Instituto Tecnológico de Costa Rica
EL-5805 Procesamiento Digital de Señales
María Alejandra Castrillo Muñoz
Yostin Josue Chavarría Castro
Cristhian Esteban Rojas Fuentes

I Semestre
2019

Tarea 1

Ejercicio 2

Para resolver este problema simplemente se hizo uso de las funciones **plot()** para graficar la función x_1(t) y **stem()** para graficar la secuencia x_2(n), y **subplot()** para visualizar ambas gráficas en una sola figura. Tanto la variable *t* como *n* son declarados como vectores.

Ambas funciones son periódicas y tienen periodo:

$$x_1(t) = e^{cos(\frac{40\pi}{9}t)} \; con \; w_0 = \frac{40\pi}{9} \; \Rightarrow f_0 = \frac{20}{9} \; por \; lo \; que \; el \; periodo \; es: \; T = \frac{9}{20}$$

$$x_2(n) = e^{cos(\frac{40\pi}{9}n)} \; con \; w_0 = \frac{40\pi}{9} - 4\pi \; \Rightarrow f_0 = \frac{2}{9} \; por \; lo \; que \; el \; periodo \; es: \; N = 9$$

La figura 1 muestra el resultado de este ejercicio:

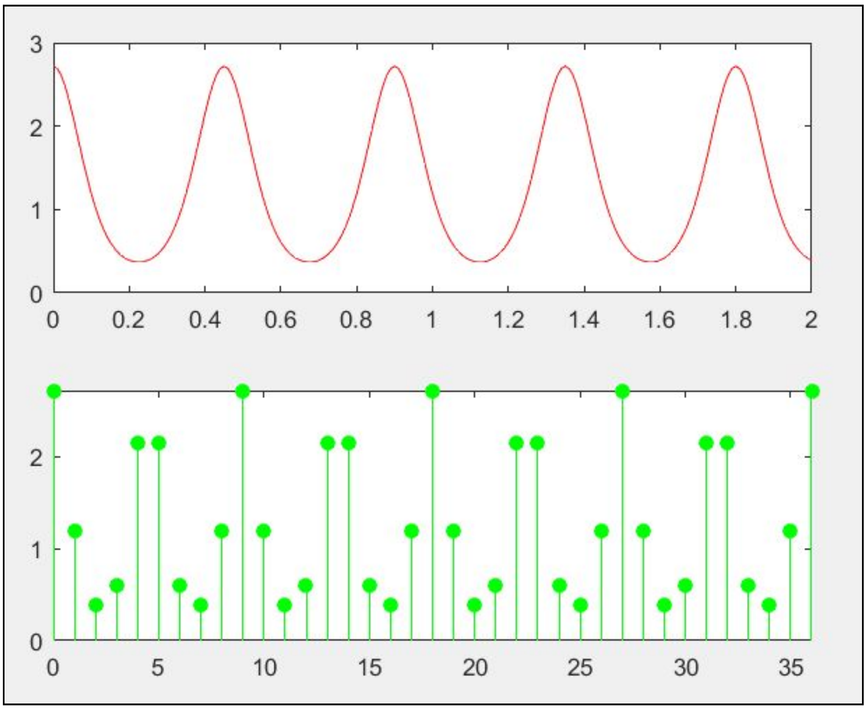


Figura 1. Gráficas: función X_1(t) color roja y función X_2(t) color verde.

De la figura 1 se puede observar que ambas funciones son periódicas, la primera con periodo de T = 9/20 y la segunda con periodo N = 9.

Ejercicio 3

Para resolver este ejercicio, similar al anterior se hizo uso de las funciones **stem()** y **subplot()**, para graficar las funciones tanto bases (X(n)) como compuestas (Y(n)) y visualizar en una figura las funciones $x_1(n)$, $x_2(n)$, $x_3()$ y en otra $y_1(n)$, $y_2(n)$ y $y_3()$.

Analizando cuáles funciones son periódicas y obteniendo el periodo de las que son:

$$x_1(n) = cos(\frac{\pi n}{2}) \ con \ w_0 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow f_0 = \frac{1}{4} \ por \ lo \ que \ el \ periodo \ es: \ N = 4$$

$$x_2(n) = sen(\frac{\pi n}{8}) \ con \ w_0 = \frac{\pi}{8} \Rightarrow f_0 = \frac{1}{16} \ por \ lo \ que \ el \ periodo \ es: \ N = 16$$

$$x_3(n) = cos(\frac{\pi n}{4} + \frac{\pi}{3}) \ con \ w_0 = \frac{\pi}{4} \Rightarrow f_0 = \frac{1}{8} \ por \ lo \ que \ el \ periodo \ es: \ N = 8$$

$$x_4(n) = cos(\frac{2n}{\pi}) \ con \ w_0 = \frac{2}{\pi} \Rightarrow f_0 = \frac{1}{\pi^2} \ por \ lo \ que \ no \ es \ periódica \ N \ es \ irracional$$

