

Procesado de Señal:  
PRÁCTICA 4

# Transformada Discreta de Fourier

Ángel Fernández Arroyo

Rafael Martín San Martín

Angel.Fernandez17@alu.uclm.es

Rafael.Martin3@alu.uclm.es



# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
<b>2. Programación de la transformada discreta de Fourier</b>	<b>3</b>
2.1. Tamaño de la ventana	3
2.1.1. Implementación función de Matlab DFT	3
2.1.2. Generar señal en vector con el contenido armónico	3
2.1.3. ¿A qué se debe que no se correspondan con los valores de amplitud reales?	4
2.1.4. Realizar cambios necesarios.	4
<b>3. Experimentación con el DSC</b>	<b>4</b>
3.1. Genera en Simulink una señal que tenga el contenido armónico	4
3.2. Aplica a la señal creada el algoritmo DFT que has programado anteriormente.	5
3.3. Añade una nueva componente de frecuencia 75 Hz y amplitud 0,3.	5
3.3.1. ¿Qué resultados has obtenido?	6
3.3.2. ¿Concuerdan con lo esperado?	6
3.3.3. ¿Por qué sucede esto?	6
3.4. Cambios necesarios	6

## Índice de figuras

1. Señal obtenida en Matlab con las componentes requeridas.	4
2. Señal obtenida del DSC	5
3. Diagrama de bloques	5
4. Diagrama de bloques	6
5. Diagrama de bloques	7
6. Señal obtenida del DSC con componente 75 Hz.	7

## 1. Introducción

El propósito de esta práctica es aprender a programar un algoritmo que calcule la transformada discreta de Fourier (DFT, Discrete Fourier Transform). Para ello, generaremos una señal que contenga varias componentes armónicas y examinaremos el espectro de frecuencias obtenido. La práctica se divide en dos partes: la programación de la transformada de Fourier mediante un script de MATLAB y la experimentación con el DSC TMS320F28335 de Texas Instruments.

## 2. Programación de la transformada discreta de Fourier

En este primer apartado se va a utilizar la DFT, y puesto que sabemos la frecuencia del armónico fundamental (50 Hz), podemos ajustar el tamaño de la muestra para conseguir una mayor precisión en la estimación de las amplitudes.

### 2.1. Tamaño de la ventana

En este apartado se va a realizar el cálculo del tamaño de la ventana que se necesita para obtener un paso de 50 Hz en el espectro de frecuencias para una frecuencia de muestreo de 5 kHz.

Para obtener el tamaño de la ventana de para una frecuencia de muestreo de 5 KHz en la que se necesita tener un paso de 50 Hz, sólo debemos dividir la frecuencia de muestreo entre la frecuencia de paso para obtener el número de pasos que tiene la ventana (véase expresión 1)

$$n = \frac{f_s}{f_{paso}} = 100 \quad (1)$$

Por lo que se elegirán 100 muestras para el cálculo de la DFT.

#### 2.1.1. Implementación función de Matlab DFT

A continuación se adjunta el código para el cálculo de la dft:

```
1 function X = my_dft(x)
2
3 N = length(x);
4
5 X = zeros(1,N);
6 n = 0:N-1;
7 for k=0:N-1
8     X(k+1) = sum(x.*exp(-1j*2*pi*n*k/N));
9 end
10
11 X = 2*X/N;
12 end
```

#### 2.1.2. Generar señal en vector con el contenido armónico

A continuación se adjunta el código que genera dicho contenido armónico:

```
1 % Lambda defines
2 senoide = @(t, f, phi) sin(2*pi*f*t + phi);
3 muestreo_f = @(func, t) struct('x', func(t), 't', t);
4 muestreo = @(func, t0, tf, Fs) muestreo_f(func, t0:(1/Fs):tf);
5
6 xa = @(t) 1 * senoide(t, 50, 0) + ...
7         0.5 * senoide(t, 150, 0) + ...
8         0.3 * senoide(t, 250, 0) + ...
```

```

9         0.25 * senoide(t, 350, 0) + ...
10        0.15 * senoide(t, 450, 0);
11
12 x = muestreo(xa, 0, 100/5000, 5000);
13 x = x.x(1:end-1);

