PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES

GUÍA DE TRABAJOS PRÁCTICOS Nº 2
Transformada Discreta de Fourier. Filtros de Fase Cero

1. Implemente una rutina que calcule la Transformada de Fourier Discreta (DFT) de una secuencia. Puede utilizar funciones predefinidas del MatLab. El parámetro de entrada debe ser la secuencia de datos y los parámetros de salida la Transformada. Esta rutina debe graficar Módulo y fase de la transformada o bien Parte real e Imaginaria de la misma:

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] e^{-j\frac{2\cdot\pi\cdot n\cdot k}{N}}, \quad \text{con } k = 0,1,2\cdots, N-1$$

$$x[n] = \frac{1}{N}\sum_{k=0}^{N-1} X[k] e^{j\frac{2\cdot\pi\cdot n\cdot k}{N}}, \quad \text{con } n = 0,1,2\cdots, N-1$$

Recuerde que la fracción 1/N puede estar en cualquiera de las dos transformadas, difiriendo cada una de ellas del autor.

2. Determine y grafique las parte real e imaginaria y el espectro de magnitud y fase la Transformada de Fourier de una secuencia (TFS) para diferentes valores de r y ϕ.

$$G(e^{j\omega}) = \frac{1}{1-2r(\cos\phi)e^{-j\omega} + r^2 e^{-2j\omega}}, \text{ con } \quad 0 < r < 1$$

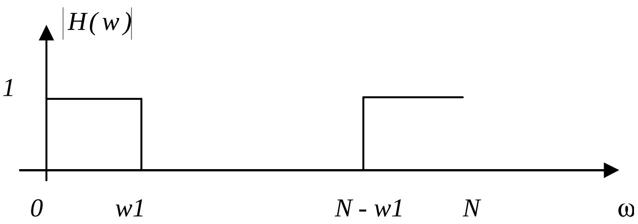
3. Determine y grafique las parte real e imaginaria y el espectro de magnitud y fase las siguientes Transformadas de Fourier:

a) $$X(e^{j\omega}) = \frac{0.0761(1-0.7631e^{-j2\omega} + e^{-j4\omega})}{1+1.355e^{-j2\omega} + 0.6196e^{-j4\omega}}$$

b) $$X(e^{j\omega}) = \frac{0.0518 - 0.1553e^{-j\omega} + 0.1553e^{-j2\omega} + 0.0518e^{-j3\omega}}{1+1.2828e^{-j\omega} + 1.0388e^{-j2\omega} + 0.3418e^{-j3\omega}}$$

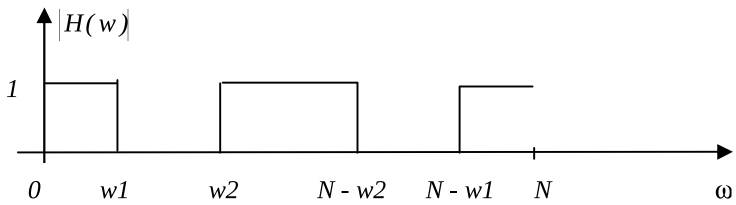
4. Implementar en forma digital y visualizar los resultados de las señales filtradas con los siguientes filtros de fase cero:

- ***Filtro Pasa Bajos de Fase Cero***

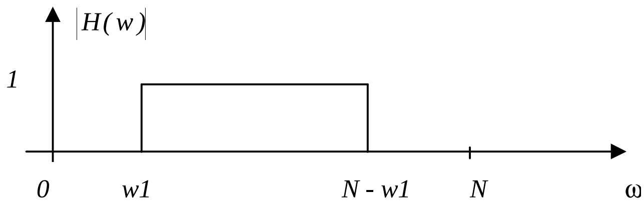


MSc. Ing. Franco Martín Pessana
fpessana@favaloro.edu.ar

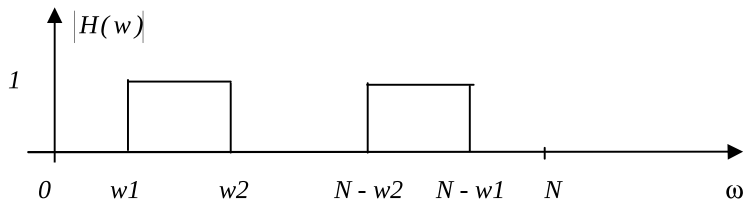
- ***Filtro Elimina Banda de Fase Cero***



