

Estimación Espectral

Periodograma

Periodograma

- Hasta ahora se han encadenado diferentes estimadores:
Media $\rightarrow$ Autocorrelación $\rightarrow$?
- El siguiente paso que se puede dar es estimar la densidad espectral de potencia del proceso (transformada de Fourier de la autocorrelación).
- Éste es el auténtico objetivo de la estimación espectral
- Entre los diferentes métodos de estimación espectral, vamos a estudiar en primer lugar los que no efectúan explícitamente ninguna hipótesis acerca de la señal: **Métodos no paramétricos**
- El principal método no paramétrico de estimación espectral recibe el nombre de **Periodograma**
- ¿Cómo sería lógico estimar la DEP con la información que ya tenemos?

Periodograma

- La expresión del periodograma es:

$$\hat{S}(\omega) = I(\omega) = \frac{1}{U} \cdot TF\{\hat{R}_{xx}^s[m]\}$$

- A efectos prácticos, la expresión queda como:

$$\hat{S}(\omega) = I(\omega) = \frac{|X(\omega)|^2}{NU}$$



Demostrar (entregable
opcional en Tarea Teams)

donde U es una constante de regularización que definiremos después.

- Cuando la **ventana** empleada es la rectangular se dice que el estimador empleado es el **periodograma**
- Cuando la ventana empleada es otra distinta de la rectangular, se dice que el estimado es el **periodograma modificado**
 - En este caso se debería indicar qué ventana se ha empleado

$$\hat{S}(\omega) = I(\omega) = \frac{|TF\{x[n]w[n]\}|^2}{NU}$$

Periodograma

- Propiedades del periodograma:
 - Dependen fuertemente del enventanado empleado
 - ¿Sesgado o Insesgado?

Periodograma

- Propiedades del periodograma:
 - Dependen fuertemente del enventanado empleado
 - El periodograma es **sesgado**, asintóticamente insesgado si se fija el factor de regularización como

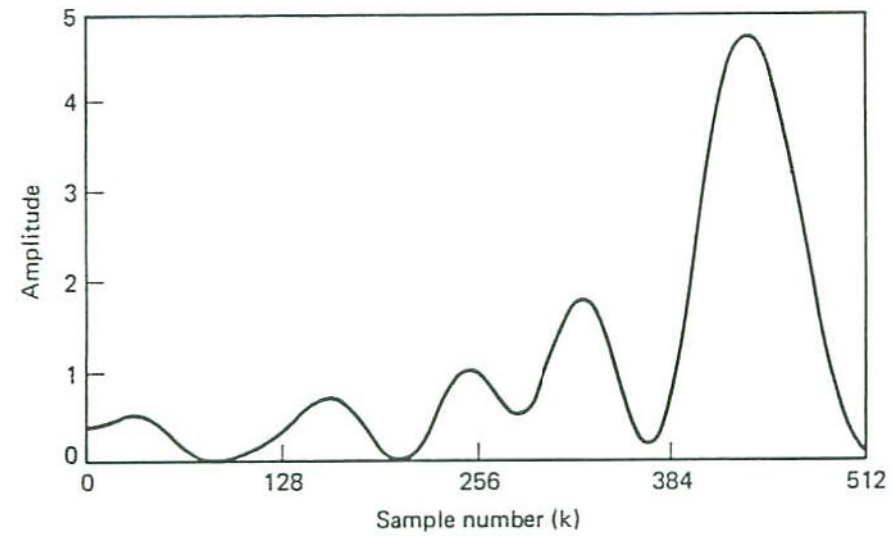
$$U = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} w^2[n]$$

- Para la ventana rectangular, $U=1$
 - La **varianza** del periodograma se puede aproximar como

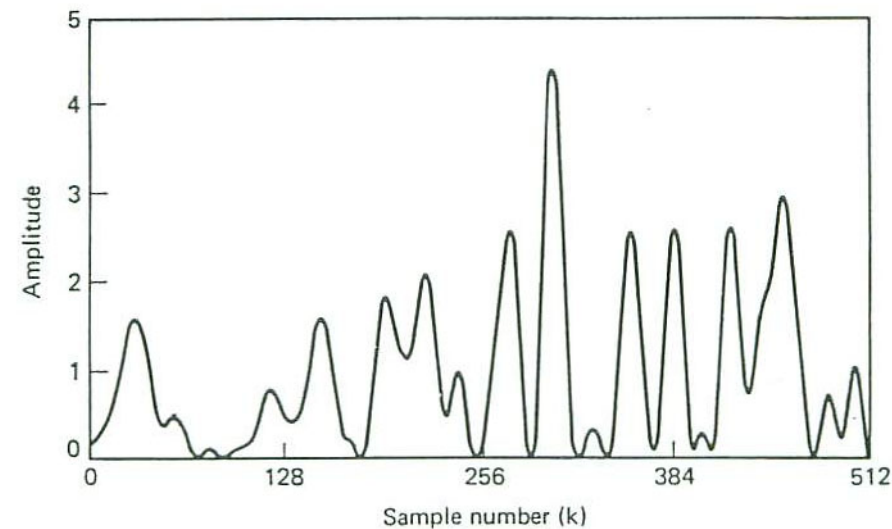
$$\text{var}\{I(\omega)\} \approx S^2(\omega)$$

