



UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISIÓN DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

FÍSICA COMPUTACIONAL

14 DE MARZO DEL 2017

---

## Act 7: Reconstruyendo la señal.

---

Alumna: Chávez Gutiérrez Yanneth Tzitzin

Profesor: Carlos Lizárraga Celaya.

## 1. Introducción

En la actividad anterior (Actividad 6 "Análisis Armónico de Mareas"), se descompuso una señal de las amplitudes de las mareas, en un intervalo de tiempo dado (un mes de datos) de cada estación **CICESE** y **NOAA**.

Para desarrollarla, nos apoyamos en la biblioteca de *SciPy* *fftpack*, haciendo uso de la *Transformada de Fourier Discreta (DFT)*, para extraer los modos naturales de la marea en los sitios de estudio. Como resultados, obtuvimos las amplitudes de las frecuencias naturales de la marea para cada sitio: M2, S2, N2, K1, M4, O1, M6, MK3, S4, MN4, etc. Obtenidos de la tabla de principales constituyentes de la marea de Wikipedia.

Obtenido lo anterior, para la actividad 7 se pide reconstruir la señal de la marea con ayuda de los valores obtenidos por la transformada de Fourier discreta.

También se encontrará el error relativo de aproximar la señal de la marea. Donde el error relativo estará dado por:

$$Error - relativo = sum(abs(y - y1)^2) / sum(abs(y)^2)$$

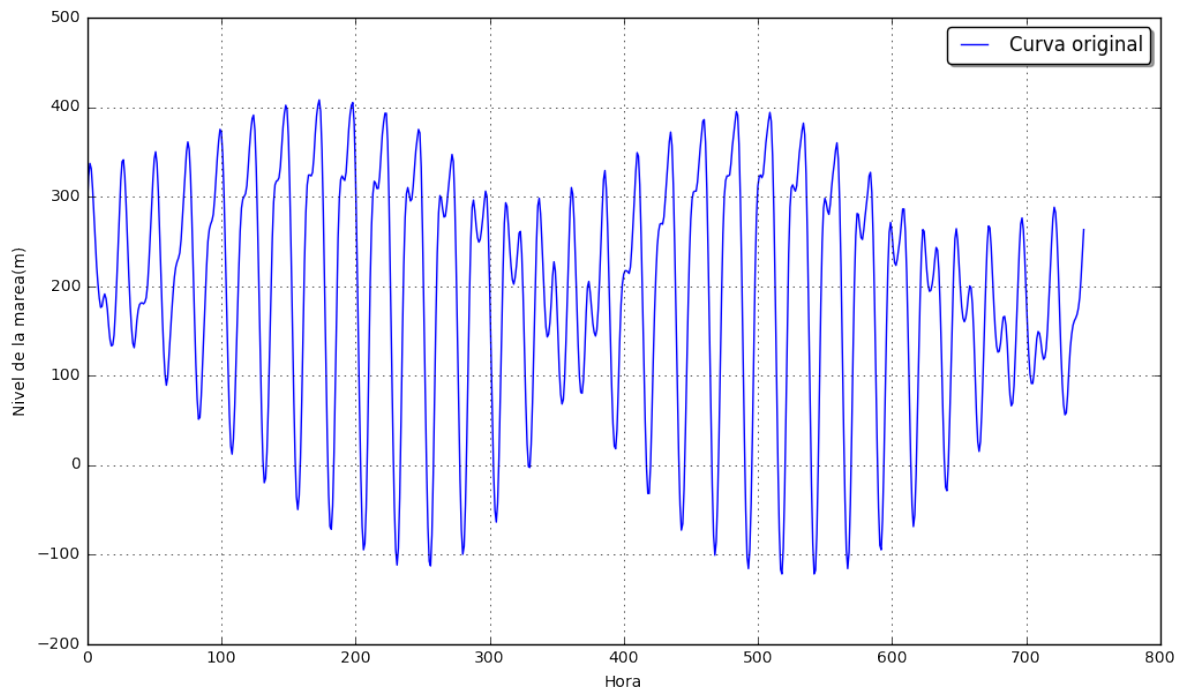
Siendo  $y$  el valor real de la amplitud de marea al tiempo  $t$ , y  $y1$  el valor reconstruido para ese tiempo.

