

# Análisis de Series de Tiempos usando el Método de Fourier

Angel de Jesus Jimenez Escobar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ajimenezescobar@gmail.com.co

**Resumen**—Las series de tiempo, son series de datos que cuentan con una marca temporal, es decir que tienen el tiempo en que fueron tomados los datos, esto sirve para determinar el comportamiento de una determinada variable, para nuestro caso tenemos dos series, una es la presión atmosférica y la velocidad de las brisas en una estación meteorológica en la parte norte del caribe colombiano.

Vamos a analizar el comportamiento de estos datos usando técnicas de análisis con el método de las series de Fourier, y determinaremos el comportamiento de estos datos a partir de los armónicos encontrados. El análisis de los datos solo se aplicara para 4 días y no para la totalidad de los 14 con los que contamos.

**Index Terms**—Series de Tiempo, Series de Fourier, Armonicos, Varianza, Matlab, Presión, Velocidad del viento.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las series de Fourier son series infinitas que convergen puntualmente a una función periódica o continua. Gracias a estas series podemos entender con que periodicidad se repite una señal. Gracias al método de Fourier, podemos analizar una serie de datos y encontrar comportamientos o señales que se repiten cada cierto tiempo[2].

## 2. DEFINICIONES

**Series de Fourier:** Las series de Fourier constituyen la herramienta matemática básica del análisis de Fourier empleado para analizar funciones periódicas a través de la descomposición de dicha función en una suma infinita de funciones sinusoidales mucho más simples (como combinación de senos y cosenos con frecuencias enteras).

Las series de Fourier tienen la forma:

$$\frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \left[ a_n \cos \frac{2n\pi}{T} t + b_n \sin \frac{2n\pi}{T} t \right] \quad (1)$$

Donde  $a_n$  y  $b_n$  se denominan **coeficientes de Fourier**.

## 3. APROXIMACIÓN A LOS DATOS.

Utilizando el programa **Matlab** vamos a analizar inicialmente unos datos que tenemos. Los datos a estudiar son presión y velocidad del viento, para un total de 14 días. Figura 1, y Figura 2.

Para el estudio de nuestros datos usando el Método de Fourier, utilizaremos 4 días para hacer el análisis a nuestra señal. La figura 3, y 4 muestran la gráfica de los datos.

### 3.1. Armónicos

Ahora procedemos a encontrar los armónicos de nuestros datos. Utilizando **Matlab** y la función **calculate\_fft** procedemos a estimar las amplitudes de los cosenos y senos de nuestra serie de tiempos. Con los valores **A** y **B** de las

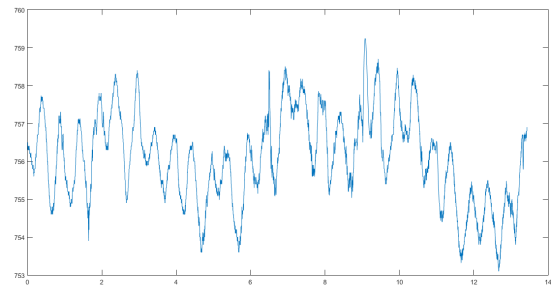


Figura 1. Gráfica de la presión a lo largo de 14 días

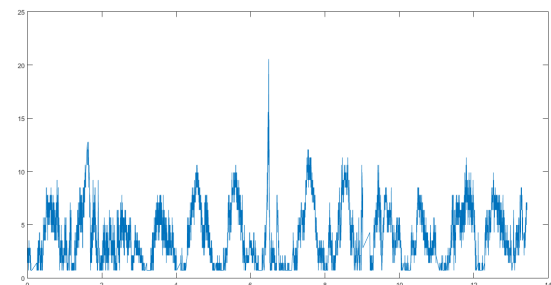


Figura 2. Gráfica de la velocidad del viento a lo largo de 14 días

amplitudes calculados, utilizamos la función **calculate\_ifft** para estimar la serie original con cada uno de sus armónicos. En la figura 5 y 6, muestran al los armónicos generados a partir de las funciones.