```

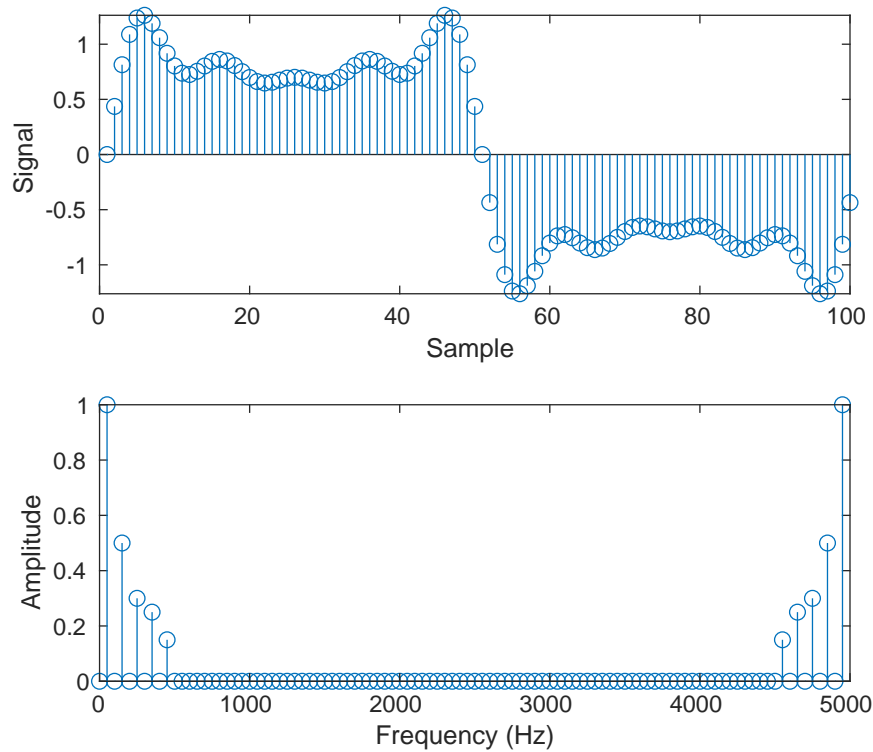


Figura 1: Señal obtenida en Matlab con las componentes requeridas.

### 2.1.3. ¿A qué se debe que no se correspondan con los valores de amplitud reales?

Es debido a que el sumatorio depende directamente del número de muestras de la ventana. Para solucionarlo hay que multiplicar por un factor  $(2/N)$ , siendo  $N$  el número de muestras de la ventana.

### 2.1.4. Realizar cambios necesarios.

Para solucionarlo, tal y como se ha explicado en el punto anterior, se debe multiplicar por el factor  $(2/N)$ .

Como ya se había corregido este problema anteriormente, no ha sido necesario realizar ninguna modificación al código.

## 3. Experimentación con el DSC

### 3.1. Genera en Simulink una señal que tenga el contenido armónico

Tras la implementación en Simulink se ha obtenido la señal contenida en la Figura 2.

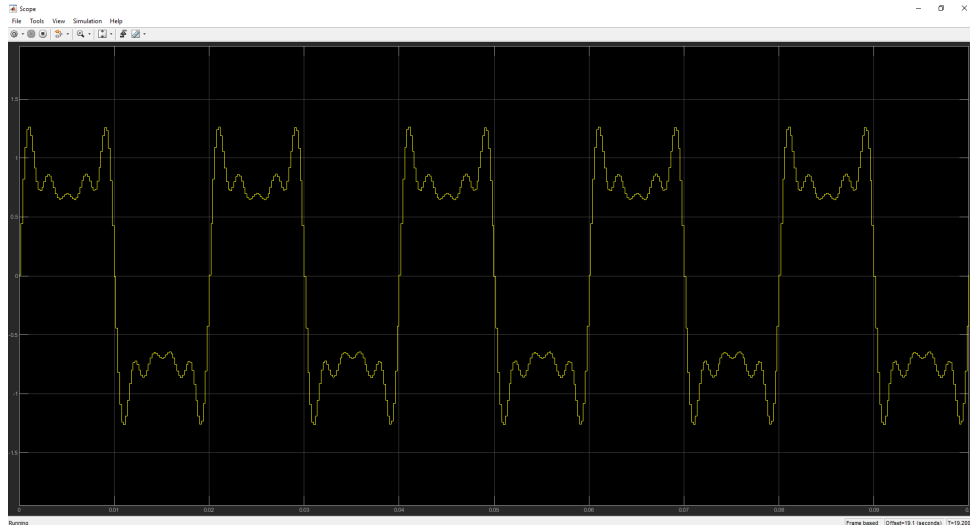


Figura 2: Señal obtenida del DSC

Se puede comprobar que coincide con la señal calculada en Matlab.

### 3.2. Aplica a la señal creada el algoritmo DFT que has programado anteriormente.

A continuación, se adjunta captura del diagrama de Simulink en la Figura 3. Se puede comprobar que el contenido armónico es el correcto y coincide con los valores esperados.

