

Practica 5: Ventanas espectrales

1. Objetivos

El objetivo principal es mostrar un amplio número de ventanas y una forma sencilla de caracterizarlas, así como la comparación de sus propiedades.

2. Ventanas espectrales

Para el análisis espectral y el diseño de filtros se han propuesto distintos tipos de ventanas. En todos los casos, la ventana actúa en el dominio del tiempo truncando la longitud de una señal:

$$y[n] = x[n]w[n] \quad W[n] \neq 0 \quad 0 \leq n \leq L - 1.$$

Las propiedades de las ventanas se suelen describir en el dominio de la frecuencia, donde la aplicación de la ventana supone que la señal resultante tiene una transformada de Fourier de tiempo discreto que es la convolución (periódica de la verdadera transformada y de la transformada de la ventana).

2.1 Tipos de ventanas

- Ventana rectangular

La ventana rectangular es la más sencilla. Para truncar una señal hay que utilizar una ventana, y si no hay diferencias en los pesos de las muestras, se trata de una ventana rectangular. En MATLAB se genera con `ones` o `boxcar`.

- Ventana triangular

La ventana triangular también se llama ventana de Bartlett. MATLAB tiene dos tipos de funciones para generar esta ventana con diferentes longitudes `bartlett` y `triang`.

- Ventanas basadas en la función coseno

En la librería de funciones de MATLAB para el procesamiento de señales se incluyen las funciones `hamming`, `hanning` y `blackman` que se basan en el uso de la función coseno. Para estas funciones solo hay que especificar un parámetro, la longitud de la ventana. Puede imprimirlas para ver su fórmula y representarlas gráficamente.

2.2 Realización práctica

- Represente el módulo en Db de la DFT de cada una de las ventanas especificadas anteriormente.

Para representar el módulo de las DFT de las ventanas, primero creamos las ventanas y posteriormente hallamos su transformada con la función de Matlab `fft`. Luego normalizaremos el eje de las frecuencias (eje X) y representaremos el módulo en dB. Para esto he utilizado los siguientes fragmentos de código:

- Normalización eje frecuencias:

Creamos un vector que nos servirá como eje X para todas las representaciones de la siguiente manera:

```
eje_norm=0:1:512-1;
eje_norm=eje_norm*2*pi/512;
```

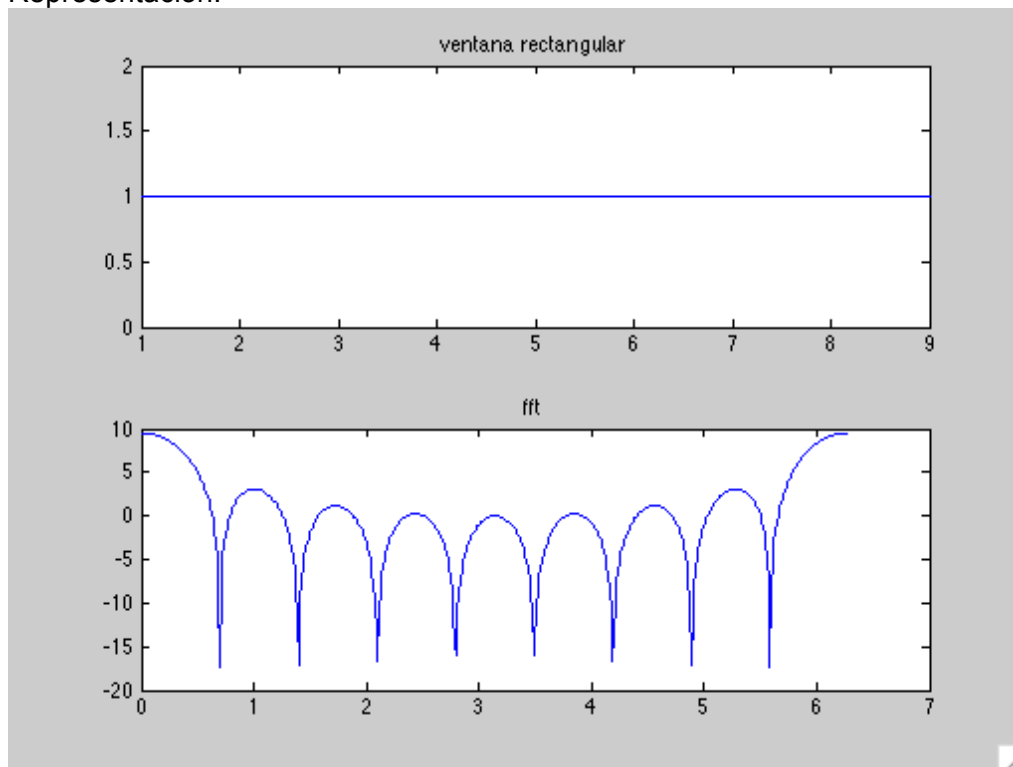
De esta forma, las representaciones las tendremos entre 0 y 2π .