Para verificar la similitud, se graficará la amplitud de la marea original, contrastando con la señal reconstruida. Y se comentaran observaciones y detalles adicionales al respecto.

## 2. Resultados: Gráficas amplitud de la marea

En la actividad 5, se graficó la amplitud de la marea original para los datos descargados. A continuación se mostrará lo obtenido, y después se comparará con la reconstrucción de la señal a partir de la transformada de Fourier.

***CICESE: Ciudad del carmen, Campeche***



Mediante la Transformada de Fourier y los datos obtenidos de la frecuencia, la amplitud y el periodo en la práctica 6 obtenidos para cada uno de los modos identificados, se recuerdan en la siguiente tabla para emplearse en la función que recreará la gráfica de la amplitud de la marea original:

Cuadro 1: Tabla de datos Ciudad del Carmen

Pico (frecuencia)	Periodo	Amplitud	T
0.076	13.1579	60	$2''_{N2}$
0.081	12.3456	117	$M_2$
0.089	11.2359	8	$2SM_2$
0.161	6.2111	65	$MN_4$
0.166	6.0241	16	$M_6$

## Act 7: Reconstruyendo la señal.

---

Para recrear la gráfica se utilizó el siguiente código, utilizando los datos de la tabla anterior en la función. El siguiente código nos muestra ambas gráficas en una. La original y la obtenida con la función.