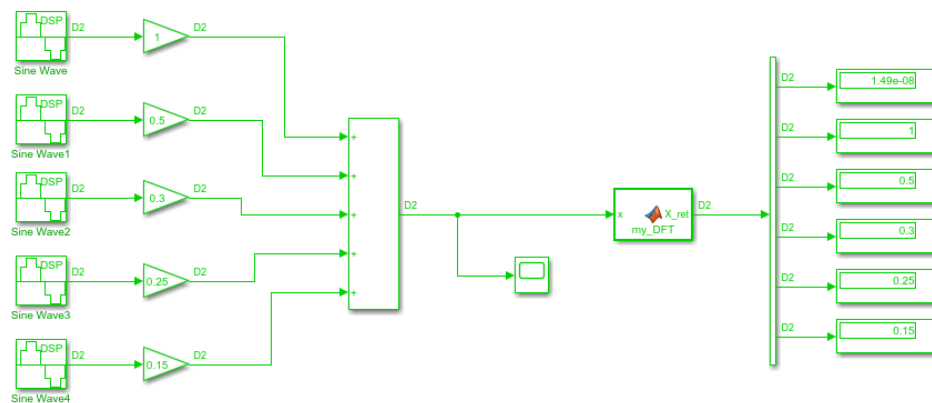


Figura 3: Diagrama de bloques

También se observa que en la componente continua aparece un valor cercano a cero. Esto es principalmente por errores de redondeo, seguramente si la señal se está representando en alguna patilla del DSC, por el DAC y el ADC

### 3.3. Añade una nueva componente de frecuencia 75 Hz y amplitud 0,3.

A continuación se adjunta la captura del diagrama con esta nueva componente.

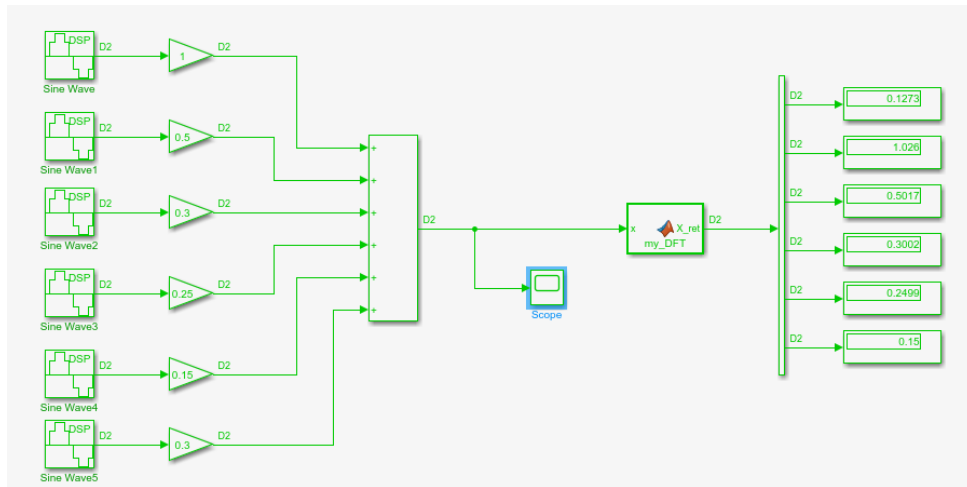


Figura 4: Diagrama de bloques

### 3.3.1. ¿Qué resultados has obtenido?

En la Figura 4 se adjuntan la respuesta y se puede comprobar que no coinciden con los valores esperados.

### 3.3.2. ¿Concuerdan con lo esperado?

No, ya que no coincide la componente a 75 Hz a ninguna frecuencia de la dft. Esto produce que se intente aproximar por la suma del resto de componentes que si están en la dft, a esto se le conoce como manchado espectral.

### 3.3.3. ¿Por qué sucede esto?

Como se ha indicado en el apartado anterior, es causado por el manchado espectral. Por lo que intenta representar la frecuencia de 75 Hz como composición de las frecuencias que forman parte del paso en la dft (0, 50, 100, ...). Que anteriormente se había calculado con paso de 50 Hz (tamaño de ventana de 100 muestras, con frecuencia de muestreo a 5 kHz).

## 3.4. Cambios necesarios

Para solucionarlo hay que encontrar el paso de frecuencia que lea los diferentes armónicos de la señal para reducir o eliminar el efecto del manchado espectral. En este caso el tamaño de ventana deberá ser de 200 muestras para obtener el paso en frecuencia de 25Hz, máximo común divisor de 50, 75, 150, 250, 350, 450). Para ello se debe coger un tamaño de ventana de 200 muestras, el cálculo es el mismo que se comentó al principio.

