

# IEE239 - Procesamiento de Señales e Imágenes Digitales

## Laboratorio 2 - Aplicación

### Segundo Semestre 2017

Lunes, 24 de marzo del 2017

#### Horario 07M1

- Duración: 1 hora.
- Está terminantemente prohibido el uso de material adicional.
- La evaluación es **estrictamente** personal.
- Está terminantemente prohibido copiar código externo (ejemplos de clase, material en línea, etc.)

1. (5.0 puntos) La ecografía es un tipo de imagen que se genera utilizando un transductor que consiste en un arreglo de piezoeléctricos capaces de emitir y recepcionar ondas mecánicas. La onda de ultrasonido es emitida hacia el interior del cuerpo y al chocar con los órganos, rebotan en forma de eco. A esta señal emitida se le llama señal de RF. En los ecógrafos de investigación, es posible extraer esta data RF y descomponerla utilizando modulación en fase y cuadratura (IQ demodulation). Este proceso se puede observar en la Figura 1. De forma, similar, una vez que se tienen los componentes de fase y cuadratura es posible realizar la construcción de la data analizada. Este proceso de reconstrucción se puede observar en la Figura 2. Dado esto, en intranet se encuentra el archivo *RF.mat* el cual contiene las variables *Data2*, que contiene la información de los ecos en un tejido, y *Properties2* la cual contiene información sobre la adquisición de la señal RF.

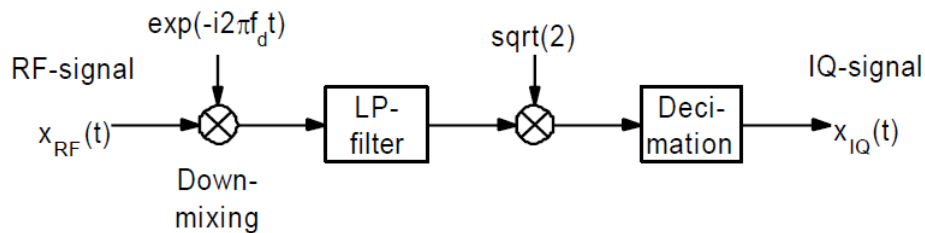


Figura 1: Demodulación IQ.

- a) (1 puntos) Leer la señal signal.mat con el comando **load** y declarar las siguientes variables:  
Fe=Properties2.txf % Frecuencia de emisión Fs=Properties2.sf % Frecuencia de muestreo  
LineLength=Properties2.h % Tamaño de RF numOfLine=Properties2.w % Número de líneas escaneadas  
c=1540 % Velocidad del sonido D= % Profundidad de la ventana [metros] T= % Tiempo de cada ventana [segundos]  
Y siguiendo el modelo de demodulación, hallar la entrada del filtro pasabajos. Recordar que  $e^{j\omega t} = \cos(\omega t) + j \sin(\omega t)$ . Nota: Utilizar dos variables: I y Q para operar con sin y cos respectivamente.

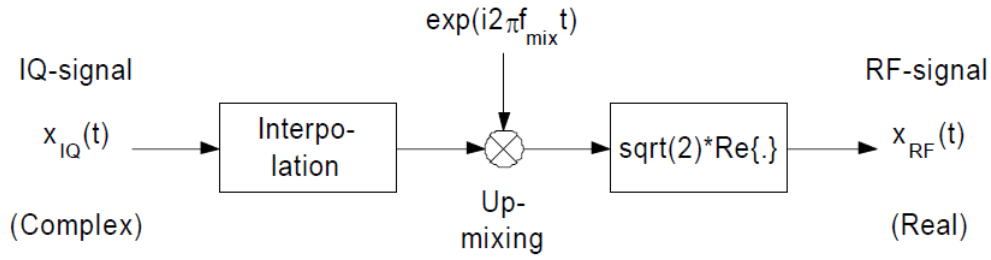


Figura 2: Reconstrucción de una señal RF de una señal IQ.

- b) (0.5 puntos) Utilizar el comando *fir1* con un orden igual a 2 y una frecuencia de corte que sea al menos el 20 % mayor a la mitad de la frecuencia de emisión. Graficar el filtro utilizando el comando *freqz*.
- c) (0.5 puntos) Aplicar el filtro a las señales I y Q. Utilizar el comando *filtfilt* que recibe como parámetros de entrada el filtro y la matriz.
- d) (0.75 puntos) Decimar las señales filtradas con un factor de 5 y formar las señales en fase y cuadratura
- e) (0.5 puntos) Al obtener la señal en fase y cuadratura, es posible reconstruir la señal haciendo uso del esquema mostrado en la Figura 2. Por ello se le pide hallar la salida de dicho sistema.
- f) (0.25 puntos) Una herramienta que permite ver la imagen ecográfica de una señal RF es la transformada de Hilbert, cuya expresión analítica viene dada por la siguiente ecuación:

$$H(e^{j\omega}) = \begin{cases} +j, & si \omega < 0 \\ -j, & si \omega > 0 \end{cases}$$

Dada esa expresión, se le pide que almacene en una matriz, todas las columnas de la salida del sistema haciendo uso del comando *hilbert* en escala de dB y normalizado.

- g) (0.5 puntos) Hallar la transformada de hilbert de forma similar para la variable *Data2(:,1)*. Con el comando *subplot*, graficar en una ventana la columna 128 de la señal *Data2(:,1)* y en la otra graficar la columna 128 del inciso anterior. Brindar sus comentarios con respecto a la reconstrucción de la señal de forma justificada.