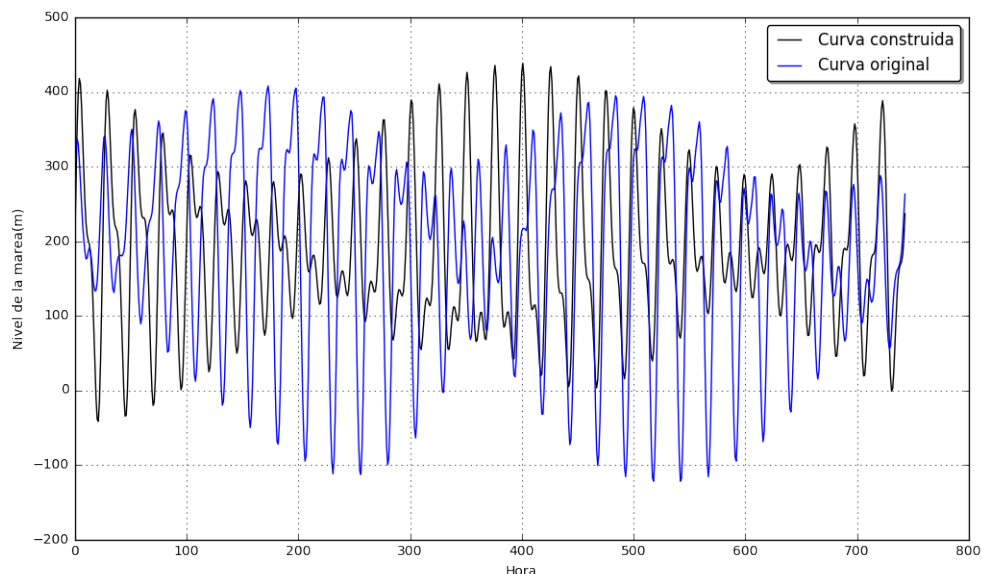
```
def f(t):
    return 190+ (60)*np.sin(np.pi*t/13.16) + (117)*np.sin(np.pi*t/12.35)
    + (8)*np.sin(np.pi*t/11.24) + (65)*np.sin(np.pi*t/6.21)
    +(16)*np.sin(np.pi*t/6.0241)
#5 + (0.15)*np.sin(np.pi*t/13.16) + (0.42)*np.sin(np.pi*t/12.2) +
(0.08)*np.sin(np.pi*t/6.3) + (0.48)*np.sin(np.pi*t/6.25) +
(0.18)*np.sin(np.pi*t/6.0241)

#interpolar la funcion
df[u'WaterLevel'] = df[u'WaterLevel'].astype(float).interpolate
(method='spline',order=2)

plt.plot(df[u'Hora'], f(df[u'Hora']), c='black', label='Curva construida')
plt.plot(df[u'Hora'], df[u'WaterLevel'], c='blue', label='Curva original')

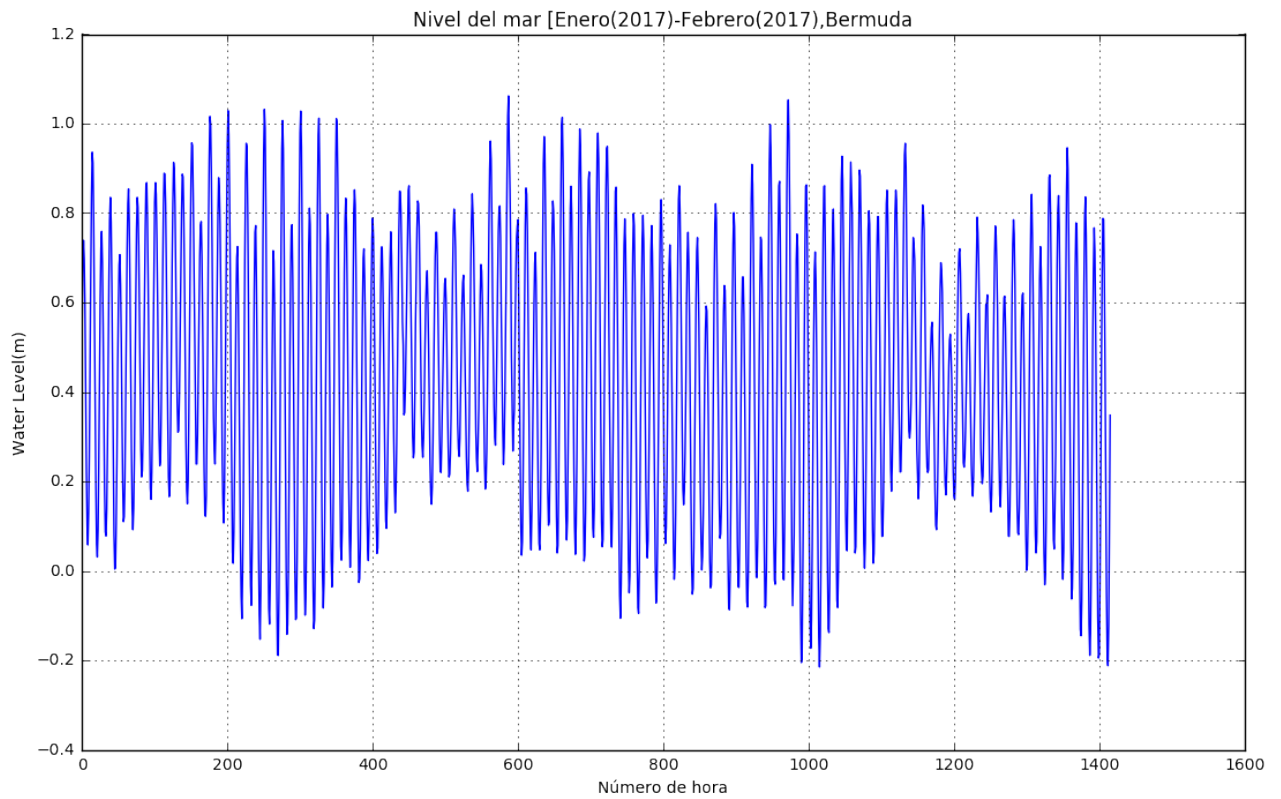
plt.ylabel('Nivel de la marea(m)')
plt.xlabel('Hora')
plt.legend(fancybox=True, shadow=True)
plt.grid(True)
```

Obteniendo la siguiente gráfica:



**NOAA: Bermuda, St. Georges Island**

Gráfico obtenido de la amplitud de mareas original:



De igual forma con los datos obtenidos de la actividad 6, podemos reconstruir la gráfica de amplitud de mareas. Incluyendose en la función el periodo, la amplitud y la frecuencia obtenida para cada modo localizado. Recordandolos de la tabla de la actividad 6 para las mareas en Bermuda, St. Georges Island:

Cuadro 2: Tabla de datos Bermudas

Pico (frecuencia)	Periodo	Amplitud	T
0.076	13.16	0.04	$2''N_2$
0.082	12.1951	0.07	$L_2$
0.157	6.3694	0.06	$M_4$
0.160	6.25	0.37	$MN_4$
0.165	6.06	0.07	$S_4$