Para las funciones compuestas se toma que el periodo está dado por el periódo más grande de la función base. Si alguna función base no es periódica, tampoco lo será la función compuesta.

$$y_1(n) = x_1(n) + x_2(n) \ con \ w_0 = \frac{\pi}{8} \ por \ lo \ que \ el \ periodo \ es: \ N = 16$$

$$y_2(n) = x_1(n) + x_2(n) - x_3(n) \ con \ w_0 = \frac{\pi}{8} \ por \ lo \ que \ el \ periodo \ es: \ N = 16$$

$$y_3(n) = x_1(n) + x_2(n) - x_3(n) + 2x_4(n) \ por \ lo \ que \ no \ es \ periódica.$$

Las figuras 2 y 3 muestran el resultado de este ejercicio:

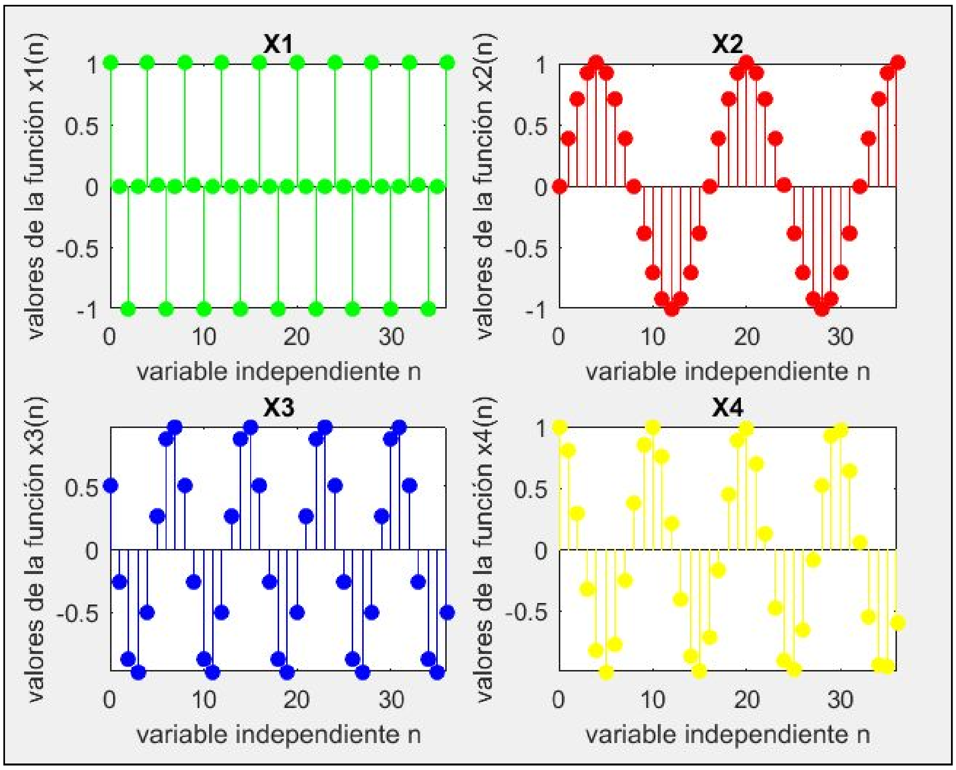


Figura 2. Gráficas de las funciones: $X_1(n)$, $X_2(n)$, $X_3(n)$, $X_4(n)$.