- ***Filtro Pasa Altos de Orden Cero***



- ***Filtro Pasa Banda de Orden Cero***



5. ***Filtrado por Nivel***

El caso de Filtrado por nivel es un tipo de filtro especial que no tiene una determinada respuesta en frecuencia $H(\omega)$ sino que deja pasar o no componentes de frecuencia de la señal si están por encima de un determinado nivel ***L***. Las componentes de frecuencia de la señal (entiéndase espectro de amplitud de la señal) que no superen este nivel de umbral serán llevadas a cero. El espectro resultante se antitransforma y se obtiene la señal filtrada. También puede pensarse el nivel *L* como un cierto porcentaje del contenido de energía de la señal a filtrar, en cuyo caso, este nivel discriminaría energía de la señal y no solo su amplitud. Implemente un filtro por nivel que permita realizar alguna de estas dos opciones en la señal a ser filtrada.

<u>SUBMUESTREO</u>. Considerando la señal analógica $x_a(t) = e^{-at}u(t)$, y utilizando un valor de *a*, un T_S y una cantidad de muestras *N*, de manera tal que la señal digitalizada pueda ser considerada de *Banda Limitada*, se pide:

6. Observe la composición espectral de la señal digitalizada $x[n] \equiv x(nT_S)$, utilizando el comando MatLab ***fft***, que realiza la Transformada Discreta de Fourier de una señal discreta. Recuerde que la Transformada tiene parte real e imaginaria, por lo que deberá calcular el módulo de la misma con el comando ***abs***, para luego realizar el graficado de la misma, con los comandos **plot** o **stem**.

7. Genere ahora una nueva señal discreta $y[n] = x[nM]$, con $M = 2;\ M = 4\ \ y\ \ M = 10$. es decir, como el bloque submuestreador visto en la teoría. Investigue se existe una función MatLab que realice esta operación, sin necesidad de generar su propio código. Luego, observe el espectro de Fourier (al igual que en el inciso anterior) obtenido para cada uno de estos submuestreos.

8. Considerando la secuencia original $x[n] \equiv x(nT_S)$, filtre la misma mediante un filtro Pasa Bajos de Fase cero con un Angulo de Corte de $\omega_C = \frac{\pi}{M}$, con los valores de M del inciso anterior. Observe los 3 resultados obtenidos. A esta señal filtrada denomínela $m[n]$.

9. Para cada una de las señales $v[n]$ filtradas del inciso anterior, nuevamente realice un submuestreo de las mismas al igual que en el inciso **2**, es decir $y_S[n] = v[nM]$, con $M = 2;\ M = 4\ \ y\ \ M = 10$. Para cada una de estas secuencias filtradas y submuestreadas, obtenga su espectro de Fourier y compare estos resultados con los obtenidos en el inciso **1**. ¿Qué puede concluir al respecto?

<u>SOBREMUESTREO</u>. Considerando la señal analógica $x_a(t) = e^{-at}u(t)$, y utilizando un valor de *a*, un T_S y una cantidad de muestras *N*, de manera tal que la señal digitalizada pueda ser considerada de *Banda Limitada*, se pide:

10. Genere la siguiente señal discreta: $v[n] = \begin{cases} x[n/L], & n = kL \\ 0 & ,\forall \text{ otro } n \end{cases}$, para valores de $L = 2;\ L = 4\ \ y\ \ L = 10$, es decir, como el bloque sobremuetreador visto en la teoría. Investigue se existe una función MatLab que realice esta operación, sin necesidad de generar su propio código. Luego, observe el espectro de Fourier obtenido para cada uno de estos sobremuestreos. ¿Qué observa respecto al espectro del inciso **6**?

11. Considerando la secuencia del inciso anterior $v[n]$, filtre la misma mediante un filtro Pasa Bajos de Fase cero con un Angulo de Corte ω_C que debe determinar Ud. en base a los dictado en la teoría, teniendo en cuenta que deben ser cumplidas las longitudes *L* de las respuesta al impulso de los filtros. Observe los 3 resultados obtenidos. ¿Se ha conseguido la interpolación de la señal original a cada uno de los puntos *L* seleccionados?