

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES

TAREA ACADÉMICA

NOMBRE: Gustavo Meza Nuñez

CÓDIGO: 20161505

1. Implementación de filtros

Para la implementación de los filtros se consideró que las señales de entrada serán siempre funciones reales. Para verificar la implementación, se usaron los filtros en un filtro cancelador de ruido, donde la señal de interés será de una solo componente frecuencial.

a) LMS

Se hicieron dos implementaciones del filtro LMS, una basada en el libro “Statistical Digital Signal Processing and Modeling”, y otra que trata de acelerar el algoritmo. Ambas dan el mismo resultado.

b) NLMS

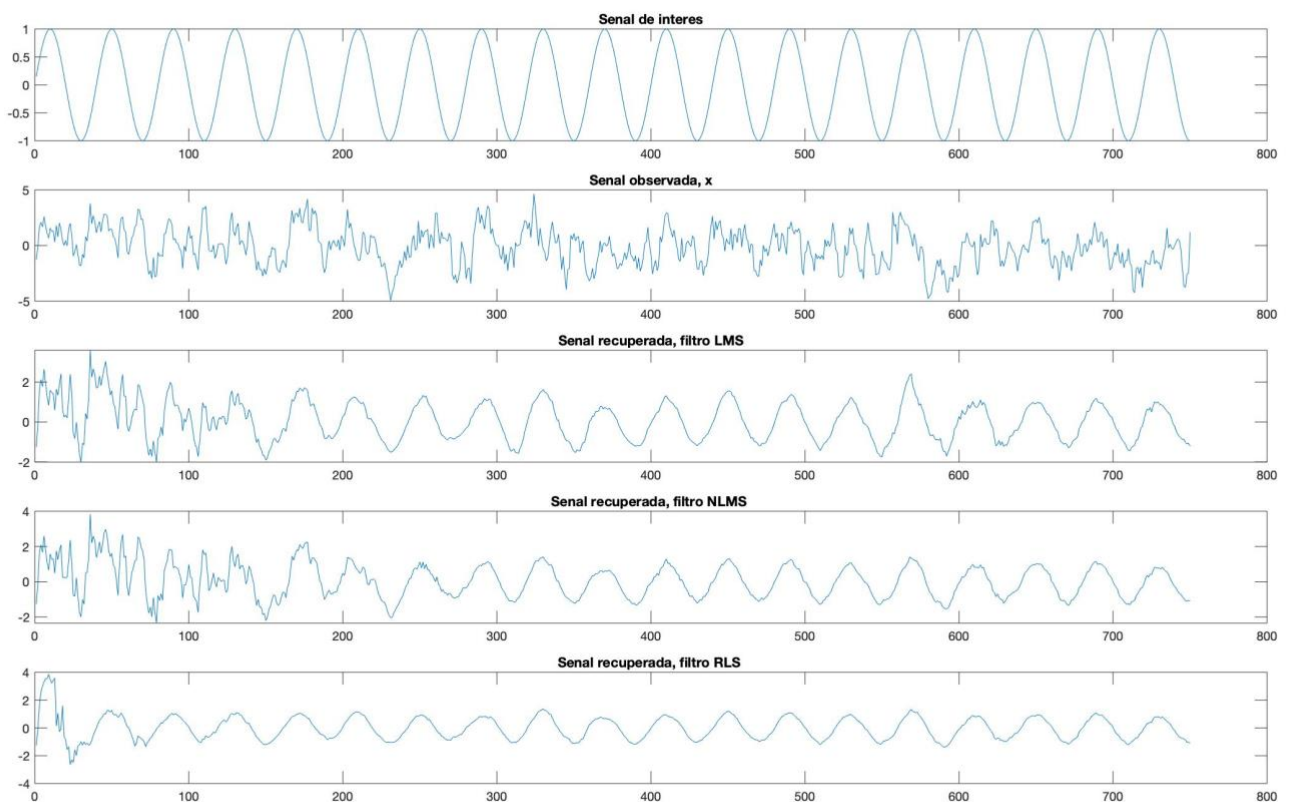
Para la implementación del filtro NLMS, se basó directamente en la implementación del filtro LMS.

