

## 0.1. Introducción

Se analiza una secuencia  $X(n)$ , estimando y calculando parámetros de interés, como lo son la autocorrelación, los coeficientes de correlación parcial y la densidad espectral de potencia.

## 0.2. Autocorrelación

Se estiman la autocorrelación mediante el uso de los primeros 128 elementos de la secuencia brindada. Para ello, se vale los estimadores polarizados ( $R_p$ ) y no polarizados ( $R_{np}$ ) de dicho parámetro. Estas funciones son las empleadas para estimar otras funciones mediante información digitalizada.

$$R_p(k) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-k-1} X(i)X(i+k)$$

$$R_{np}(k) = \frac{1}{N-k} \sum_{i=0}^{N-k-1} X(i)X(i+k)$$

En ellas se observan los parámetros  $N$ , es decir, el largo de  $X(n)$ , y  $k$ , variable que puede tomar los valores  $0, 1, \dots, 127$ . Mediante el uso de estos estimadores, se normaliza para poder obtener los coeficientes de autocorrelación  $r_{XXp}$  y  $r_{XXnp}$ .

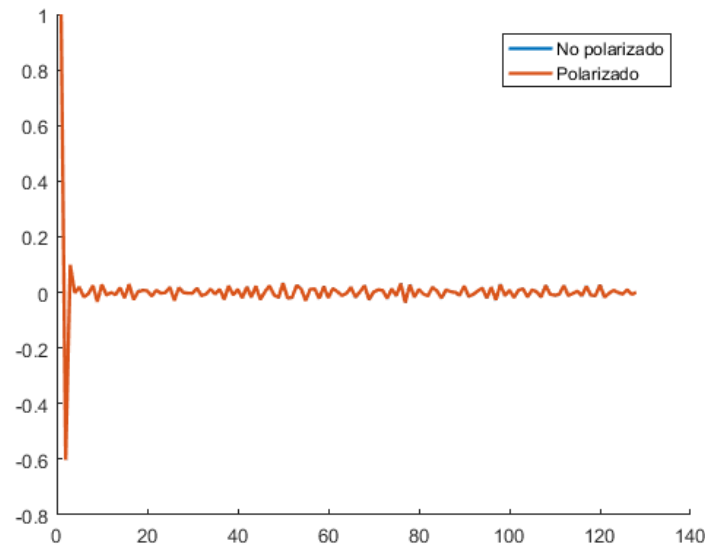


Figura 1: Grafica de los coeficientes de autocorrelación total estimados.

Se puede observar en la Figura (1) como ambas curvas se encuentran solapadas, haciendo que sea prácticamente imposible distinguirlas. Esto se debe a que existe una relación entre cada estimador, siendo esta

$$R_p(k) = \frac{N-k}{N} R_{np}(k)$$

Ya que, para el caso del vector analizado, se da la condición de que  $N = 4096$  y además  $N \gg k_{max} = 127$ , siendo entonces

$$R_p(k) \approx R_{np}(k)$$

## 0.3. Coeficientes de correlación parcial

Con los datos ya extraídos y mediante la resolución de la ecuación de Yule-Walker, fue posible obtener los coeficientes deseados. Esto se realizó con los coeficientes totales obtenidos a través de las estimaciones polarizada y no polarizada.

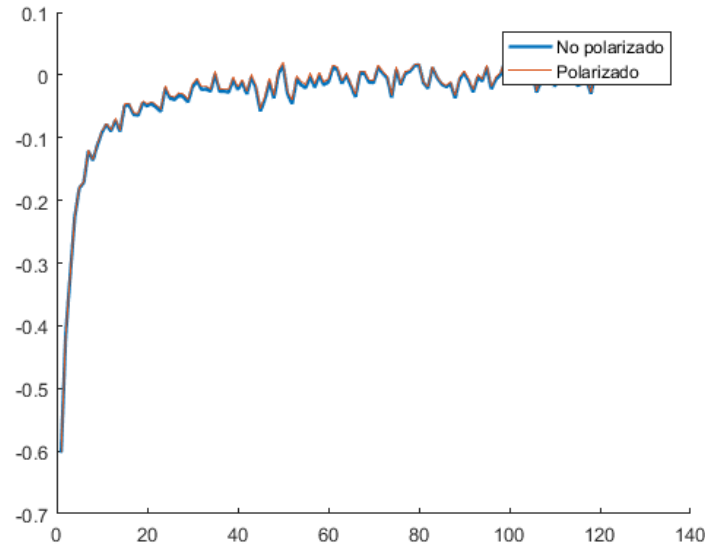


Figura 2: Grafica de los coeficientes de autocorrelación parcial obtenidos.

En la Figura (2) se obtuvo nuevamente una diferencia entre ambas curvas, las cuales no son significativas.