- Como esta varianza no depende del número de observaciones, el periodograma es un estimador **no consistente**
 - **Resolución espectral muy elevada**, dependiente de la ventana empleada

Periodograma

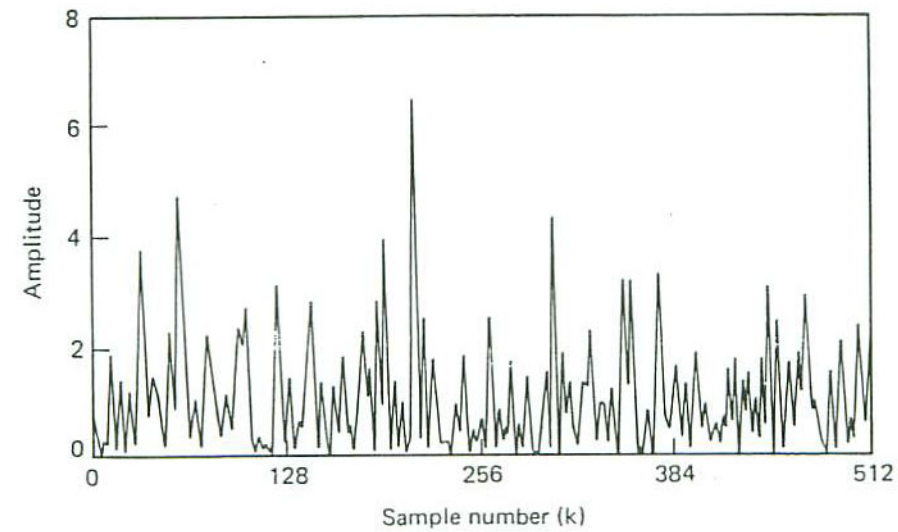