c) RLS

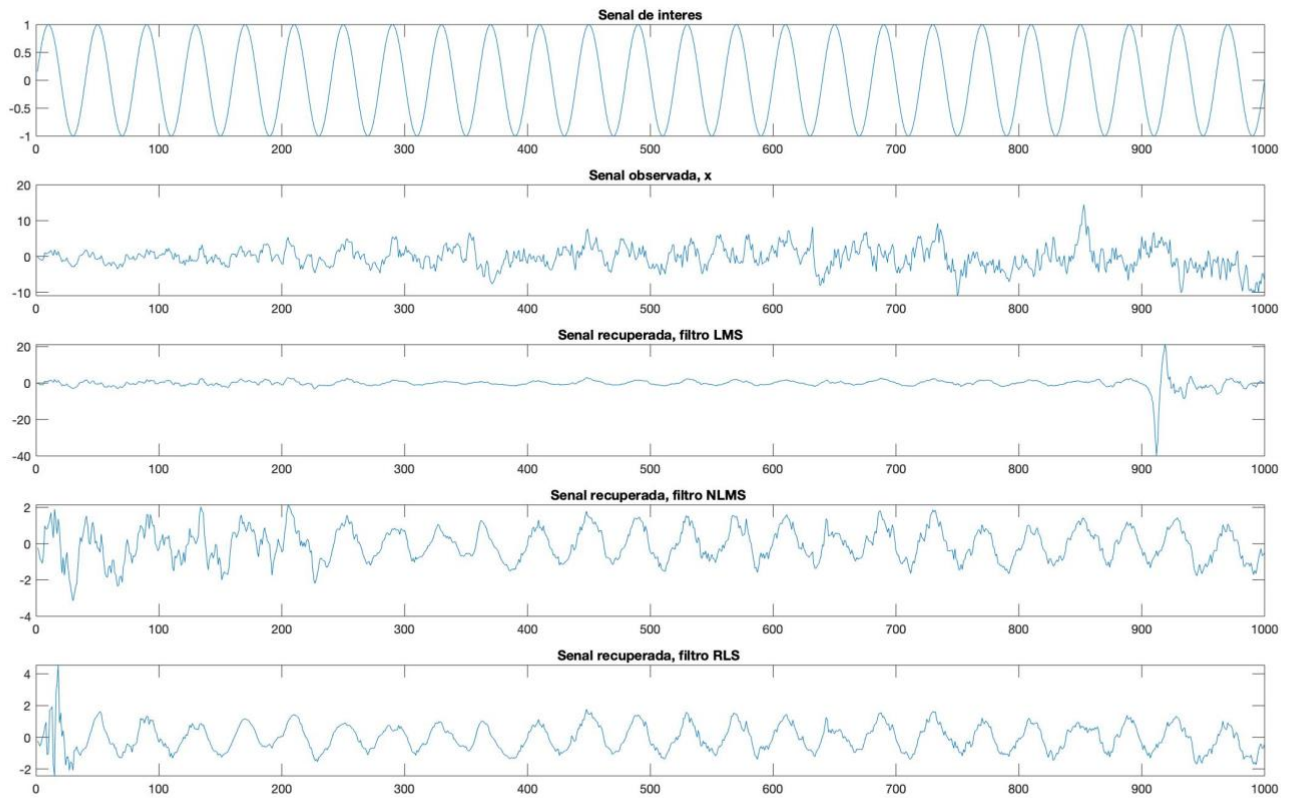
Para la implementación del filtro RLS, se basó en la implementación en el libro “Statistical Digital Signal Processing and Modeling”.

Resultados:

1. Filtros ante ruido estacionario.



2. Filtros ante ruido no estacionario.



Se puede observar que para ambos casos se obtiene el mejor resultado con el filtro RLS; sin embargo, este filtro tiene mayor costo computacional. Además, otra observación es que este filtro converge más rápido.