#### 0.4. Modelo del proceso

Se procede a determinar que tipo de modelo utilizar para el proceso analizado. Observando la Figura (1), se denota que  $r_{XX}(1)$  y  $r_{XX}(2)$  son valores distintos de 0 ( $-0,603$  y  $0,099$  para ambas aproximaciones), mientras que los valores siguientes, si bien no son exactamente 0, son todos menores en modulo a  $0,03$ , lo que permite aproximarlos a 0. Además, observando la Figura (2), se puede afirmar que los  $\phi_{kk}$  presentan un comportamiento exponencial o similar a una senoidal amortiguada. Es por ello que se determina que el proceso es un **MA(2)** (**ARMA(0,2)**).

Para el calculo de los  $\theta$ , se utilizaron las ecuaciones

$$r_{XX}(1) = \frac{R_{XX}(1)}{\sigma_X^2} = \frac{\theta_{2,1} + \theta_{2,1}\theta_{2,2}}{1 + \theta_{2,1}^2 + \theta_{2,2}^2} \quad (1)$$

$$r_{XX}(2) = \frac{\theta_{2,2}}{1 + \theta_{2,1}^2 + \theta_{2,2}^2} \quad (2)$$

Resolviendo dicho sistema, se obtienen los siguientes valores:

$$\begin{aligned} \theta_{2,1} &= -1,280 \\ \theta_{2,2} &= 0,268 \end{aligned} \quad (3)$$

Con lo ya dicho, se procede a estimar los parámetros del proceso y compararlos con los ya obtenidos.

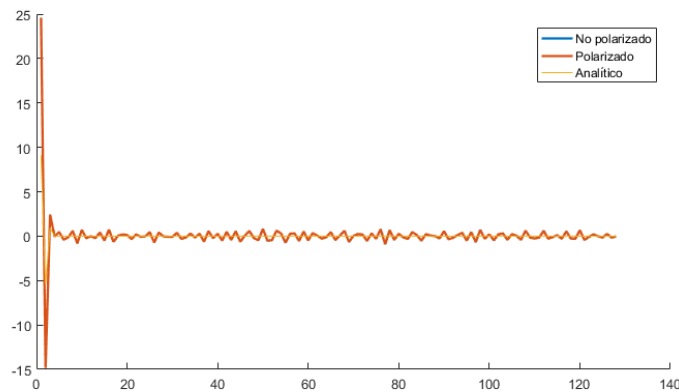


Figura 3: Comparación de los coeficientes de autocorrelación normalizados.

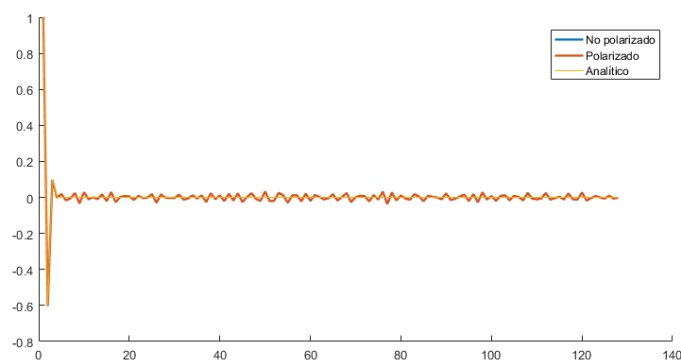


Figura 4: Comparación de los coeficientes de autocorrelación parcial.

### 0.5. Densidad espectral de potencia

A continuación, se estima la densidad espectral de potencia del vector  $X(n)$ . Para ello, se emplean dos técnicas distintas. La primera consiste en el uso de la transformada de Fourier de la estimación realizada de las funciones de autocorrelación.

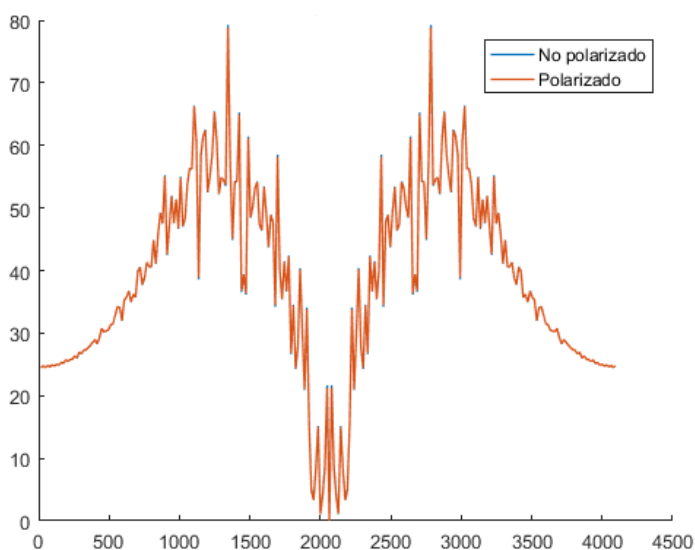


Figura 5: Periodogramas obtenidos a partir de las estimaciones de  $R_{XX}$ .

