

**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA – UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN**

Informe de Laboratorio N°4

Transformada de Fourier en tiempo discreto - Propiedades

**Asignatura:** Procesamiento Digital de Señales

**Ingeniería Electrónica**

***Autor:***

*Avila, Juan Agustin – Registro 26076*

**1º Semestre**

**Año 2020**

# Introducción.

## La DTFT y sus propiedades

La DTFT es el dual de la serie de Fourier (Transformada de Fourier continua para señales periódicas) en casi todos los aspectos. Las ecuaciones que gobiernan esta transformada son las siguientes:

• 𝑋(𝐹)=Σ𝑥[𝑛]𝑒−𝑗2𝜋𝑛𝐹∞𝑛=−∞

• 𝑥[𝑛]=∫𝑋(𝐹)𝑒𝑗2𝜋𝑛𝐹𝑑𝐹12⁄−12⁄

La primera de ellas es la ecuación que define la DTFT propiamente. La segunda ecuación nos permite recuperar la señal discreta a partir del espectro principal comprendido entre -0.5≤F≤0.5.

La rutina **freqz** puede ser usada para encontrar y graficar la magnitud y fase de la DTFT. La sintaxis es:

>> h = freqz(n, d, W)

donde:

**n:** numerador de la función de transferencia *H(F)* en potencias descendentes de . *Fje*π2

**d:** denominador de la función de transferencia *H(F)* en potencias descendentes de . *Fje*π2

**W:** es un arreglo de frecuencias en radianes en el cual la DTFT es evaluada.

La magnitud y fase en radianes son obtenidas mediante **abs(h)** y **angle(h)**. La rutina **angle** restringe la fase al rango –Ꞷ a Ꞷ. Esto provoca que en la fase saltos de 2π sí la fase verdadera supera este rango. El comando **unwrap** devuelve la fase al estado original.

Cuando la frecuencia de muestreo es un valor conocido, otra manera de emplear la rutina **freqz** puede ser la siguiente:

>> h = freqz(n, d, f, S)

En este caso **f** será un arreglo de frecuencias analógicas sobre el que se desea evaluar la DTFT, y **S** será el valor de la frecuencia de muestreo. Si se desea representar gráficamente la respuesta en frecuencia tanto del módulo como de la fase, pueden emplearse los siguientes comandos:

>> plot(f,abs(h)); % Módulo en función de la frecuencia. Si se reemplaza f por f/S se graficará en función de la frecuencia digital F

>> plot(f,angle(h)); % Fase en función de la frecuencia.

Debido a que el comando **freqz** está pensado para trabajar con arreglos del tipo “función de transferencia”, es decir con numerador y denominador, se debe hacer una adecuación para aplicarlo a vectores.

La variable “**n**” contendrá los coeficientes del vector “**x**” a transformar, mientras que la variable “**d**” será un vector que indicará qué elemento de “**n**” corresponde para el instante cero (0).

Si el primer elemento de “**n**” corresponde al instante cero (es decir que “**x**” es un vector causal), el valor de “**d**” será simplemente “1”.

En el caso de que “x” sea un vector “no causal”, “d” será un arreglo de igual longitud que “x” conteniendo un “1” en la posición correspondiente al instante cero, y completando el resto con ceros.

# Actividades.

## Representacion grafica de la DTFT

Empleando el comando freqz, encuentre la DTFT de las siguientes señales sobre 0<F<1 a 500 intervalos. Evalue X(F) para F=0, F=0.25 y F=0.5.

1. x[n] = {1,2,3,2,1}
2. x[n] = {1,2,2,1}
3. x[n] = {-1,2,0,-2,1}
4. x[n] = {-1,-2,2,1}

## Fase y la propiedad de desplazamiento en el tiempo

Sea x[n]={1,6,6,6,2,4,4,4,1}, -4<n<4.

Obtener la DTFT de x[n] e y[n]=x[n-D]. siendo D= valor necesario y suficiente para que y[n] sea no causal, sobre 0<F<1 a 200 intervalos y graficar el resultado.

>>n=-3:3; x=[3 3 3 3 2 2 2];

>>F=(0:199)/200;

>>W=2\*pi\*F;

>>X=freqz(x,[zeros(1,3) 1 zeros(1,3)], W);

>>Y=freqz(x,[1 zeros(1,6)], W);

>>figure (1);

>>subplot(211),plot(F,abs(X));subplot(212),plot(F,abs(Y));

>>figure (2);

>>subplot(221),plot(F,180\*angle(X)/pi);subplot(222),plot(F,180\*angle(Y)/pi);

>>subplot(223),plot(F,180\*unwrap(angle(X))/pi);

>>phi=unwrap(angle(Y)-angle(X));subplot(224),plot(F,phi);

Poner grillas y títulos a cada uno de los graficos y responder lo siguiente:

### Según la teoría |X(F)| e |Y(F)|, deben ser idénticas? Las graficas obtenidas concuerdan con la teoría? Explicar.

### Según la teoría X(F) e Y(F) deben ser idénticas? Las graficas obtenidas concuerdan con la teoría? explicar.

### En el subplot(223) son removidos todos los saltos de fase? Cuales? Explicar

### Es la fase DTFT de X(F) lineal? El resultado concuerda con la teoría? Explicar

### ¿Es la diferencia de fase (FORMULA) lineal?¿Es este el resultado teóricamente correcto? Explicar

### Use los datos del subplot(224) para encontrar el retardo D. Sus resultados ¿Validan la propiedad del desplazamiento?

## Periodicidad, convolucion y multiplicación

Sea x[n]=tri((n-4)/4), 0<n<8. Obtener la DTFT de x[n], g[n]=x[n]\*x[n] y h[n]=x^2[n] sobre -2< F < 1.99 a intervalos de 0.01 y graficar los resultados, usar el siguiente código:

>>n=0:8;

>>x=tri((n-4)/4);

>>F=-2:0.01:1.99;W=2\*pi\*F;

>>X=freqz(x, [1 zeros(1,8)], W);

>>G=freqz(conv(x,x), [1 zeros(1,16)],W);

>>H=freqz(x.\*x,[1 zeros(1,8)], W);

>>subplot(221), plot(F,abs(X));subplot(222), plot(F,abs(X).^2,F,abs(G),':')

>>Yp=convp(X,X)/length(X);

>>subplot(223), plot(F,abs(Yp),F,abs(H),':')

Poner grillas y títulos a cada uno de los graficos y responder lo siguiente:

### ¿Es |X(F)| periódica?¿Con que periodo?

### ¿Son |X(F)|^2 y |G(F)| idénticas? Explicar este resultado

### ¿Son |Y\_p(F)|^2 y |H(F)| idénticas? Explicar este resultado