2. Implementación de ANF descrito en:

M. V. Dragosevic and S. S. Stankovic, "An adaptive notch filter with improved tracking properties," in IEEE Transactions on Signal Processing, vol. 43, no. 9, pp. 2068-2078, Sept. 1995. doi: 10.1109/78.414768

Se hizo la implementación en la función **anf_imp**, esta función solo recibe como parámetros la señal de entrada y como parámetro adicional, un porcentaje que relaciona los parámetros alpha y rho.

Se implementaron dos algoritmos descritos en el *paper*, en el que uno corresponde a la adaptación de frecuencia y otro a la adaptación de los parámetros alpha y rho. Se pudo comprobar que el ANF funciona bien solo cuando se aplican ambos algoritmos adaptativos a la vez. A la salida del filtro se espera que se tenga solo ruido, habiendo suprimido solo la señal senoidal.

Tal como se explica en el *paper*, se puso una protección del alpha para evitar que este tome valores negativos o mayores a uno; y a la vez, evitar fallos en el desarrollo del algoritmo.

Para comprobar la correcta implementación, se usaron las siguientes señales:

- $x_1(k) = \cos(\varphi_1(k))$
- $x_2(k) = \cos(\varphi_1(k)) + 0.05 \cdot \eta(k)$
- $x_3(k) = \cos(\varphi_2(k))$
- $x_4(k) = \cos(\varphi_2(k)) + 0.05 \cdot \eta(k)$

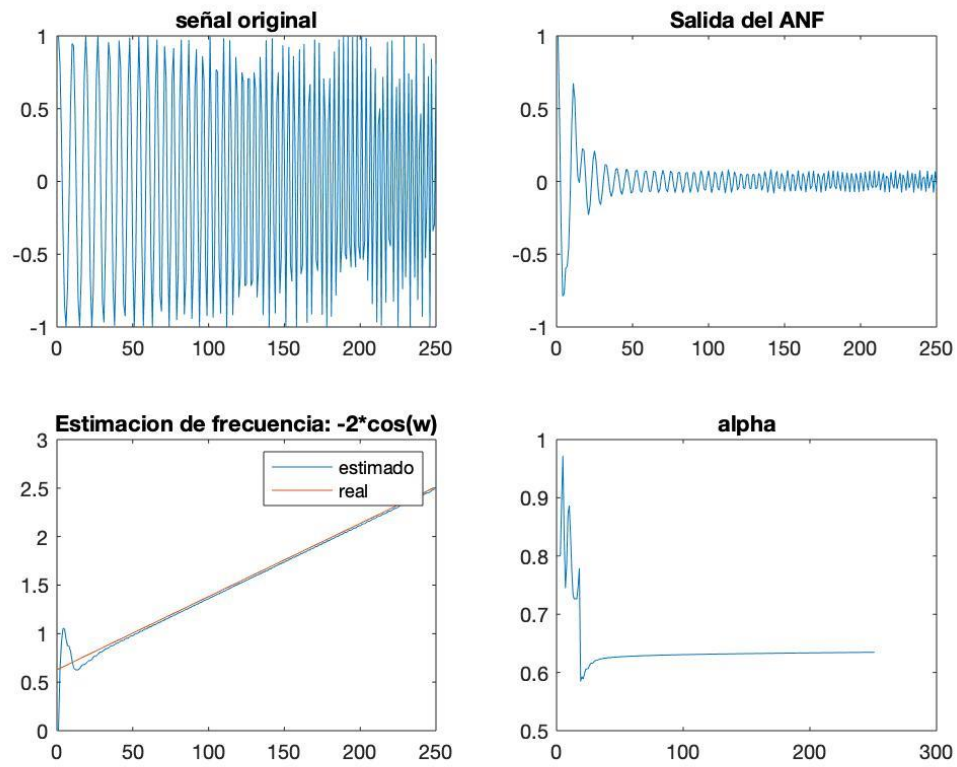
Donde:

