

Filtrado Analógico y Digital

Práctica 4. Respuesta invariante al impulso

Juan José Guzmán Cruz.

Resumen

Se diseñaron filtros digitales Butterworth mediante la respuesta invariante al impulso utilizando MATLAB, y posteriormente se filtraron una señal escalón y una señal de electrocardiograma.

I. Objetivos de la práctica

- Observar el efecto del submuestreo.
- Obtener y analizar la respuesta de diversas señales representadas como una serie de impulsos.
- Diseñar filtros digitales mediante la respuesta invariante al impulso.

II. Metodología

II. 1) Filtro digital Butterworth

Para implementar un filtro digital Butterworth pasa-baja, se utiliza el comando butter.

`[z,p,k] = butter(N,[fcn], 's')`

`[z,p,k]` se almacenan los ceros, polos y ganancia
`N` = orden del filtro
`fcn` = frecuencia de corte normalizada

La frecuencia normalizada esta dada por:

$$fcn = \frac{2\pi f_c}{f_m}$$

Donde f_c es la frecuencia de corte y f_m la frecuencia a la que se ha muestreado la señal.

Para obtener los coeficientes del numerador y denominador de la function de transferencia, se utiliza:

`[n,d] = tfdata(zpk(z,p,k), 'v')`

Para mostrar en la linea de comandos la function de transferencia:

`H = tf(n,d)`

El resultado será de la forma:

$$H(s) = \frac{N(s)}{D(s)} = \frac{b_M s^M + b_{M-1} s^{M-1} + \dots + b_1 s + b_0}{a_N s^N + a_{N-1} s^{N-1} + \dots + a_1 s + a_0}$$

El filtro obtenido es un filtro analógico, ahora es necesario transformarlo en un filtro digital, para ello se utiliza:

`[bz,az] =impinvar(n,d);`

Para graficar los polos y ceros

`zplane(bz,az)`

Para la respuesta en frecuencia

`freqz(bz,az)`

II. 2) Muestreo

Para submuestrear una señal, se toma una parte de esta

`t = [s_ecg(1:250)];`

después se submuestra tomando en cuenta la frecuencia de muestreo (f_m) y el valor de submuestreo (sm).

`submuestreo = resample(t,1,f_m/sm);`

II. 3) Filtrado de una señal

El filtrado de una señal con el filtro digital se realiza con:

`y=filter(bz,az,"señal_a_filtrar");`

Nota: con el fin de no ser redundante, se han omitido los procedimiento presentados en el reporte anterior.

III. Resultados

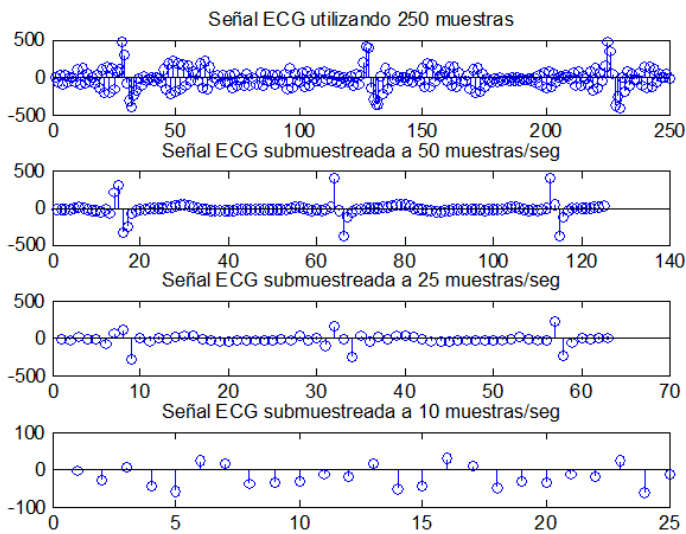


Figura 1. Gráfica de la señal ECG con 250 muestras y diferentes submuestreos.