Periodograma de ruido pseudoaleatorio, 16 muestras

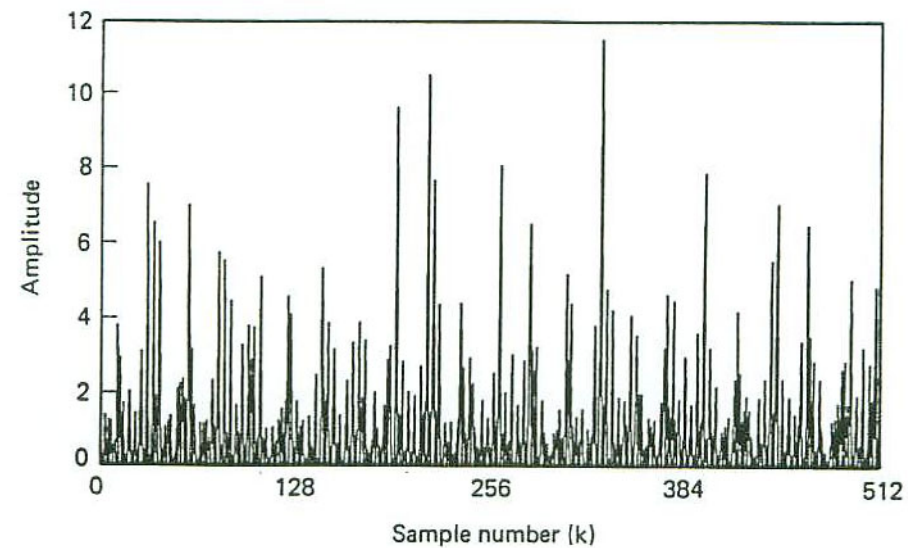


Periodograma de ruido pseudoaleatorio, 64 muestras

Periodograma

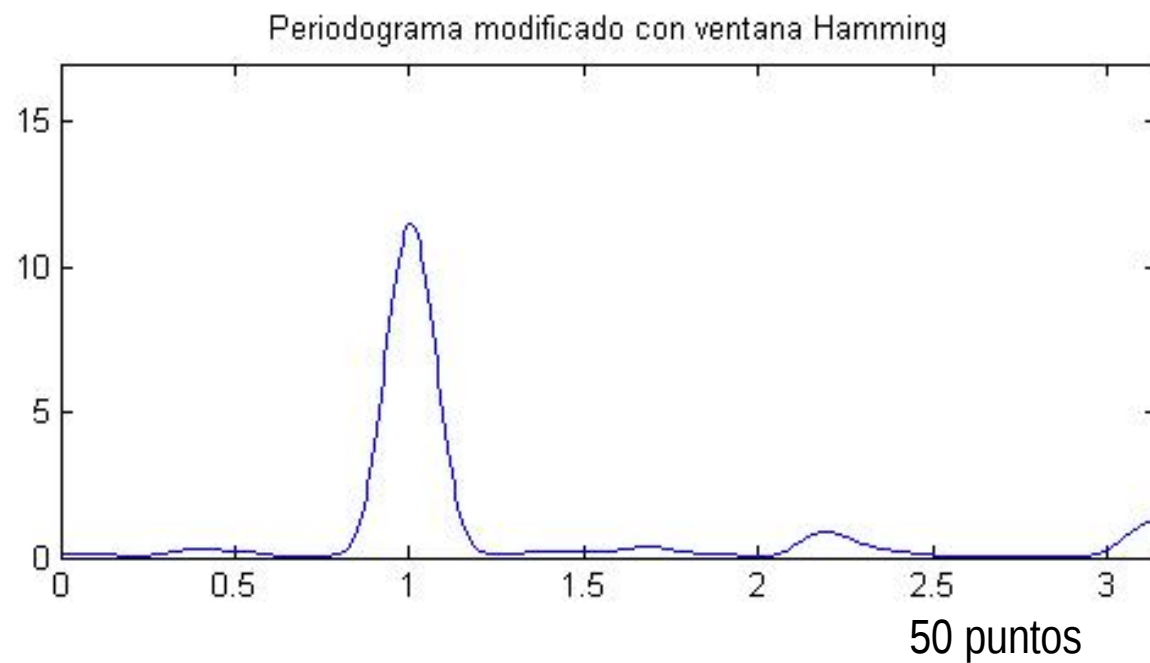
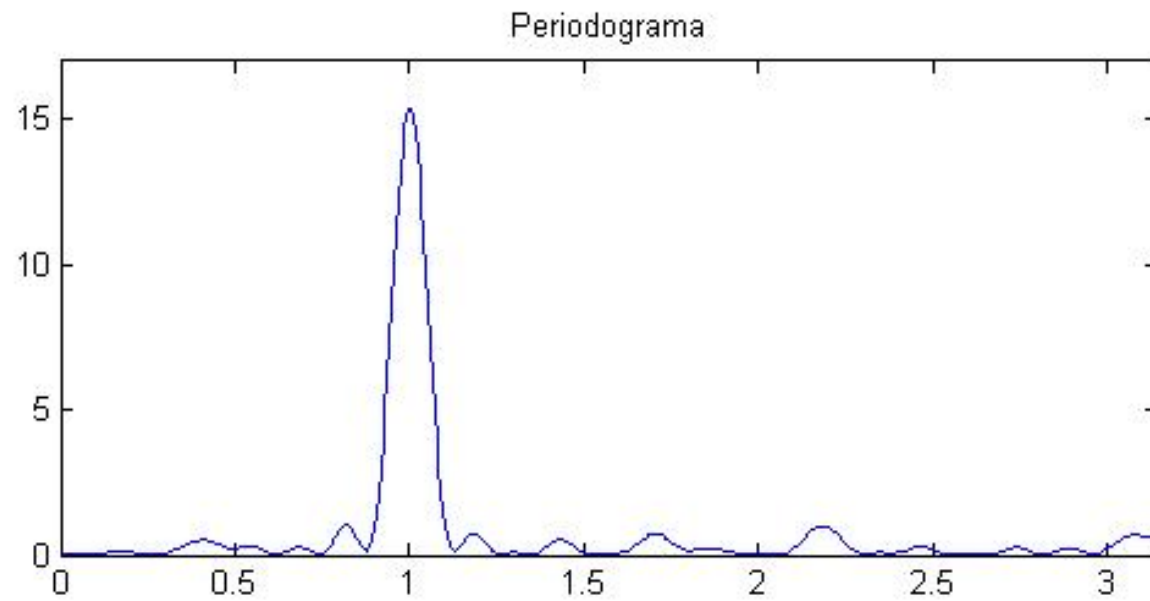


