

IEE239 - PROCESAMIENTO DE SEÑALES E IMÁGENES DIGITALES

LABORATORIO 02 - APLICACIÓN

MARTES, 18 DE ABRIL DEL 2017

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.).

La señal electromiográfica (EMG), es la suma de la actividad eléctrica generada por un músculo producto de un estímulo del sistema nervioso o una fuente externa. Esta contiene información relacionada a los patrones de contracción así como a las fuerzas musculares. Es por ello que esta señal es muy utilizada en interfases hombre máquina en las cuales se quiere interpretar la intención de movimiento o la fuerza de contracción de un músculo. Uno de los dispositivos que utiliza esta señal, son las prótesis mioeléctricas de mano. Dichos dispositivos por medio de la señal EMG controlan la apertura y el cierre de una mano robótica. En su versión más básica utilizan un sensor para poder controlar la apertura y cierre de la mano, detectando si la actividad muscular supera cierto umbral. Para este fin, es necesario hacer un pre-procesamiento de la señal, el cual incluye: filtrado pasa banda, rectificación, filtrado pasa bajos y escalamiento, como se muestra en la figura 1.

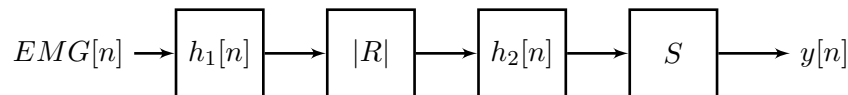


Fig. 1: Diagram de proceso de pre-procesamiento de la señal EMG

1. Descargar el archivo '**EMGCh1.mat**'¹ y realizar las siguientes tareas.

- Cargar el archivo de audio '**EMGCh1.mat**', y describir gráficamente su espacio de muestras y espectro de magnitud. Usar la función **espectrodemag()**. Tener presente que la señal ha sido muestreada a 1kHz.
- Teniendo presente que la mayor parte de la información se encuentra por debajo de los 400Hz y que frecuencias por debajo de 20Hz presentan alta presencia de distorsiones producto de movimientos relativos de los sensores y sus cables. Se utiliza un filtro pasa banda el cual atenúa frecuencias fuera del rango de interés (20-400Hz). $h_1[n]$ es la respuesta al impulso del filtro pasa banda. Hallar sus coeficientes, considerando que es un filtro IIR (figura 2) en forma recursiva, con los siguientes coeficientes:

$$bh1 = [0.4614, 0, -1.3841, 0, 1.3841, 0, -0.4614]$$

$$ah1 = [1.0000, -1.0006, -1.0980, 0.6845, 0.8528, -0.2188, -0.2120]$$

Utilizar la función **impz()** para calcular $h_1[n]$. Considerar truncar el sistema IIR con 100 coeficientes. Graficar la respuesta al impulso $h_1[n]$ y la señal a la salida del filtro, utilizar convolución. Graficar el espacio de muestras de la nueva señal, así como su espectro de

¹El archivo se encuentra en la carpeta *lab02/07m2/* en la intranet

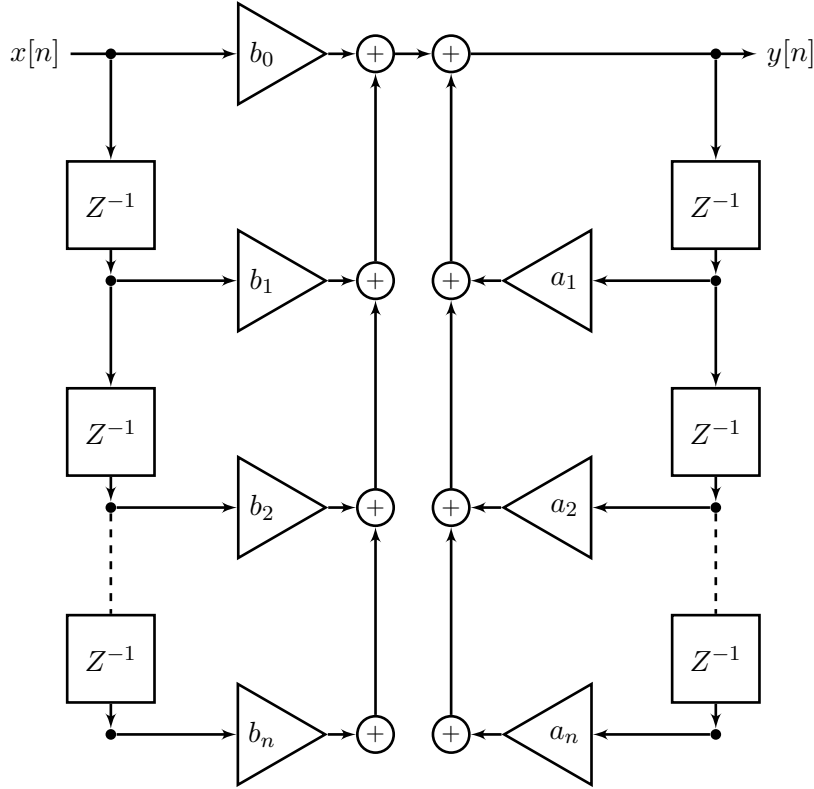


Fig. 2: Ejemplo de sistema IIR

magnitud, para ello usar la función **espectrodemag()**. A partir del espectro determinar qué componentes en frecuencia se preservarían y cuales no.