- Ventana rectangular:

Creamos la ventana y hallamos su transformada, obteniendo su módulo en dB posteriormente:

```
ventana1=ones(1,9);
%Transformada
transformada1=fft(ventana1,512);
trans1=10*log10(abs(transformada1));
```

Representación:

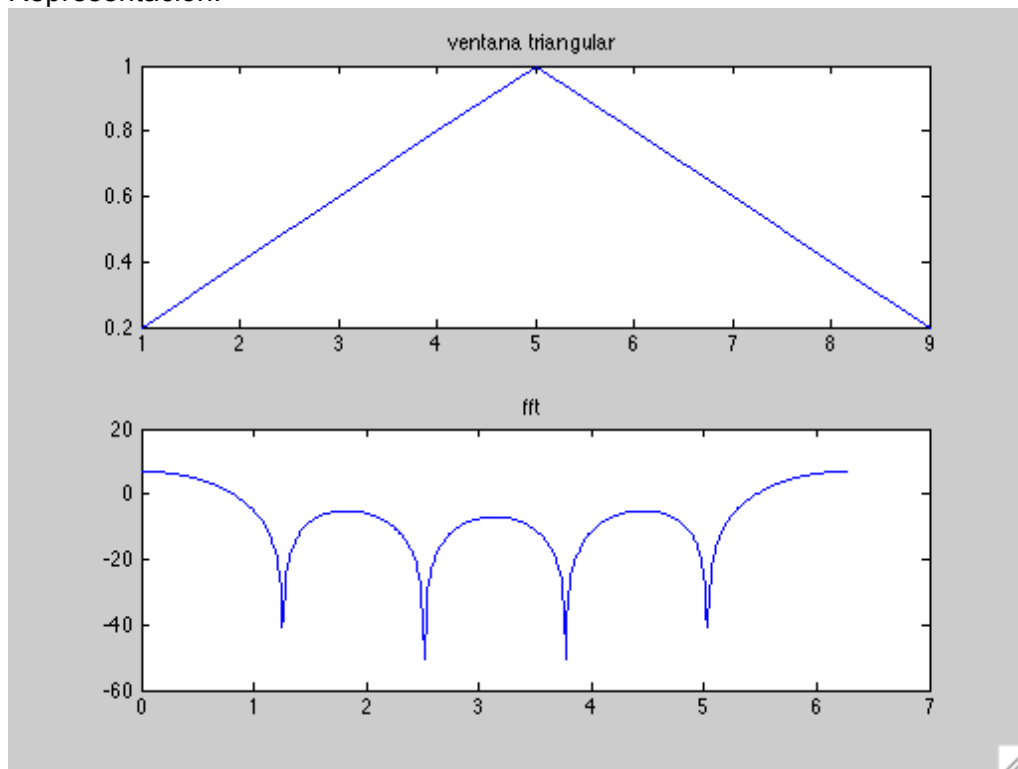


- Ventana triangular:

Creamos la ventana y hallamos su transformada, obteniendo su módulo en dB posteriormente:

```
ventana2=triang(9);  
%Transformada  
transformada2=fft(ventana2,512);  
trans2=10*log10(abs(transformada2));
```

Representación:

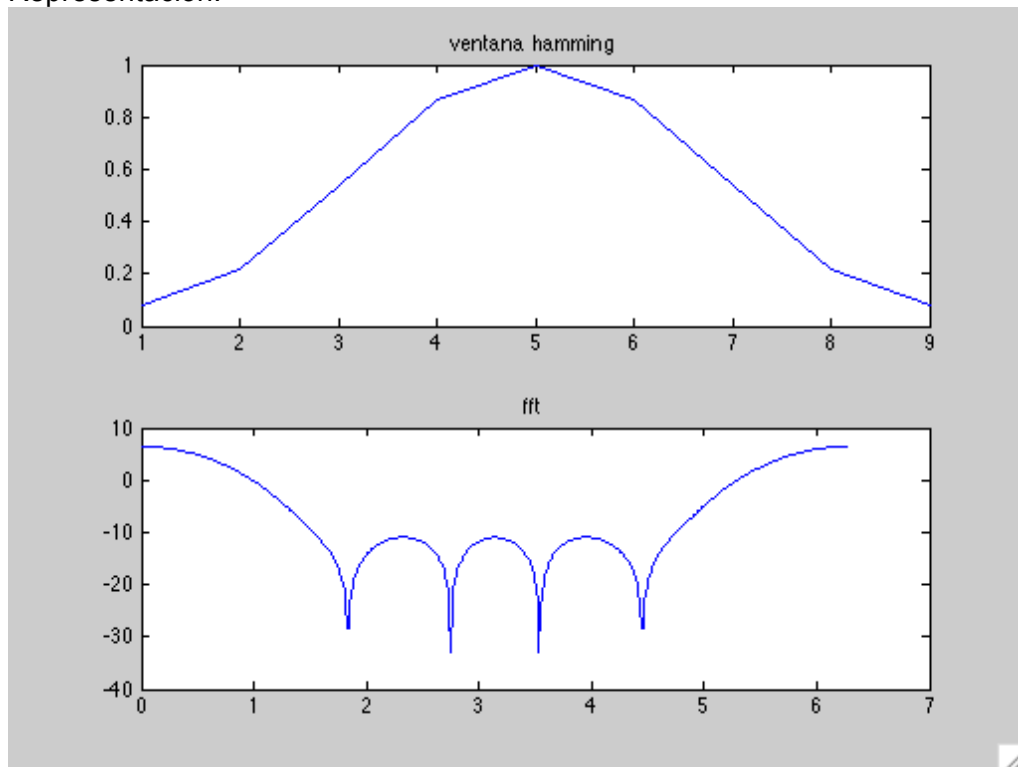


- Ventana Hamming:

Creamos la ventana y hallamos su transformada, obteniendo su módulo en dB posteriormente:

```
ventana3=hamming(9);
%Transformada
transformada3=fft(ventana3,512);
trans3=10*log10(abs(transformada3));
```

Representación:



- Ventana Hanning:

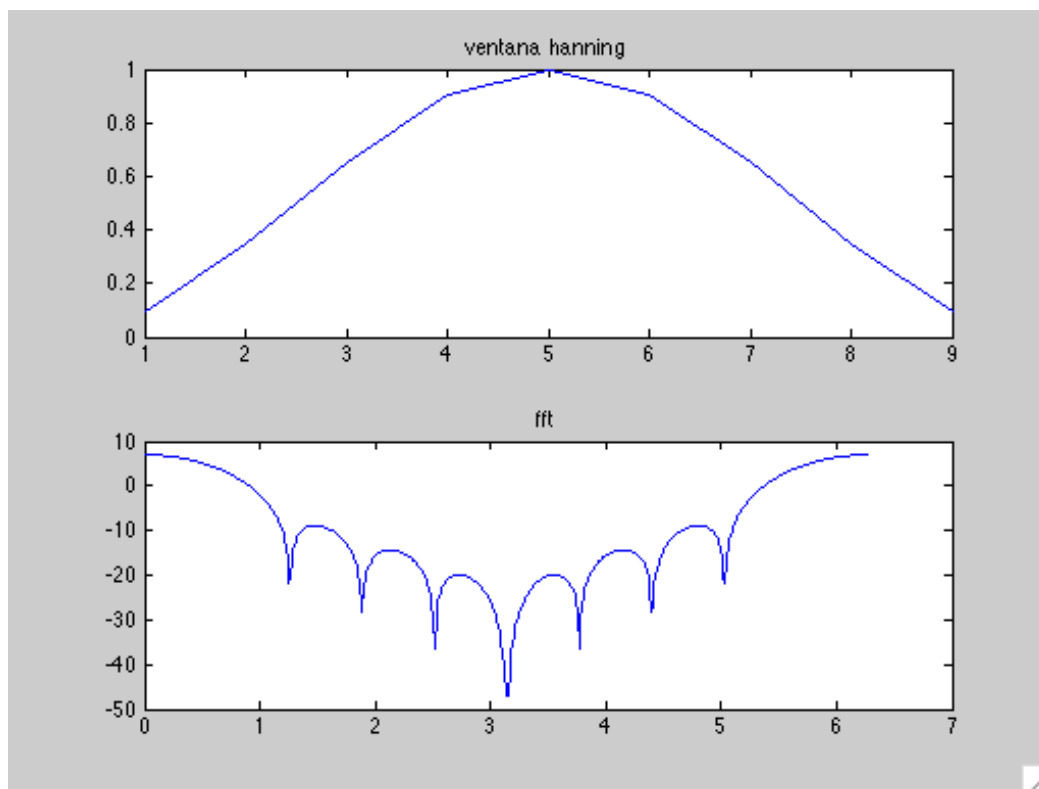
Creamos la ventana y hallamos su transformada, obteniendo su módulo en dB posteriormente:

```

ventana4=hanning(9);
%Transformada
transformada4=fft(ventana4,512);
trans4=10*log10(abs(transformada4));