### 3.2. Reconstrucción

La función **calculate\_ifft** regresa la construcción de los datos, a partir de los valores de las amplitudes calculadas

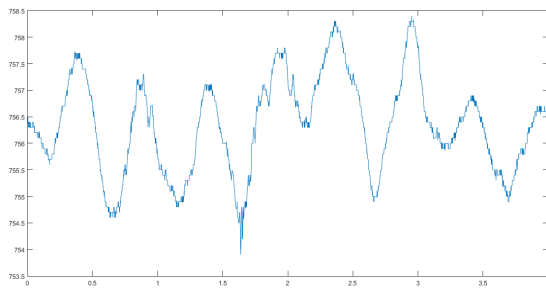


Figura 3. Gráfica de la presión a lo largo de 4 días

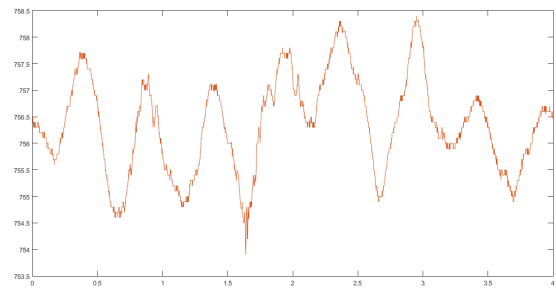


Figura 7. Gráfica de la presión reconstruida a lo largo de 4 días

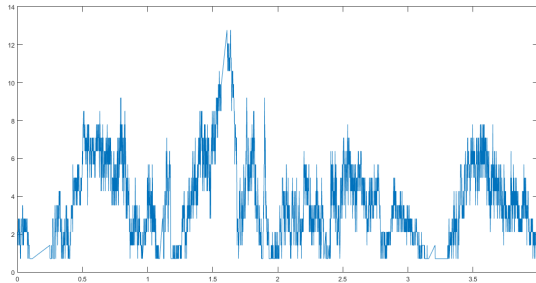


Figura 4. Gráfica de la velocidad del viento a lo largo de 4 días

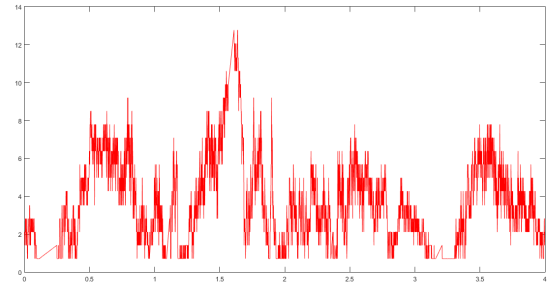


Figura 8. Gráfica de la velocidad del viento reconstruida a lo largo de 4 días

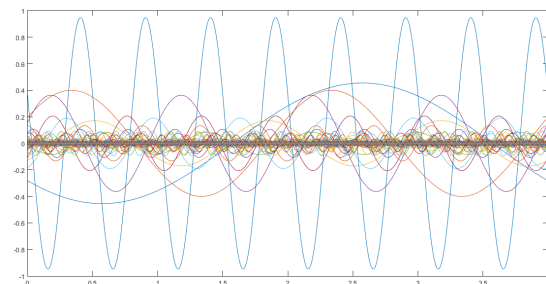


Figura 5. Gráfica de los armónicos para la presión a lo largo de 4 días

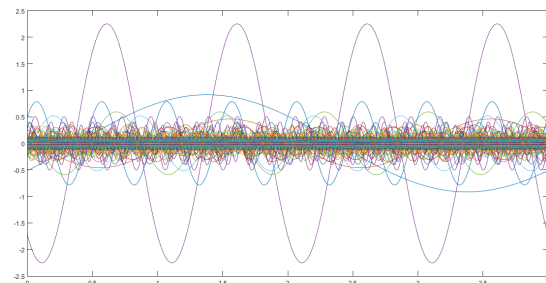


Figura 6. Gráfica de los armónicos para la velocidad del viento a lo largo de 4 días

### 3.3. Análisis de la varianza

Al analizar los armónicos generados nos damos cuenta que existen unos muy definidos tanto para la presión, como para la velocidad del viento. Por esta razón vamos a analizar la varianza de cada uno de los armónicos, e identificar cuales son los armónicos mas importantes, estos son cuya varianza es representativa. Para esto usamos la función `var` a la transpuesta de los armónicos encontrados.

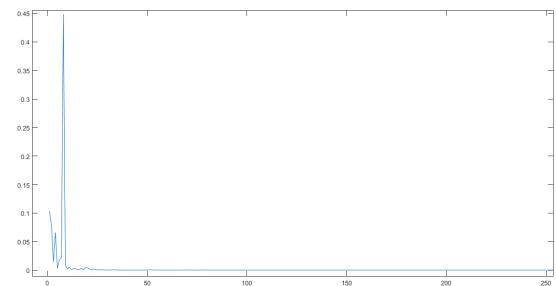


Figura 9. Gráfica de la varianza para la presión.

anteriormente **A** y **B**. En las figuras 7 y 8 podemos apreciar la reconstrucción de las gráficas de presión y velocidad del viento.

### 3.4. Reconstrucción Armónicos

Con base en lo encontrado en el análisis de la varianza, procederemos a reconstruir los armónicos mas notables de forma manual.