$$\varphi_1(k) = 2 \cdot \pi \cdot (0.1 + 0.15 \cdot (k/N)) \cdot k$$

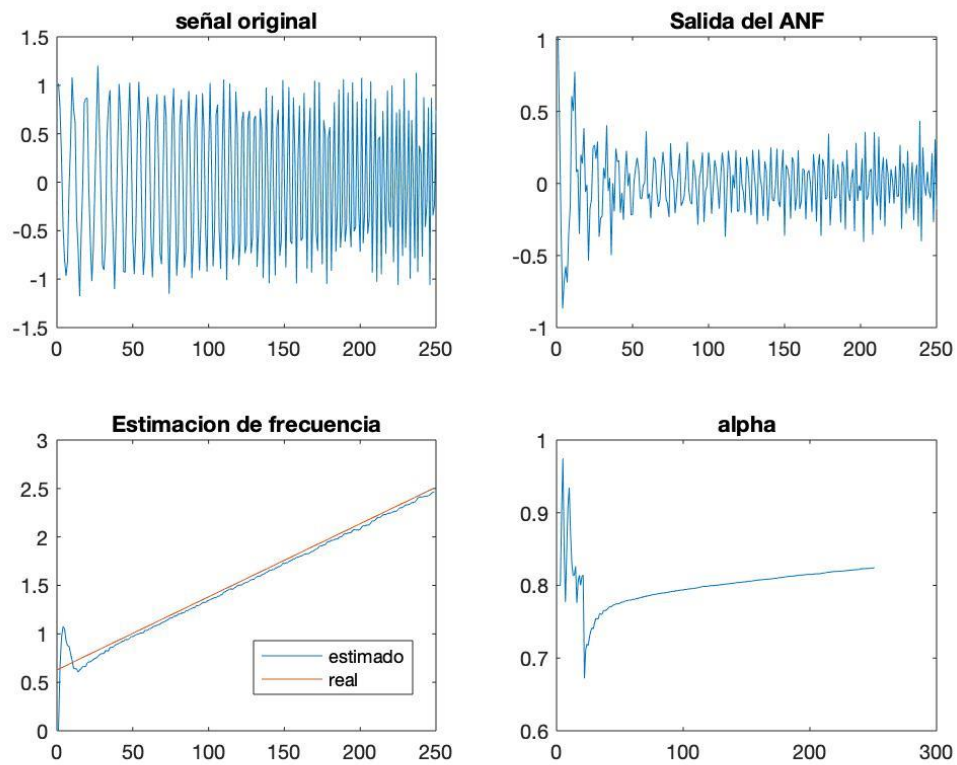
$$\varphi_2(k) = 2 \cdot \pi \cdot (0.1 + 0.15 \cdot \exp(-2 \cdot k/N)) \cdot k$$

Los resultados se muestran a continuación. Se consideró el ruido como ruido estacionario AWGN.

