directamente la ejecución que realicé en matlab y posteriormente la imagen resultado que nos devuelve el software:

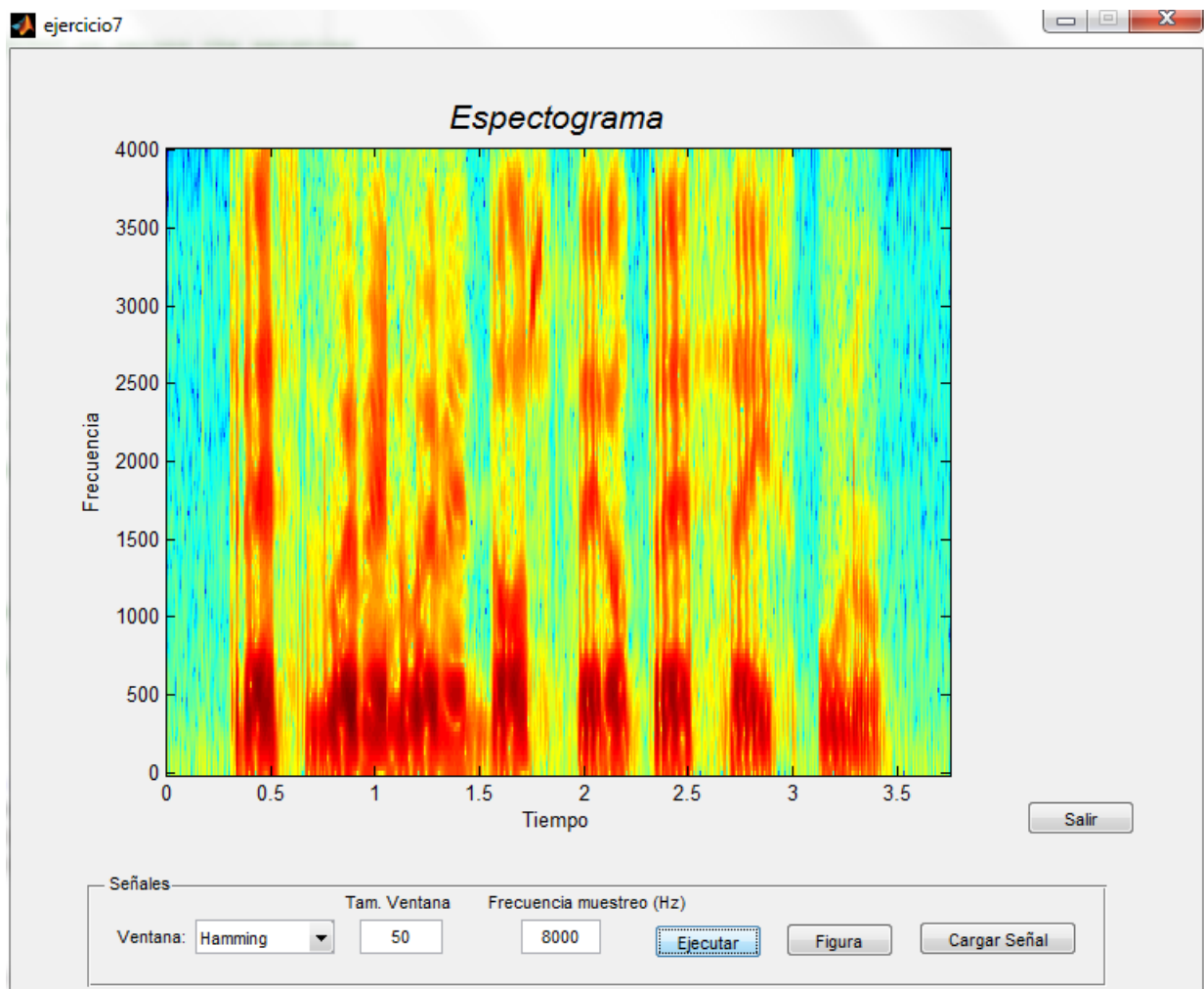
```
1 %Se nos pide que carguemos una senal de audio en nuestro
2 % sistema y representemos su espectrograma de la misma.
3
4 % Primero vamos a cargar el fichero en nuestro sistema
5
6 load signal.asc;
7
8 % Ahora la representamos con el espectrograma muestreando
9 % la senal a 8 Khz con una longitud de ventana de 20ms
10 % para el tipo de ventana Hamming.
11
12 specgram(signal,256,8000,hamming(20),0);
```