Para la presión encontramos algunos valores significativos en los siguientes armónicos: **1,4,8**, con los armónicos 4 y

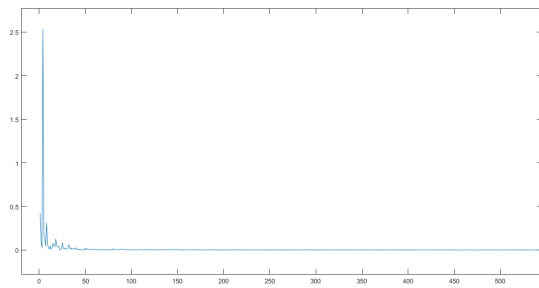


Figura 10. Gráfica de la varianza para la velocidad del viento.

8 podemos ver un comportamiento en los datos, como una señal diurna y otra señal semi-diurna. Para el armónico 1, no es representativo para los 4 días ya que no nos indica la periodicidad de este, para un análisis de los datos de mas días, podría ser significativo.

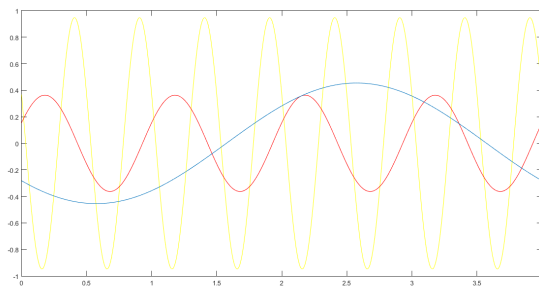


Figura 11. Gráfica de los armónicos 1,4 y 8, para la presión

Para la velocidad del viento los valores significativos son los siguientes: 1,4,8, aunque las gráficas son diferentes también apreciamos un comportamiento muy similar al de la presión. Con señales diurnas y semi-diurnas.

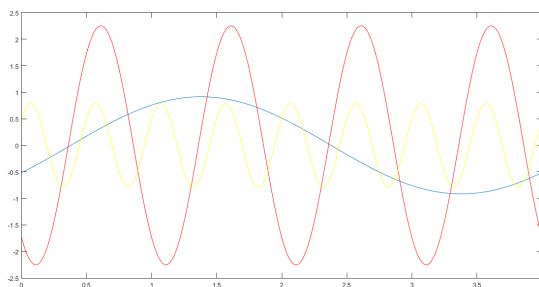


Figura 12. Gráfica de los armónicos 1,4 y 8, para la velocidad del viento.

#### 4. CÓDIGO USADO

Para este trabajo utilizamos unos datos suministrados por docente, y se procedió a realizar el análisis de los datos solo para 4 días de los 14 con los que contamos, a continuación entregamos el código utilizado para la generación de las vistas y toda la información.