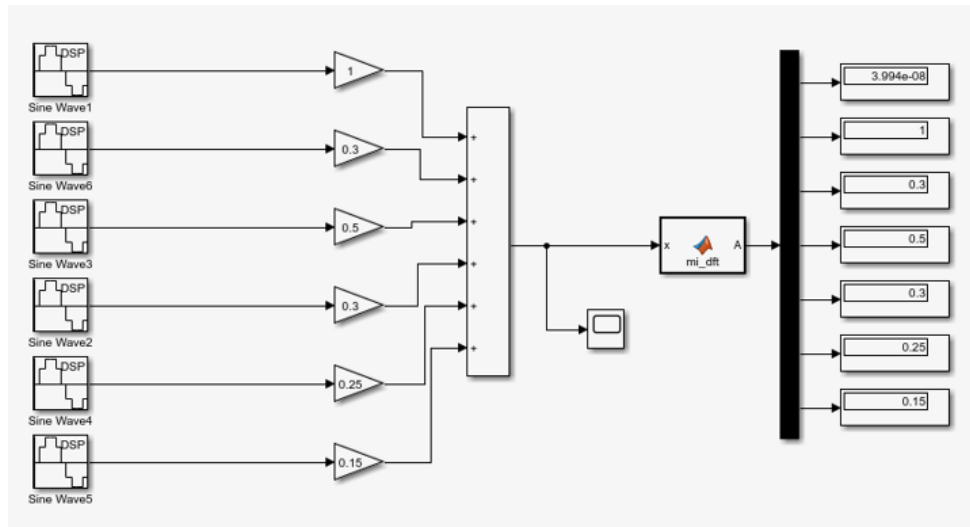


Figura 5: Diagrama de bloques

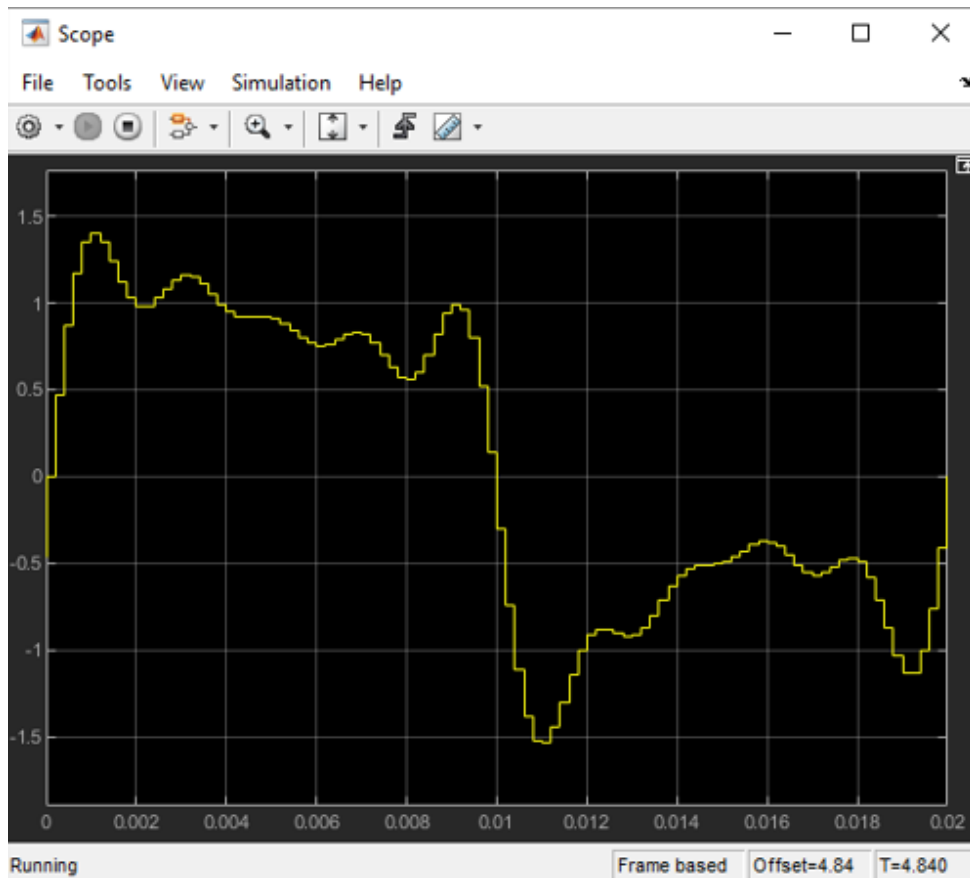


Figura 6: Señal obtenida del DSC con componente 75 Hz.

Tal y como se puede observar en la figura 5 las amplitudes de los diferentes armónicos son correctas, aunque se varíe el dato de amplitud de la frecuencia de 75 Hz.