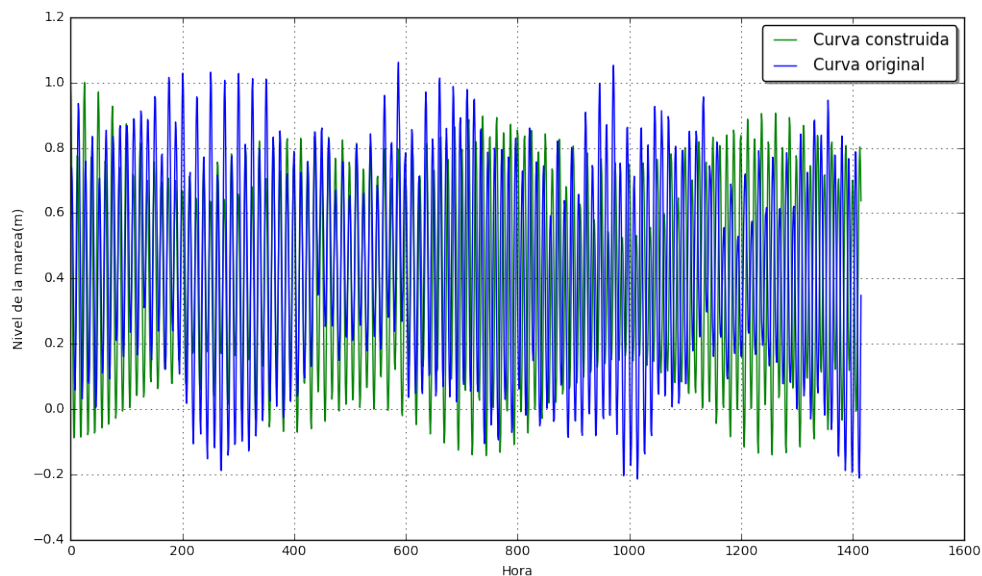
## Act 7: Reconstruyendo la señal.

---

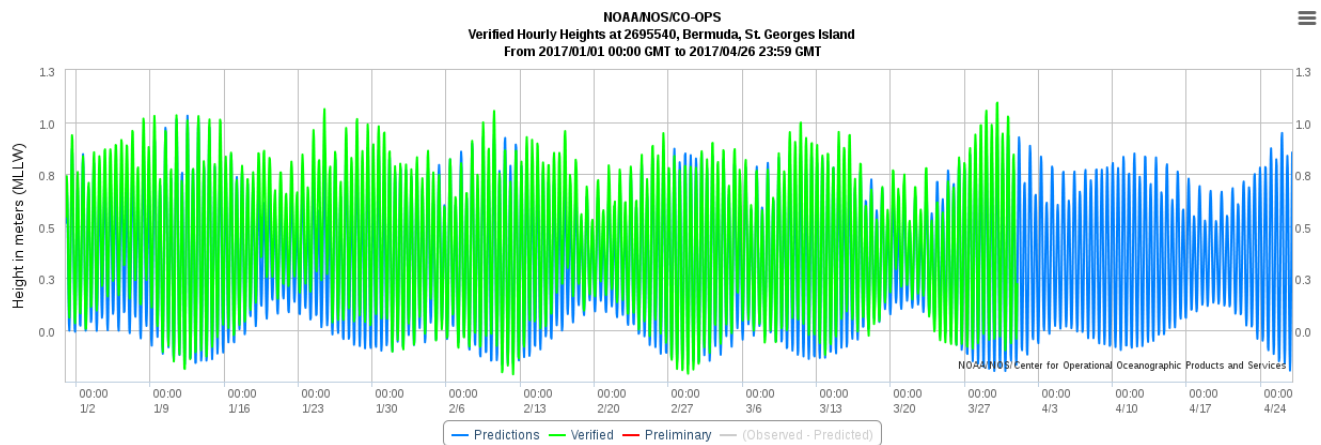
Para recrear la gráfica se utilizó el siguiente código, utilizando los datos de la tabla anterior en la función:

```
def f(t):  
    return 0.4+ (0.04)*np.sin(np.pi*t/13.16) + (0.07)*np.sin(np.pi*t/12.19)  
    + (0.06)*np.sin(np.pi*t/6.3694) +  
    (0.37)*np.sin(np.pi*t/6.25) +(0.07)*np.sin(np.pi*t/6.06)  
  
#interpolar la funcion  
df[u'WaterLevel'] = df[u'WaterLevel'].astype(float).interpolate  
(method='spline', order=2)  
  
fig = plt.gcf()  
fig.set_size_inches(12, 7)  
  
plt.plot(df[u'Hora'], f(df[u'Hora']), c='green', label='Curva construida')  
plt.plot(df[u'Hora'], df[u'WaterLevel'], c='blue', label='Curva original')  
  
plt.ylabel('Nivel de la marea(m)')  
plt.xlabel('Hora')  
plt.legend(fancybox=True, shadow=True)  
plt.grid(True)
```

