Filtraje Óptimo para detección de eventos inmersos en ruido*

José Miguel Hobaica Alvarado

This work is produced by The Connexions Project and licensed under the
Creative Commons Attribution License †

Abstract

Señales completamente inmersas en ruido son rescatadas por medio de sistemas conocidos como Filtros Óptimos. Se incluye un programa en MATLAB y otro en LabVIEW, cada uno aplica el filtraje optimo para recuperar información en diversos tipos de señales, entre ellas una señal electrocardiográfica.

Se tiene una forma de onda básica p(t) existente entre 0 y un valor D definido como la duración de dicha forma de onda, la misma se repite en el tiempo y se contamina con ruido en el canal de transmisión, la expresión para cada repetición de p(t) viene dada por:

$$p\left(t-t_0\right) \rightarrow t_0 \leq t \leq t_0 + D \tag{1}$$

La **señal** resultante se definirá como una sumatoria de ruido más expresiones semejantes a la ecuación 1 pero con diferentes valores de t_0, adicionalmente algunas de las repeticiones podrían estar multiplicadas por alguna constante. Esta señal se puede filtrar con un **sistema** cuya respuesta impulsiva toma la siguiente forma:

$$h\left(t\right) = p\left(-t+D\right) \rightarrow 0 \leq t \leq D \tag{2}$$

Nótese que la variable t tiene signo negativo, esto se traduce en que dicha respuesta impulsiva está invertida con respecto al eje de las ordenadas.

Es necesario recordar que una forma de encontrar la señal de salida de un sistema en el dominio del tiempo es **convolucionando** la señal de entrada en el dominio del tiempo con la respuesta impulsiva del sistema. De esta forma se obtiene a la salida una señal con valores máximos situados en los puntos de ocurrencia de cada repetición.

Supóngase como señal de entrada la presente en la figura 1:

*Version 1.2: Sep 28, 2011 10:18 pm -0500
†http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/

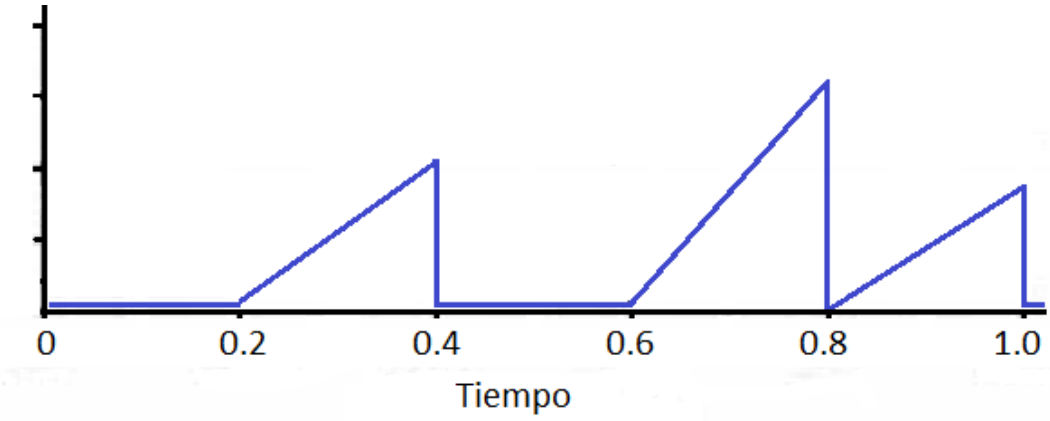

Figura 1: Señal de entrada

En vista de las formas de onda presentes, para las cuales el valor D es de 0.2, el filtro óptimo tendrá una respuesta impulsiva como la siguiente:

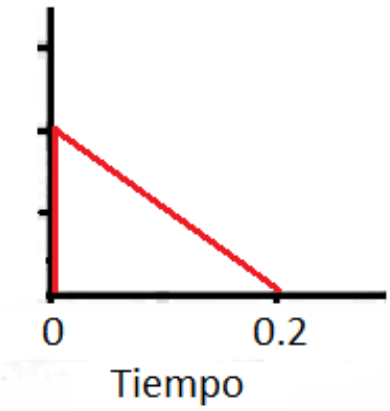

Figura 2: Respuesta impulsiva del filtro óptimo

Al realizar la convolución entre la señal y el filtro, se obtendrá como resultado una señal parecida a la mostrada en verde en la figura 3:

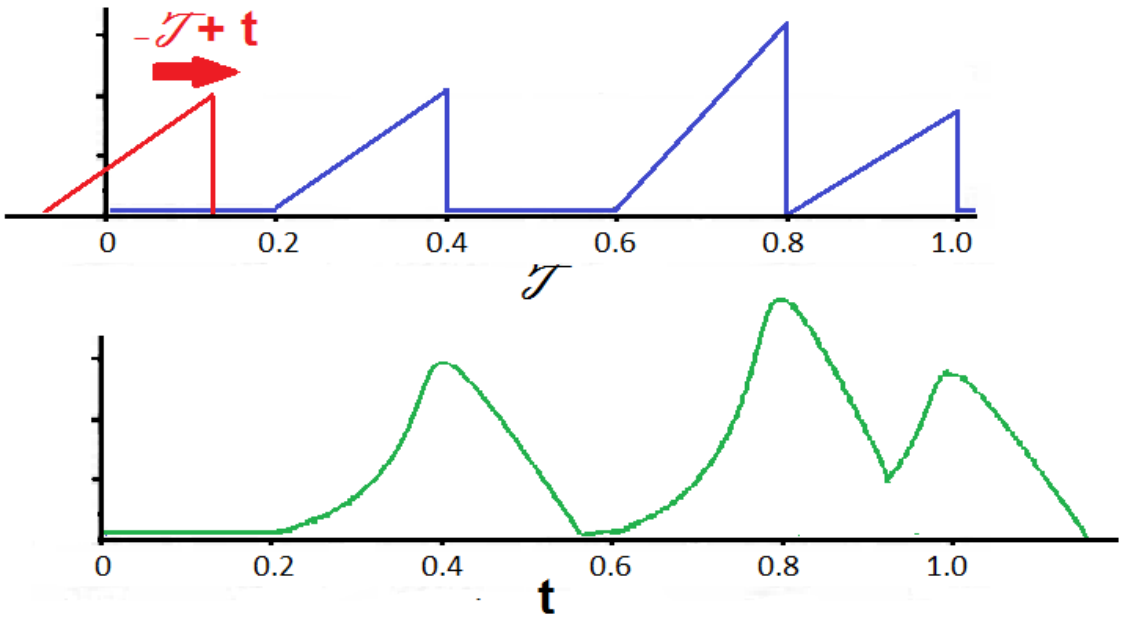

Figura 3: Proceso de convolución y señal resultante aproximada.

Esto se ha aplicado en diversas áreas, desde detección de señales digitales, ubicación de complejos QRS en un electrocardiograma, detección de capas geológicas para descubrir posibles yacimientos petroleros, etc.

1 Autoevaluación

Ejercicio 1 *(Solution on p. 5.)*

¿Cómo debe ser la respuesta impulsiva del filtro óptimo para una señal digital binaria formada por pulsos rectangulares de duración Tbit?

Ejercicio 2 *(Solution on p. 5.)*

¿Cómo varía la señal de salida si el filtro óptimo no toma su valor inicial en t=0?

2 Simuladores

ESTE VINCULO[1] contiene una carpeta con un programa realizado en **MATLAB** que aplica el Filtraje Óptimo a señales contaminadas con ruido. La carpeta incluye el .m y todos los archivos necesarios para su funcionamiento, si se elimina o renombra alguno de estos archivos, el programa podría no funcionar correctamente. La figura 4 contiene un video explicativo acerca del uso del programa.

[1] http://cnx.org/content/m41100/latest/FiltrajeMATLAB.rar

Filtraje Óptimo en MATLAB

This media object is a Flash object. Please view or download it at
<http://www.youtube.com/v/_DlQJvRkyVI?fs=1&hl=es_ES>

Figure 4: Video explicativo de la utilización del programa realizado en MATLAB

Puede obtenerse también un programa realizado en **LabVIEW** acerca del mismo tema por medio de ESTE VINCULO[2] . La carpeta incluye el .vi y todos los archivos necesarios para su funcionamiento. Igualmente, si se elimina o renombra alguno de estos archivos, el programa podría no funcionar correctamente. La figura 5 contiene un video explicativo acerca del uso del programa.

Filtraje Óptimo en LabVIEW

This media object is a Flash object. Please view or download it at
<http://www.youtube.com/v/2if80OBWN2Q?fs=1&hl=es_ES>

Figure 5: Video explicativo de la utilización del programa realizado en LabVIEW

[2] http://cnx.org/content/m41100/latest/FiltrajeOptimo_LabVIEW.rar

Solutions to Exercises in this Module

Solution to Exercise (p. 3)

La respuesta impulsiva será igual al pulso rectangular y tendrá una duración de Tbit, esto se debe a que si se invierte un pulso rectangular con respecto al eje vertical la forma de onda no cambiará (aplica para cualquier forma de onda horizontalmente simétrica).

Solution to Exercise (p. 3)

Si el valor inicial del filtro óptimo se sitúa en t=0.3, por ejemplo, la única diferencia en la señal de salida será que la misma tendrá un desplazamiento hacia la izquierda de 0.3. Si esto ocurre en una aplicación de la vida real, es importante conocer el mencionado tiempo y tomar en cuenta el desplazamiento.