- c. Rectificar la señal obtenida en la pregunta anterior, usando la función **abs()**. Describir graficamente su espacio de muestras y su espectro de magnitud.
- d. Considerar que $h_2[n]$ es la respuesta al impulso de un filtro pasabajos con una frecuencia de corte en $1.5Hz$.

Este filtro tambien es un filtro IIR, implementado de forma recursiva. Hallar $h_2[n]$ de forma similar a la pregunta 1b, alternatively cargar los archivos **bh2.mat**¹ y **ah2.mat**¹, con los coeficientes, a fin de evitar problemas por redondeo.

$$bh2 = 1e - 5 \cdot [0.0822, 0.2465, 0.2465, 0.0822]$$

$$ah2 = [1.0000, -2.9623, 2.9253, -0.9630]$$

Utilizar la funcion **impz()** para calcular $h_2[n]$ Considerar truncar el sistema IIR con 1000 coeficientes. Graficar la respuesta la impulso $h_2[n]$ y la señal a la salida del filtro, utilizar convolución. Graficar el espacio de muestras de la nueva señal, así como su espectro de magnitud, para ello usar la función **espectrodemag()**. A partir del espectro determinar qué componentes en frecuencia se preservarían y cuales no.

- e. Escalar la señal a su valor máximo, de tal manera que se encuentre entre $(0 - 1)$. Graficar espacio de muestras.
- f. Teniendo presente que la señal EMG leida en '**EMGCh1.mat**' contiene la información de 6 contracciones musculares, determinar un umbral adecuado con el cual distinguir la actividad o reposo del músculo. Graficar un vector binario en donde se aprecie la

activación y/o reposo del músculo.

- g. Teniendo presente que la componente de 60Hz, puede generar una distorsión considerable en la estimación de la actividad muscular el filtro pasa banda es reemplazado por un filtro pasa banda $H_3(z)$ con frecuencias de corte entre (100 – 400)Hz. Hallar su respuesta al impulso, $h_3[n]$ de forma similar a la pregunta 1b, usando los siguientes coeficientes:

$$bh_3 = [0.2569, 0, -0.7707, 0, 0.7707, 0, -0.2569]$$

$$ah_3 = [1.0000, 0, -0.5772, 0, 0.4218, 0, -0.0563]$$

Repetir todo el proceso de estimación reemplazando este paso y calcular nuevamente $y[n]$, graficar el espacio de muestras y el espectro de frecuencia de dicha señal. Determinar nuevo umbral para detectar la activación muscular. Graficar vector binario en donde se aprecie la de activación y/o reposo del músculo (figure 4). Comentar diferencias con respecto a los resultados de la pregunta 1f.

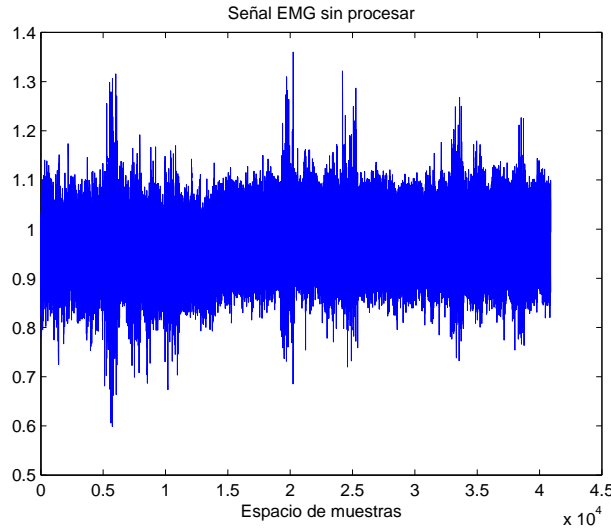


Fig. 3: Ejemplo de señal electromiografica sin pre-procesamiento.

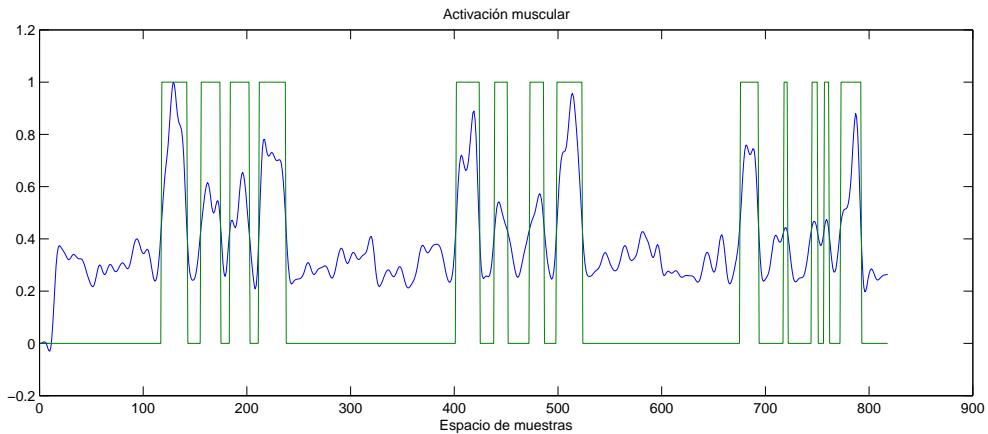


Fig. 4: Ejemplo de calculo de activación muscular con vector binario de activacion y reposo.