

# IEE239 - Procesamiento de Señales e Imágenes Digitales

## Laboratorio 01 - Aplicación

### Segundo Semestre 2016

Martes, 13 de Setiembre del 2016

#### Horario 07M2

- 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 puntos) El filtro notch es un filtro rechaza banda con un ancho de banda muy estrecho. Este tipo de filtro se aplica a las señales de electrocardiograma (ECG) que son corrompidas durante la etapa de adquisición debido a la interferencia inducida por la señal de 60 Hz de la línea eléctrica. Se pide:

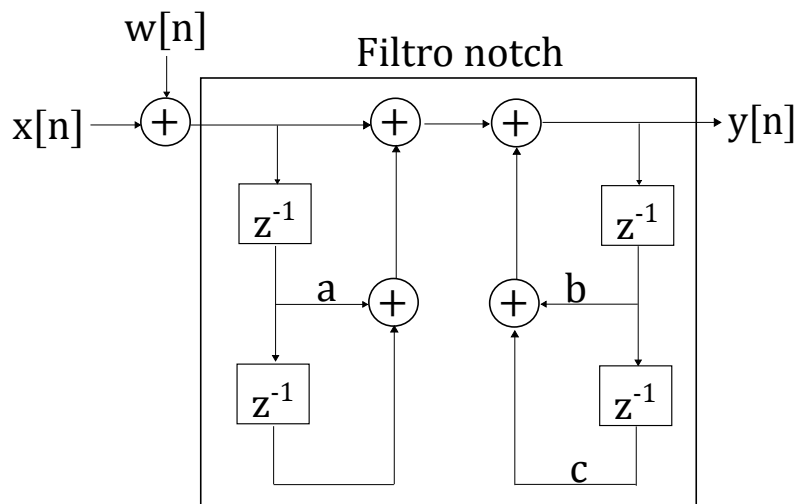


Figura 1: Diagrama de bloques del sistema

- a. La señal discreta  $x[n]$  muestreada con frecuencia de muestreo  $F_s$  puede ser simulada en tiempo continuo utilizando la función **plot(t,x)**. Construir el vector  $t$  como  $t = 0 : T_s : (N - 1)T_s$ , donde  $T_s = 1/F_s$  es el periodo de muestreo y  $N = 2000$  es el número de muestras de la señal  $x[n]$ . Describir gráficamente la señal sin interferencia  $x[n]$  (las variables  $x[n]$  y  $F_s$  (en Hz) se encuentran en el archivo **ecgdata.mat**<sup>1</sup>).

<sup>1</sup>Archivo incluido en la carpeta '/laboratorio/lab01/07m2/'

Graficar el espectro de magnitud de la señal sin interferencia utilizando la función **freespecnorm()**<sup>2</sup>.

- b. Simular la señal obtenida en la etapa de adquisición con interferencia inducida  $\tilde{x}[n] = x[n] + w[n]$ , donde  $w[n] = 0,1 \cos(2\pi f n T_s)$  y  $f = 60$  Hz. Simular gráficamente la señal  $\tilde{x}[n]$  en tiempo continuo utilizando la función **plot()** y la variable  $t$  de la parte (a). Graficar el espectro de magnitud de la señal con interferencia utilizando la función **freespecnorm()**. Calcular el valor exacto de la frecuencia normalizada correspondiente a la señal inducida por la línea eléctrica y verificar si corresponde con el valor del pico que aparece en la gráfica del espectro de magnitud.
- c. El diagrama de bloques de la Figura 1 corresponde a un sistema **LTI causal** de un filtro notch, donde  $a = -1,4579$ ,  $b = -1,3850$ , y  $c = 0,9025$ . Determinar analíticamente la ecuación de diferencias y la función de transferencia  $H(z)$ . Representar gráficamente los ceros y polos usando la función **zplane()** y determinar si se trata de un sistema BIBO estable. Graficar el espectro de magnitud del sistema utilizando la función **freqz()**.
- d. Determinar la señal de salida  $y[n]$  luego de aplicar el filtro notch  $H(z)$  a la señal obtenida en la etapa de adquisición  $y[n]$ . Usar la función **filter()**. Simular gráficamente la señal  $y[n]$  en tiempo continuo utilizando la función **plot()** y la variable  $t$  de la parte (a). Graficar el espectro de magnitud utilizando la función **freespecnorm()**. De los gráficos obtenidos, describir en tiempo y en frecuencia si el filtro notch propuesto reduce la señal de interferencia  $w[n]$  procedente de la etapa de adquisición.

---

<sup>2</sup>La rutina **freespecnorm()** está almacenada en la carpeta **/laboratorio/lab01/07m2/**