A continuación se comparan las estimaciones obtenidas previamente con la curva obtenida a partir de lo calculado en la Subsección (0.4).

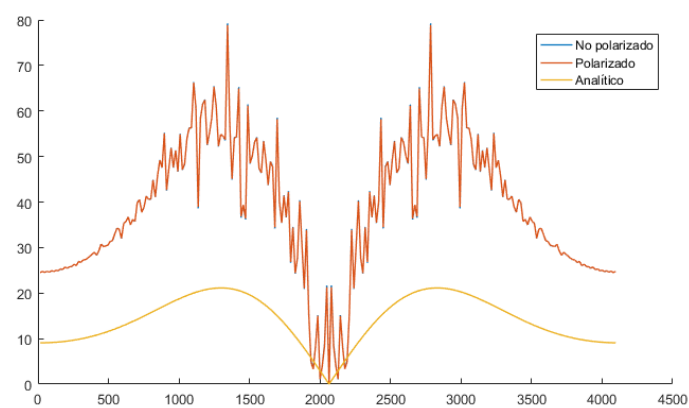


Figura 6: Comparación de periodogramas.

Como era de esperarse, la diferencia entre el gráfico obtenido a través de la estimación polarizada no difiere tanto de la no polarizada.

La segunda técnica consta de la promediación de periodogramas. Transformando con Fourier el vector analizado se obtiene

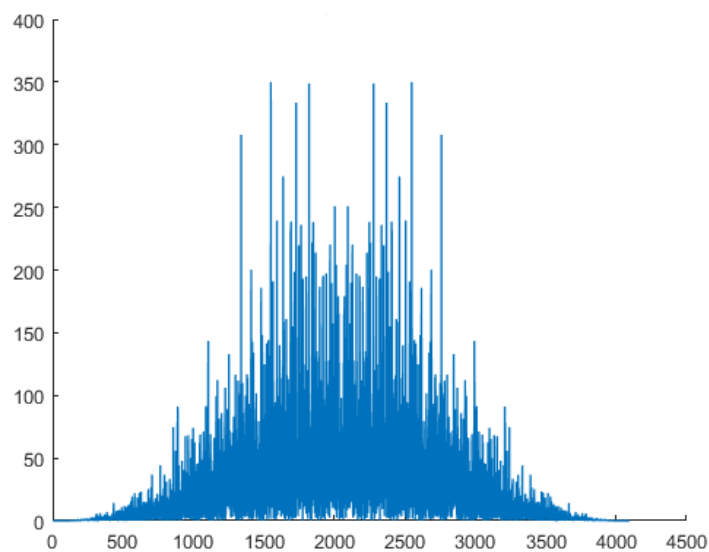


Figura 7: FFT calculado.

Finalmente, a modo comparativo, se ilustran las estimaciones obtenidas superpuestas:

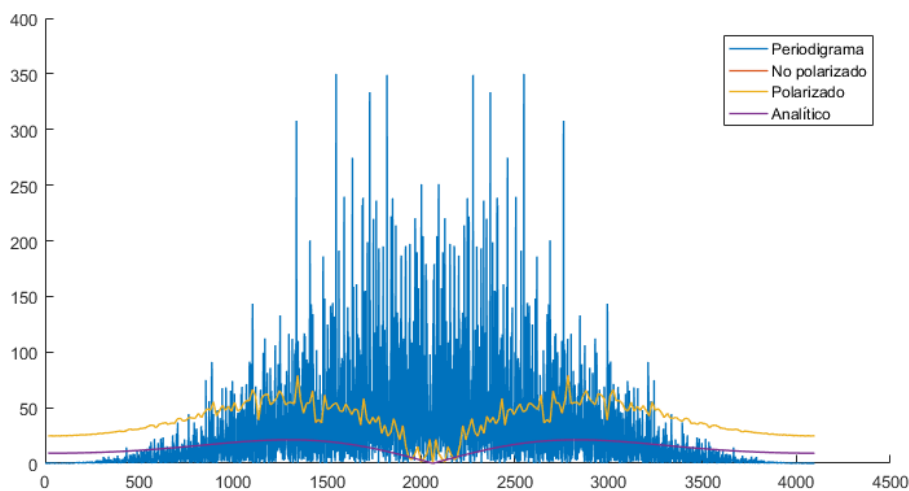


Figura 8: Estimaciones de potencia.