Obteniendo la siguiente gráfica:



comparando los resultados con los propuestos por la NOAA tenemos que se parece mucho:



### 3. Resultados: Errores relativos

Como se vio al inicio del reporte, el error relativo se calcula de la siguiente manera:

$$Error - relativo = \frac{\sum(abs(y - y_1)^2)}{\sum(abs(y)^2)}$$

Considerando las amplitudes reales de marea al tiempo  $t$  y la amplitud de la marea recreada al tiempo  $t$ .

En esta sección se calculará el error relativo para cada una de las estaciones y sus datos obtenidos, contra la recreación a partir de la transformada de Fourier.

Para calcular el error relativo en ambas estaciones se utilizó el siguiente código:

```
Error_relativo = ((np.abs(df[u'WaterLevel'] - f(df[u'Hora'] + 160))
)**2)/((np.abs(df[u'WaterLevel'])))**2)
Error_relativo
```

**CICESE:** Ciudad del carmen, Campeche

0 7.055316e-02 1 1.000491e-01 2 1.045978e-01 3 9.556216e-02 4 8.433921e-02 5 8.411083e-02 6 1.023187e-01 7 1.510424e-01 8 2.336129e-01 9 3.130320e-01 10 3.379532e-01 11 2.868275e-01 12 1.815814e-01 13 6.239411e-02 14 8.530948e-06 15 8.877499e-02 16 4.387312e-01 17 9.464573e-01 18 1.216856e+00 19 1.025475e+00 20 5.275939e-01 21

```
1.084281e-01 22 5.001902e-05 23 4.369799e-02 24 1.143252e-01 25 1.642890e-01 26
1.768299e-01 27 1.612720e-01 28 1.285794e-01 29 9.153582e-02 ... 714 4.099762e+00
715 1.869504e+00 716 3.797826e-01 717 7.810684e-07 718 1.461307e-01 719 3.485182e-
01 720 4.599568e-01 721 4.685577e-01 722 4.064605e-01 723 3.077328e-01 724 1.953477e-
01 725 8.984975e-02 726 1.841953e-02 727 1.243783e-03 728 4.091787e-02 729 1.325831e-
01 730 2.667975e-01 731 2.661492e-01 732 3.026444e-01 733 5.158105e-01 734 9.308640e-
01 735 1.403375e+00 736 1.807697e+00 737 1.907120e+00 738 1.562260e+00 739
9.213133e-01 740 3.186904e-01 741 1.706254e-02 742 5.012788e-02 743 2.071619e-01
dtype: float64
```

***NOAA: Bermuda, St. Georges Island***

---

```
0 0.070069 1 0.000873 2 0.034161 3 0.156535 4 0.347240 5 0.989867 6 2.443421 7
5.008448 8 0.867721 9 1.099346 10 1.062927 11 0.604128 12 0.304645 13 0.146199 14
0.060004 15 0.011981 16 0.000680 17 0.018907 18 0.048683 19 0.026498 20 1.100706
21 31.990305 22 8.067358 23 1.608851 24 0.440677 25 0.102899 26 0.004206 27
0.022510 28 0.158143 29 0.468662 ... 1386 2.100564 1387 4.477709 1388 14.781141
1389 1070.202450 1390 3.707767 1391 0.227674 1392 0.002750 1393 0.052432 1394
0.146755 1395 0.230861 1396 0.215038 1397 0.168254 1398 7.127675 1399 5.877507
1400 10.860002 1401 421.915969 1402 7.761431 1403 0.454603 1404 0.010193 1405
0.045725 1406 0.182048 1407 0.365527 1408 0.621033 1409 1.071795 1410 0.199350
1411 1.539341 1412 3.595648 1413 16.866541 1414 25.032076 1415 0.951006 dtype:
float64
```