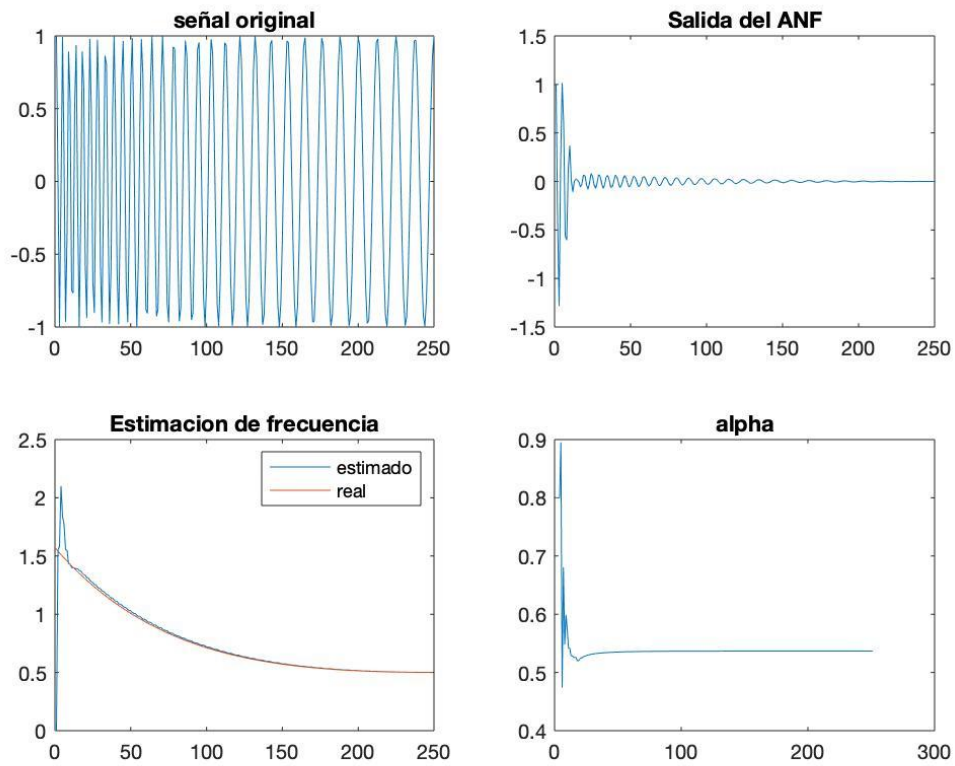
a) $x_1(k) = \cos(\varphi_1(k))$



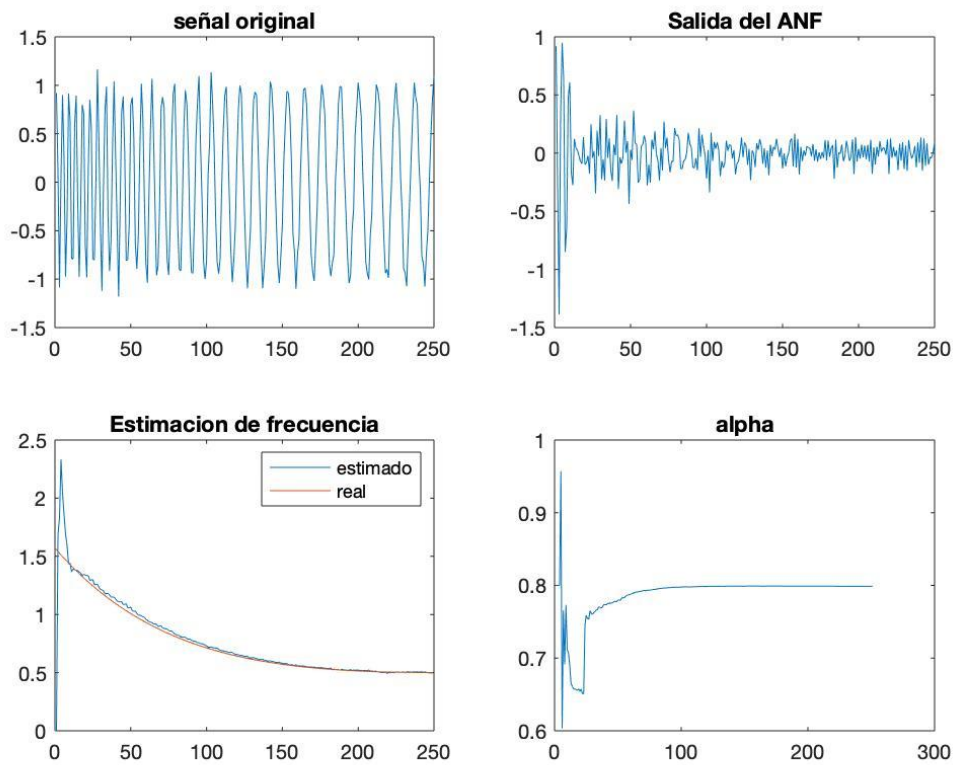
b) $x_2(k) = \cos(\varphi_1(k)) + 0.05*\eta(k)$