Periodograma de ruido pseudoaleatorio, 256 muestras

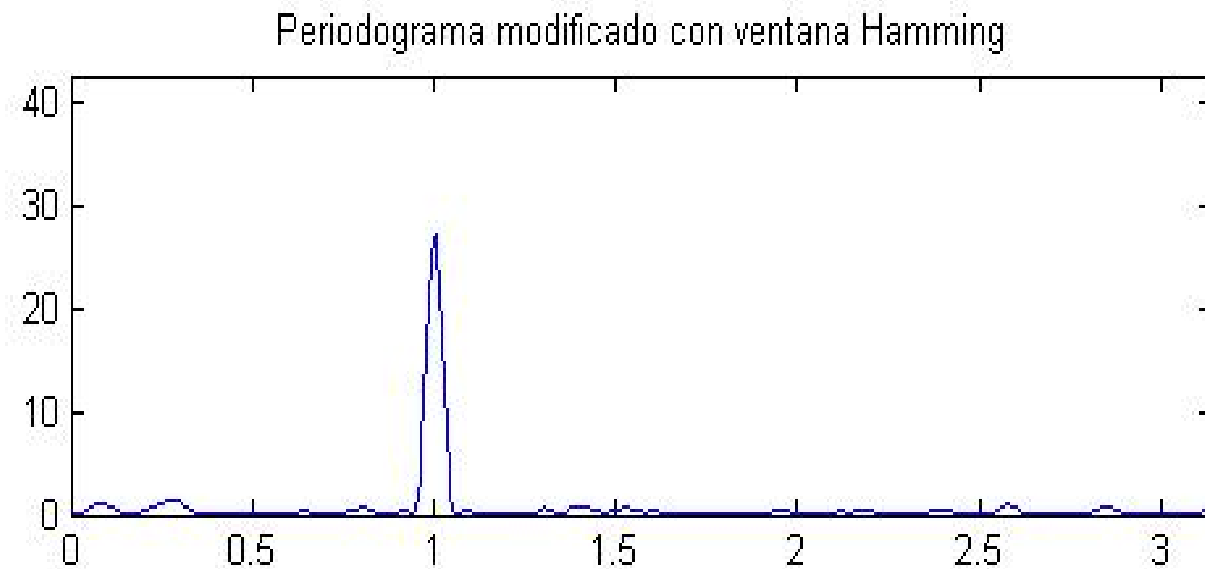
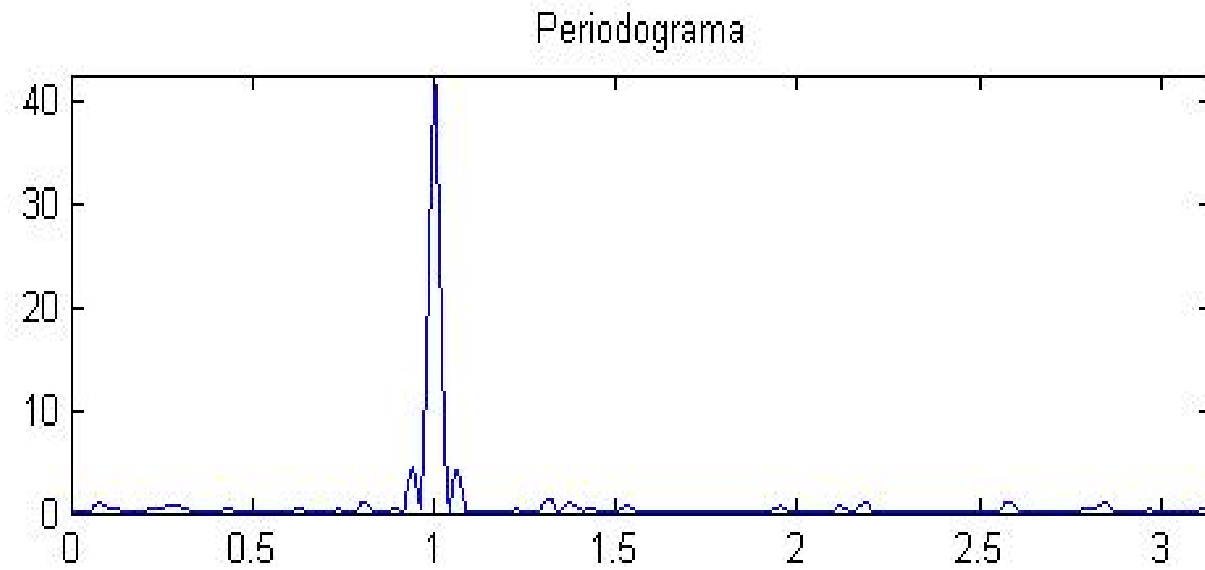


Periodograma de ruido pseudoaleatorio, 1024 muestras

Periodograma



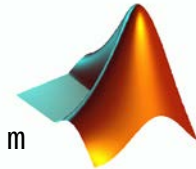
Periodograma



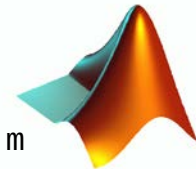
150 puntos

- ¿Cómo se mediaría la varianza del periodograma?
- Aplicabilidad del periodograma a señales reales

AnalizadorDEP_blanco.m



AnalizadorDEP_tonos.m



- ¿Por qué es tan “ruidoso” el periodograma?