```

Representación:

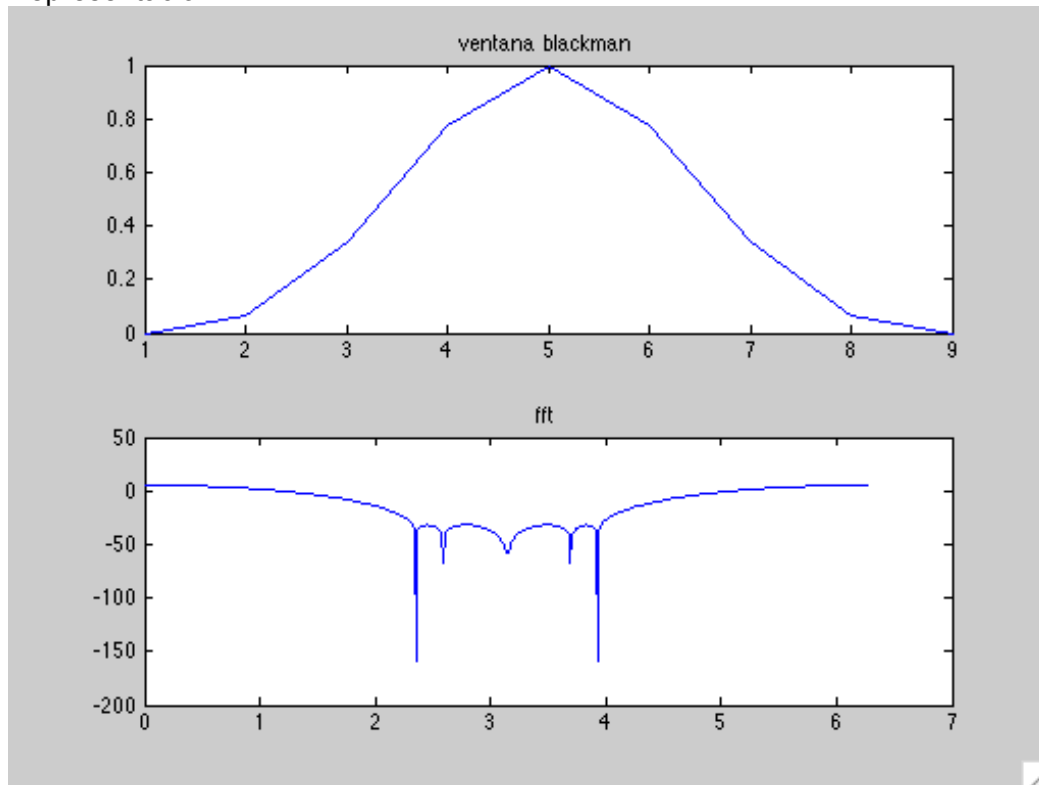


- Ventana Blackman:

Creamos la ventana y hallamos su transformada, obteniendo su módulo en dB posteriormente:

```
ventana5=blackman(9);
%Transformada
transformada5=fft(ventana5,512);
trans5=10*log10(abs(transformada5));
```

Representación:



- **Determinar anchura del lóbulo central y altura máxima del lóbulo lateral para cada una de las ventanas.**

Para obtener la anchura del lóbulo central, lo que haremos es mirar cuánto vale la posición del punto de 3 dB. Luego, miraremos cuál es el valor del eje de frecuencias normalizado para esa posición obteniendo así el valor de la anchura normalizado. Por último lo multiplicaremos por 2, pues se supone que lo que tenemos representado es sólo la mitad del lóbulo.