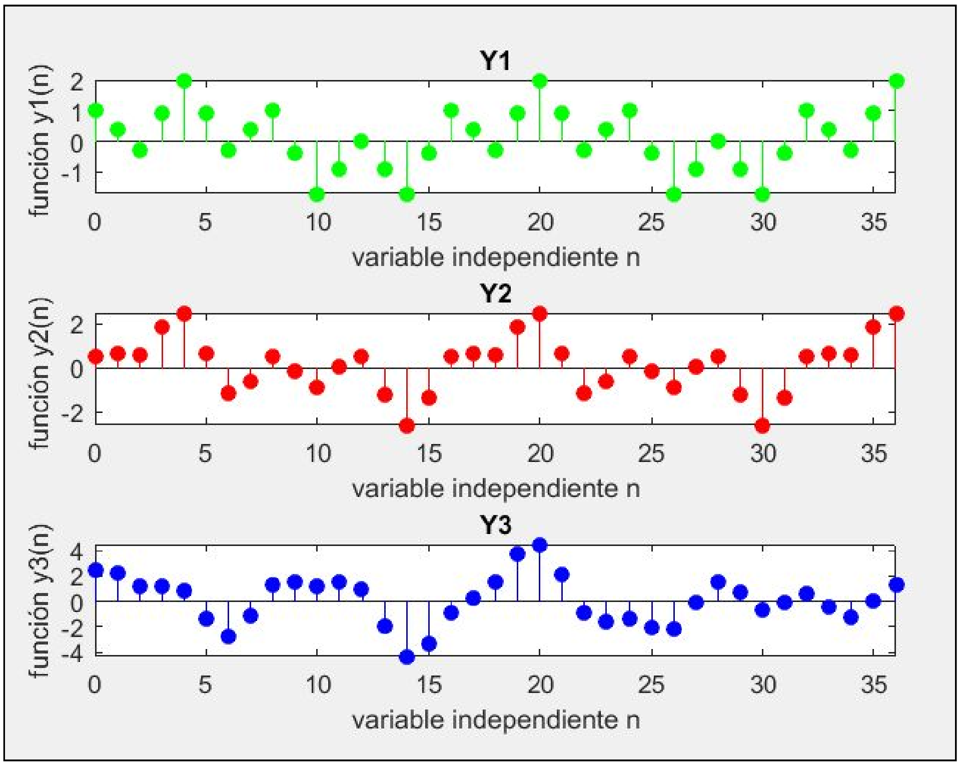


Figura 3. Gráficas de las funciones: $Y_1(n)$, $Y_2(n)$, $Y_3(n)$.

La figura 2 muestra cómo las funciones $X_1(n)$, $X_2(n)$, $X_3(n)$ son periódicas y $X_4(n)$ no es periódica. Luego se muestran gráficas de sumas o restas de funciones, como se observa en la figura 3. De la figura se observa que la unica funcion que no es periódica es $Y_3(n)$, esto debido a que la función $Y_3(n)$ posee una función base que no es periódica como lo es $X_4(n)$.

Ejercicio 4

En este caso se utilizaron las fórmulas vistas en clase para el cálculo de las componentes par e impar de las funciones las cuales corresponden a las siguientes fórmulas:

$x_p(n) = \frac{x(n) + x(-n)}{2}$ para calcular la componente par de una señal.

$x_i(n) = \frac{x(n) - x(-n)}{2}$ para calcular la componente impar de una señal.

Además algorítmicamente se tuvo que recalcular los índices del vector de entrada *n* cuando el cero estaba en cualquier posición que no fuera el centro, el extremo derecho o el extremo izquierdo. Esto con el objetivo de obtener el número de muestras reflejas respecto al cero y luego introducir ceros en el vector de la señal *x* según el número de índices reflejados.

Con estos reacomodos de los vectores fue posible realizar el cálculo correcto de las componentes.

La figura 4 muestra el resultado de la función para una entrada de secuencias con :

x = [1 1 1 0 -1 -1 2]

n = [-1 0 1 2 3 4 5]