c) $x_3(k) = \cos(\varphi_2(k))$



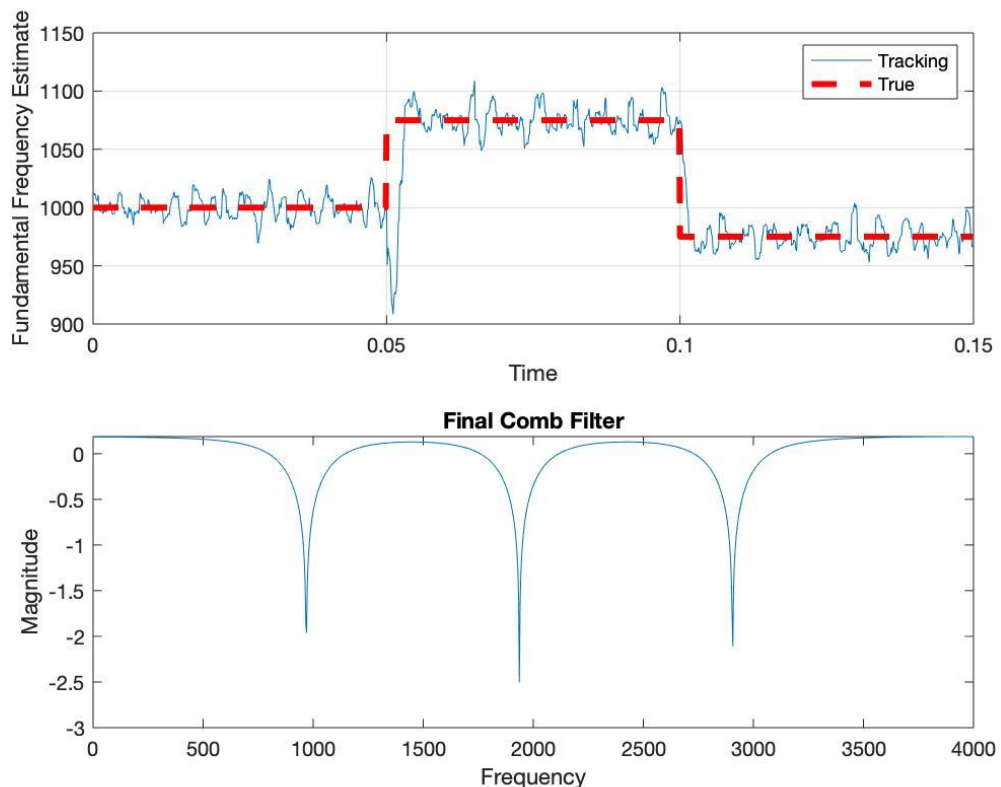
d) $x_4(k) = \cos(\varphi_2(k)) + 0.05*\eta(k)$



Se puede observar que los filtros se adaptan rápido, esto se debe a la adaptación tanto de la frecuencia estimada como del parámetro α . A la salida del filtro se tendrá una señal muy atenuada y en los casos donde está presente el ruido se tendrá el ruido el cual no correspondería a la señal.

3. Comparación de implementación

Resultados del filtro



La implementación del ANF usa un filtro conocido y a partir del cual se irá buscando la frecuencia a través de un algoritmo adaptativo, de esta forma se tendrá un valor estimado de la frecuencia instantánea en tiempo real. Mientras que la implementación vista en esta parte, se centra en un algoritmo que, a pesar de que se basa en un algoritmo LMS que busca una frecuencia, su objetivo principal es el de obtener las frecuencias de trabajo de una señal, como en el caso visto arriba. Se buscan las frecuencias y a partir de estas se tendrá como resultado final un filtro Notch con múltiples frecuencias, mientras que el ANF será un filtro notch de una sola frecuencia la cual se va moviendo de acuerdo a como varíe la señal.