Para filtrar la señal ECG se utilizó un filtro Butterworth pasabajas con $f_m = 100$ Hz y $f_c = 21$ Hz. Esto se utilizó para el filtro analógico y este mismo filtro se transformó a filtro digital.

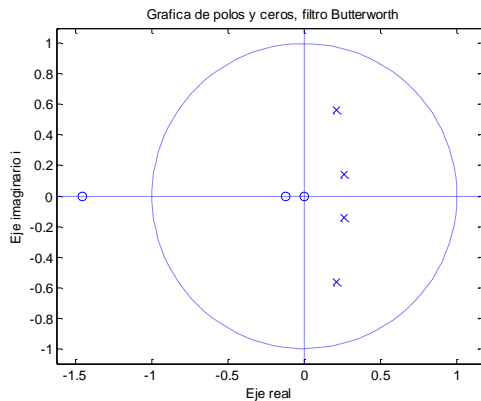


Figura 2. Gráfica de polos y ceros de la función de transferencia del filtro digital pasa-bajas, utilizado para filtrar la señal de ECG.

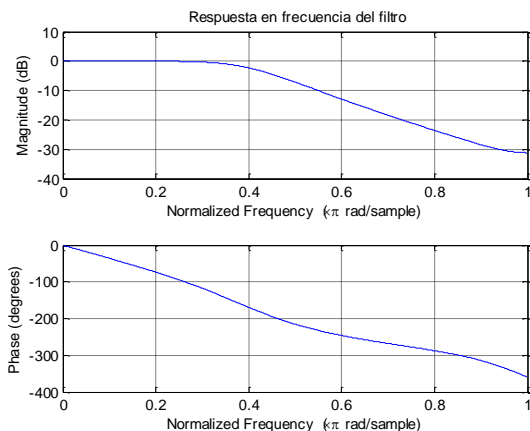


Figura 3. Gráfica de polos y ceros de la función de transferencia del filtro digital pasa-bajas, utilizado para filtrar la señal de ECG.

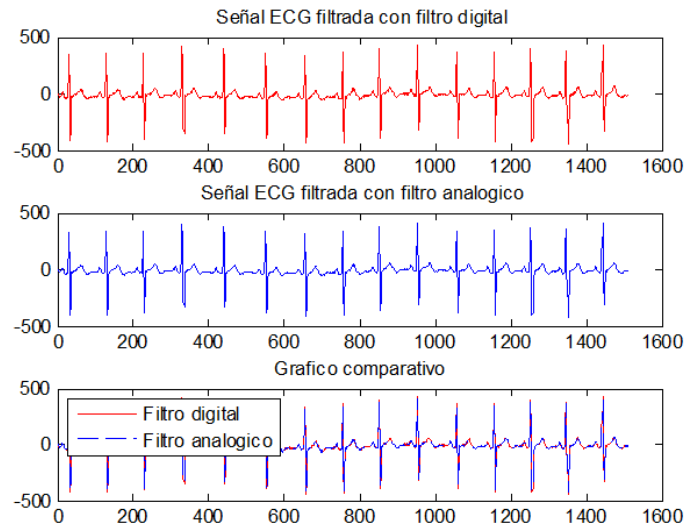


Figura 4. Señal ECG filtrada con un filtro digital y otro analógico. Gráfica comparativa.

IV. Discusión

Como puede observarse en la gráfica de submuestreos, este valor es importante a la hora de intentar reproducir de manera correcta una señal.

Si bien los polos y ceros de la función de transferencia de un filtro digital y uno analógico son diferentes, la respuesta en frecuencia es muy similar por lo que el comportamiento será similar.

V. Conclusiones

Pude apreciar la importancia de seleccionar un submuestreo adecuado, que me permita mantener las características importantes en una señal.

Si bien el filtrado en matlab no es en ningún caso 100% analógico, sí se logran apreciar algunas diferencias entre un filtro digital y uno analógico.

Bibliografía

- [1] <http://www.mathworks.com/help/>