Para obtener la altura del lóbulo lateral buscaremos cuál es el valor máximo de la DFT.

- Ventana rectangular:

- Anchura:
 $m = \text{find}(\text{trans1} < 3)$
 $\text{anchura1} = 2 * \text{eje_norm}(m(1))$
- Altura:
 $\text{posicion} = 0;$
 $\text{altura1} = 0;$
 $\text{for } i = 2:1:512$
 $\text{if } (\text{trans1}(i) > \text{trans1}(i-1) \ \& \ \text{trans1}(i) > \text{trans1}(i+1))$
 $\text{if } (\text{trans1}(i) > \text{altura1})$
 $\text{altura1} = \text{trans1}(i);$
 $\text{posicion} = i;$
 end
 end
 end
 $\text{posicion};$
 $\text{altura1};$

- Ventana triangular:

- Anchura:
 $n = \text{find}(\text{trans2} < 3);$
 $\text{anchura2} = 2 * \text{eje_norm}(n(1))$
- Altura:
 $\text{posicion2} = 0;$
 $\text{altura2} = -100; \text{\%Ponemos un valor muy peque?o porque la altura puede que sea menor que 0}$
 $\text{for } i = 2:1:511$
 $\text{if } (\text{trans2}(i) > \text{trans2}(i-1) \ \& \ \text{trans2}(i) > \text{trans2}(i+1))$
 $\text{if } (\text{trans2}(i) > \text{altura2})$
 $\text{altura2} = \text{trans2}(i);$
 $\text{posicion2} = i;$
 end
 end
 end
 $\text{posicion2};$
 altura2

- Ventana Hamming:

- Anchura:
 $p = \text{find}(\text{trans3} < 3);$
 $\text{anchura3} = 2 * \text{eje_norm}(p(1))$
- Altura:
 $\text{posicion3} = 0;$
 $\text{altura3} = -100; \text{\%Ponemos un valor muy peque?o porque la altura puede que sea menor que 0}$
 $\text{for } i = 2:1:511$
 $\text{if } (\text{trans3}(i) > \text{trans3}(i-1) \ \& \ \text{trans3}(i) > \text{trans3}(i+1))$
 $\text{if } (\text{trans3}(i) > \text{altura3})$


```

        altura3=trans3(i);
        posicion3=i;
    end
end
end
posicion3;
altura3

```

- Ventana Hanning:

▪ Anchura:

```

q=find(trans4<3);
anchura4=2*eye_norm(q(1))

```

▪ Altura:

```

posicion4=0;
altura4=-100;%Ponemos un valor muy peque?o porque la altura
puede que sea menor que 0
for i=2:1:511
    if (trans4(i)>trans4(i-1) & trans4(i)>trans4(i+1))
        if(trans4(i)>altura4)
            altura4=trans4(i);
            posicion4=i;
        end
    end
end
posicion4;
altura4

```

- Ventana Blackman:

▪ Anchura:

```

r=find(trans5<3);
anchura5=2*eye_norm(r(1))

```

▪ Altura:

```

posicion5=0;
altura5=-100;%Ponemos un valor muy peque?o porque la altura puede que
sea menor que 0
for i=2:1:511
    if (trans5(i)>trans5(i-1) & trans5(i)>trans5(i+1))
        if(trans5(i)>altura5)
            altura5=trans5(i);
            posicion5=i;
        end
    end
end
posicion5;
altura5

```

Valores obtenidos de anchura y altura:

Tipo de ventana	Anchura lóbulo central (radianes)	Altura máxima lóbulo lateral (dB)
Rectangular	1.1536	3.0939
Triangular	1.3008	-5.0522
Hamming	1.4726	-10.9525
Hanning	1.4481	-8.8331
Blackman	1.5953	-31.8077