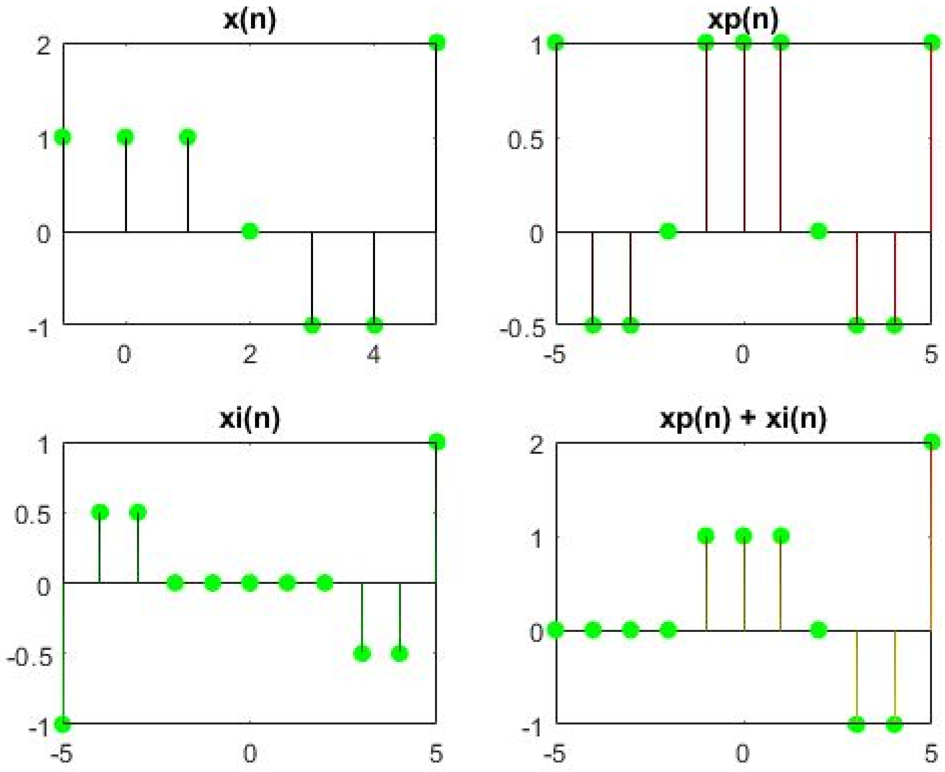
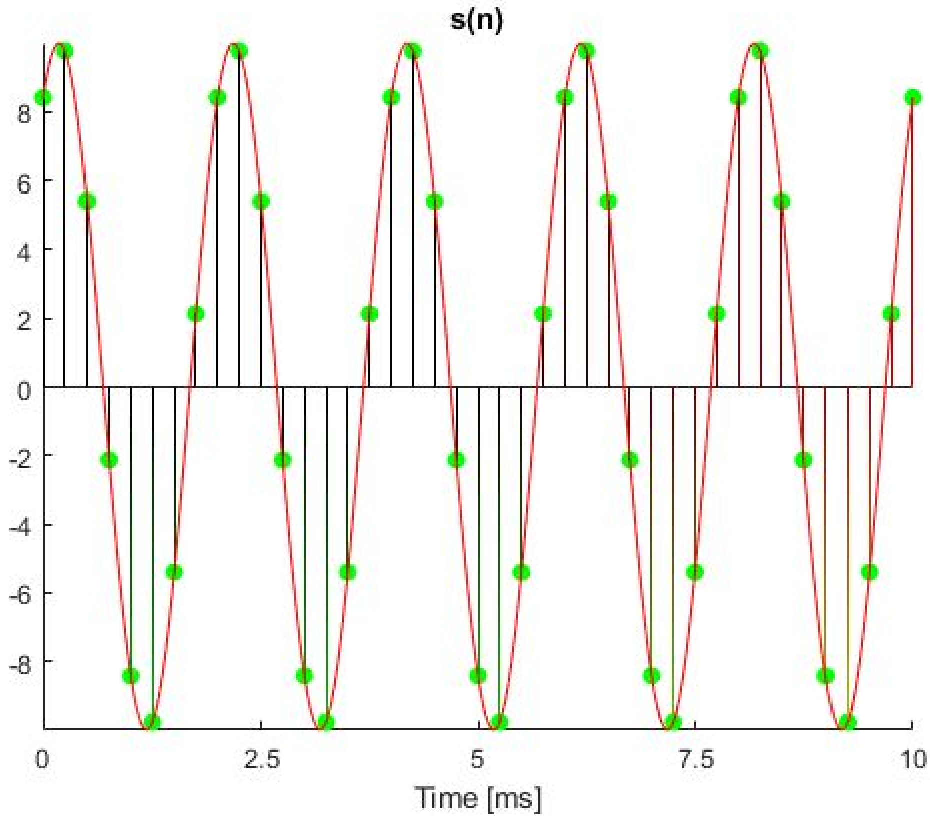


Figura 4. Gráficas de las funciones: X(n) función original, Xp(n) parte par de la función original, Xi(n) parte impar de la función original, y la suma de la parte par e impar.

Ejercicio 5

En este caso se programa la función dada por la especificación del ejercicio, el cual recibe por parámetro seis argumentos los cuales son amplitud de la señal, la frecuencia de la señal, la frecuencia de muestreo, la fase y el intervalo de tiempo $[t_i, t_f]$.

Para mostrar la función en variable discreta primero se realiza el cálculo de la cantidad de muestras en el intervalo de tiempo dado, para esto se calcula la cantidad de periodos en este intervalo de tiempo y la cantidad de muestras por periodo con las frecuencias. Con estos datos se calcula el valor de la señal en cada muestra. Una vez obtenidas las muestras se calcula la señal en tiempo continuo y se muestran en la misma gráfica.



Ejercicio 6

Para resolver este problema se hace uso de las funciones **reshape()** para reformular un vector que contiene los tonos con una matriz o vector que contiene todos los armónicos generados a la frecuencia introducida, esto da como resultado la señal de audio, la cual se pasa por parámetro a la función **soundsc()** para ser reproducida por la computadora, además el segundo parámetro de esta función es la frecuencia de muestreo de dicha señal.

Se hace uso de un bucle for para calcular las frecuencias armónicas y se almacenan en un vector. Se conoce que la frecuencia de muestreo para una señal de audio es de 44100 Hz y dada una frecuencia de entrada, la cantidad de armónicos para esa señal viene dada por:

$$\textit{cantidad de armónicos} = \frac{\textit{Frecuencia de audio}}{\textit{frecuencia de entrada}} = \frac{22000}{f_0}$$

Pruebas

En la carpeta del proyecto se incluye un archivo llamado tests.m el cual ejecuta pruebas de cada uno de los ejercicios, para el ejercicio 6 se debe introducir el valor de la frecuencia.