Este código puede ser descargado junto con los datos necesarios para realizar todo lo explicado en este documento en la siguiente url <https://github.com/anheru88/Analisis-de-Series-de-Tiempo>, en la carpeta del Taller 8 de Septiembre[3].

```
1  datos = 5760; % cantidad de datos a utilizar ...
   para 4 días
2  load('data.mat'); % cargamos nuestros datos ...
   en matlab
3  t = tjc - tjc(1); % t sera la cantidad de ...
   dias comenzando en 0
4  figure % creamos una nueva figura
5  plot(t, Pc); % creamos la grafica de la ...
   presion en el tiempo
6  figure % creamos una nueva figura
7  plot(t, Vc); % creamos la grafica de la ...
   velocidad del viento en el tiempo
8  figure % creamos una nueva figura
9  t0 = t(1:datos); % t0 sera la cantidad de ...
   dias comenzando en 0, solo para 4 dia
10 P0 = Pc(1:datos); % P0 cantidad de datos ...
   para la presion para 4 dias
11 V0 = Vc(1:datos); % V0 cantidad de datos ...
   para la presion para 4 dias
12 figure % creamos una nueva figura
13 plot(t0,P0); % creamos la grafica para la ...
   presion solo de los 4 dias
14 figure % creamos una nueva figura
15 plot(t0,V0); % creamos la grafica para la ...
   presion solo de los 4 dias
16 [A,B] = calculate_fft(P0); % calculamis los ...
   coeficientes A B para la presion
17 [C,D] = calculate_fft(V0); % calculamos los ...
   coegicientes A B para la velocidad del ...
   viento, almacenados en C y D
18 [y,Y] = calculate_ifft0(A,B,datos); % ...
   Estimamos las los armonicos para la presion
19 [z,Z] = calculate_ifft0(C,D,datos); % ...
   Estimamos las los armonicos para la ...
   velocidad del viento
20 figure % creamos una nueva figura
21 plot(t0, y); % creamos la grafica de los ...
   armonicos de la presion
22 figure % creamos una nueva figura
23 plot(t0, z); % creamos la grafica de los ...
   armonicos de la velocidad del viento
24 % ahora reconstruiremos los armonicos a ...
   partir del resultado de la ifft
25 figure % creamos una nueva figura
26 plot(t0, Y, 'r'); % creamos la grafica de la ...
   reconstruccion de nuestra senal de la ...
   presion
27 figure % creamos una nueva figura
28 plot(t0, Z, 'r'); % creamos la grafica de la ...
   reconstruccion de nuestra senal de la ...
   velocidad del viento
29 figure % creamos una nueva figura
30 pe = var(y'); % calculamos la varianza de ...
   los armonicos de la presion
31 ve = var(z'); % calculamos la varianza de ...
   los armonicos de la velocidad del viento
32 figure % creamos una nueva figura
33 plot(pe); % creamos la grafica para mostrar ...
   la varianza de los armonicos de la presion
34 figure % creamos una nueva figura
35 plot(ve); % creamos la grafica para mostrar ...
   la varianza de los armonicos de la ...
   velocidad del viento
36 figure % creamos una nueva figura
37 plot(t0,y(1,:)); % creamos la grafica de la ...
   reconstruccion del 1er armonico para la ...
   presion
38 hold on % mantenemos la figura para agregar ...
   otro grafico
```

```

39 plot(t0,y(4,:), 'r'); % creamos la grafica ...
    de la reconstruccion del 4to armonico ...
    para la presion
40 hold on % mantenemos la figura para agregar ...
    otro grafico
41 plot(t0,y(8,:), 'y'); % creamos la grafica ...
    de la reconstruccion del 8vo armonico ...
    para la presion
42 figure % creamos una nueva figura
43 plot(t0,z(1,:), 'r'); % creamos la grafica de la ...
    reconstruccion del 1er armonico para la ...
    velocidad del viento
44 hold on % mantenemos la figura para agregar ...
    otro grafico
45 plot(t0,z(4,:), 'r'); % creamos la grafica ...
    de la reconstruccion del 4to armonico ...
    para la velocidad del viento
46 hold on % mantenemos la figura para agregar ...
    otro grafico
47 plot(t0,z(8,:), 'y'); % creamos la grafica ...
    de la reconstruccion del 8vo armonico ...
    para la velocidad del viento

```

- [2] Serie de Fourier, September 2017. Page Version ID: 102032691. URL: [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Serie\\_de\\_Fourier&oldid=102032691](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Serie_de_Fourier&oldid=102032691).
- [3] Angel Jimenez Escobar. Analisis-de-Series-de-Tiempo: Este repositorio es para tener los talleres realizados en la asignatura Analisis de Series de Tiempo, September 2017. original-date: 2017-09-25T05:58:27Z. URL: <https://github.com/anheru88/Analisis-de-Series-de-Tiempo>.

## 5. CONCLUSIÓN

Apenas estamos abordando algunas de las técnicas para el análisis de señales a lo largo del tiempo. Para el caso de las series de Fourier vemos que se pueden encontrar señales ocultas dentro de nuestros datos, con encontrando armónicos que nos indiquen con que frecuencia ocurren estas señales, aunque hay que estar muy pendientes, de que estas señales no sean ruido, es decir que no existen en la vida real.

Para nuestros datos encontramos que para el estudio de 4 días, existen unas señales muy claras, de que hay un comportamiento diurno y semi-diurno.

Este fenómeno se debe a las brisas marinas y de tierra que se presentan en la costa. Durante el día el sol calienta más fácilmente la tierra, ya que el agua tiene más inercia térmica. Durante el día la tierra está mas caliente y el aire aumenta la presión que originan un desplazamiento de las masas altas de este hacia el mar[1].

Por el contrario, durante la noche el efecto contrario establece la brisa de tierra. En este caso el mar está más caliente que la tierra. Por la noche se produce brisa desde tierra hacia el mar[1].

## 6. LIMITACIONES

El analizar datos por medio de la series de Fourier es muy bueno, pero tiene sus limitaciones al momento de procesar grand cantidad de datos, ya que usa armónicos a partir de senos y cosenos, cuando los datos son del orden de los 100.000 para procesar ya empezamos a ver que nuestras maquinas comienzan a pedir muchos mas recursos, para poder procesar la información.

Para procesar mas cantidad de datos utilizaremos técnicas diferentes para poder analizar los datos sin perder capacidad de procesamiento.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Brisas de mar y de tierra, February 2009. URL: <https://nauticajonkepa.wordpress.com/2009/02/04/brisas-de-mar-y-de-tierra/>.