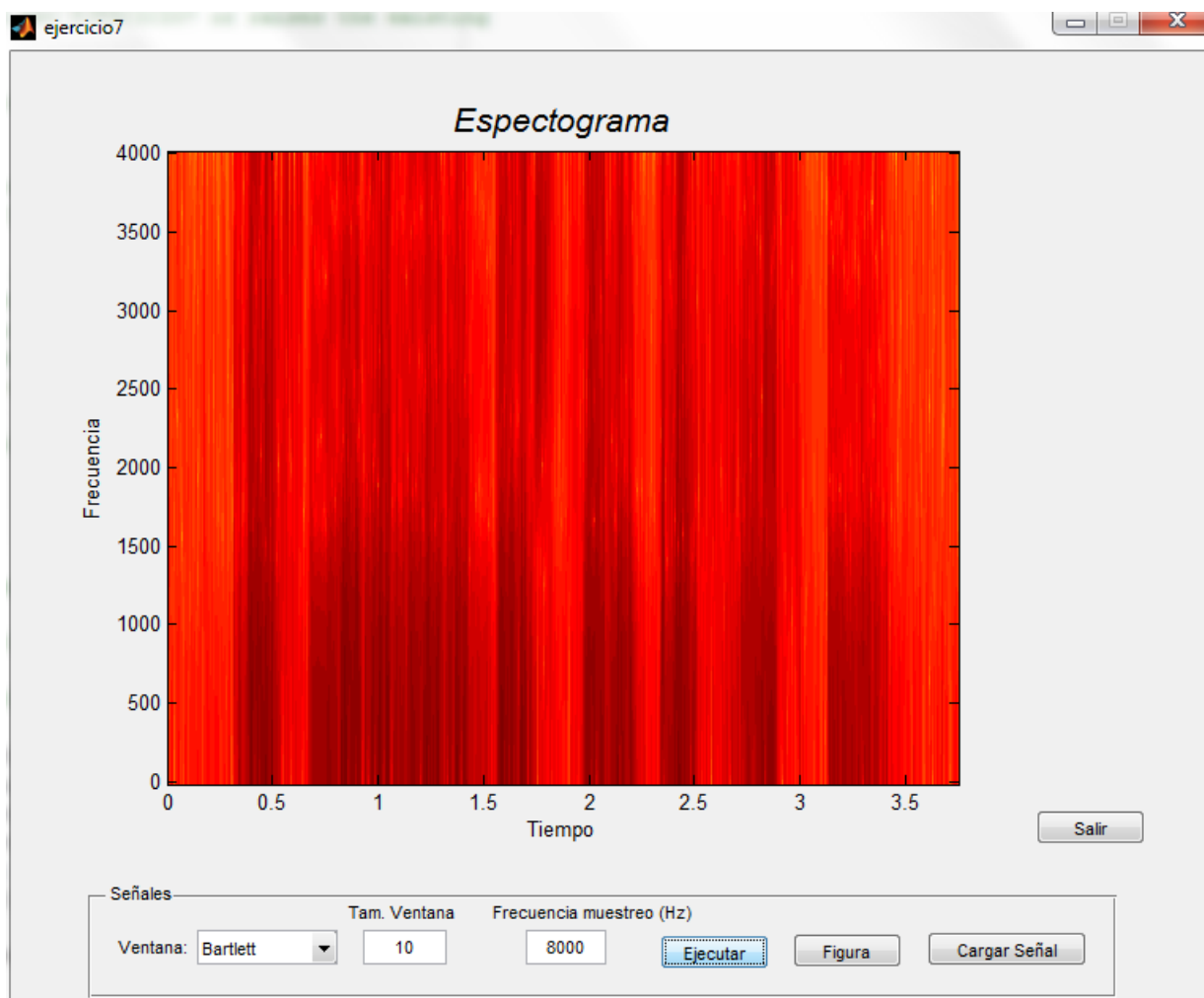


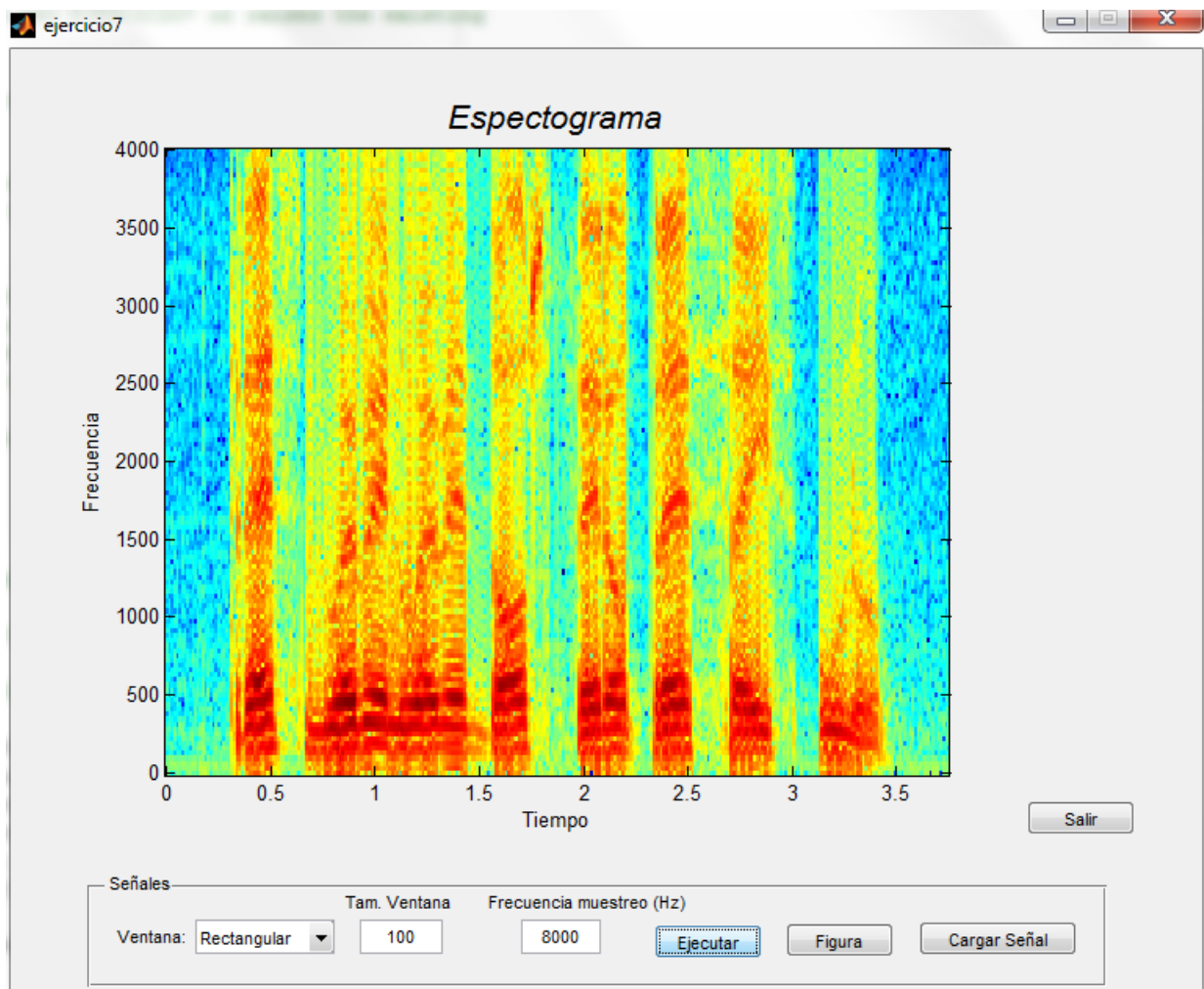
7. Implemente en Matlab su propia función **specgram**. Esta función deberá de admitir que el usuario determine al menos el tamaño de la ventana de análisis y el tipo de ventana a elegir entre ventana de Hamming , de Bartlett o rectangular.

Yo para este ejercicio, en vez de implementar una función que simule el comportamiento de **specgram** directamente, he implementado una gui que ofrece matlab en donde el usuario pueda interactuar de una manera más sencilla y dinámica.

Pongo algunos ejemplos realizados con la interfaz:







El funcionamiento de la interfaz es el siguiente:

- Para ejecutar dicha interfaz nos situamos en el directorio donde se encuentra y ejecutamos en la línea de comandos de matlab: "ejercicio7".
- Pulsamos el botón de cargar señal y nos abrirá un gestor de ficheros en dónde podemos seleccionar el archivo de señal (asc) que deseemos.
- Una vez cargado tendremos acceso a la ejecución del espectrograma para un tipo de ventana que queramos, para un tamaño de la misma y una frecuencia de muestro expresada en Hz.
- Pulsamos el botón ejecutar y nos saldrá en el recuadro para tal efecto nuestro espectrograma.

- Opcionalmente podemos abrir el resultado en una nueva ventana pulsando el botón “Figura” y así podremos observarla con más detenimiento.
- Para salir de la interfaz podemos pulsar el botón “Salir” o cerrando simplemente la ventana.