

## FILTRO ADAPTABLE USANDO UNA RED NEURONAL DINÁMICA PARA CANCELACIÓN DE RUIDO

*K. A. Hernández-Santiago\*, A. Anzueto-Ríos, R. Santiago-Godoy.  
Lab. Biomecánica, Ingeniería en Biónica, UPIITA-IPN  
\*e-mail de contacto: harper.hska.5@gmail.com*

### *Abstract*

En el proceso de la adquisición de señales el ruido es un parámetro que se encuentra presente y que se desea eliminar para trabajar sobre una señal sin perturbaciones. En este trabajo se presenta una aplicación basada en redes neuronales para la cancelación dinámica del ruido. El sistema es programado empleando la interfaz de MATLAB. El algoritmo de aprendizaje empleado es el delta sobre una red ADALINE; esta tiene el parámetro alfa (conocido como razón de aprendizaje) la cual es modificada para comparar tiempos de adaptabilidad. Para el desarrollo se trabajaron bloques de retraso de señal, estos demoran en una posición los datos de información. Como punto final se realiza un comparativo de cómo afecta al proceso de adaptación el uso de tres y cuatro bloques de retardo. Los resultados obtenidos demuestran la efectividad del uso de redes neuronales en la tarea de cancelación de ruido. Se ofrecen los archivos en internet para ser consultados y verificar su eficacia.

***Keywords— Red neuronal dinámica, filtro FIR adaptable, cancelación de ruido, red ADALINE.***

### I. INTRODUCCIÓN

La cancelación de ruido sobre la adquisición de señales siempre ha sido un tópico de interés, actualmente este proceso puede verse en la nueva generación de audífonos portátiles, los cuales tienen incluido un micrófono que captura el sonido ambiental y lo considera fuente de ruido. El usuario logra escuchar la canción de su reproductor más el sonido ambiental; por lo tanto el sistema de cancelación de ruido eliminará el sonido ambiental permitiendo al usuario escuchar únicamente el sonido deseado [1]. Otro campo de gran auge sobre la cancelación de ruido es la robótica; un sistema robótico puede alterar su comportamiento ante la presencia de este, nuevamente se

puede usar el sistema de cancelación para mejorar el funcionamiento de estos sistemas [1].

Numerosos métodos han sido desarrollados buscando la extracción de señales perturbadoras (ruido), algunos de estos se pueden agrupar de la siguiente manera:

- Métodos clásicos de cancelación de ruido aplicados esencialmente en la rama de las comunicaciones eléctricas.
- Métodos clásicos de procesamiento estadístico de señal.
- Métodos adaptativos de cancelación de ruido.

Este trabajo se basa en el tercer grupo de métodos y la adaptabilidad es desarrollada empleando redes neuronales.

Una de las características importantes de las redes neuronales es su capacidad de aprender del entorno, y mediante el aprendizaje, mejorar en algún sentido su actuación [1]. Se revisará la implementación de un filtro FIR empleando una red neuronal ADALINE con la regla de aprendizaje delta; se eligió una red neuronal de este tipo debido a su mayor inmunidad al ruido en comparación con un arreglo tipo PERCEPTRON, de hecho se puede decir que estas redes son más ampliamente usadas en aplicaciones prácticas [3-5].

## II. DESARROLLO

### **FILTRO ADAPTABLE CON RED NEURONAL ADALINE**

Al utilizar la red ADALINE como un filtro adaptable necesitaremos bloques de retraso de señal, estos bloques ayudarán a tener los desplazamientos en los datos de la señal de entrada. El arreglo neuronal con los bloques de retardo es presentado en la (Fig. 1).

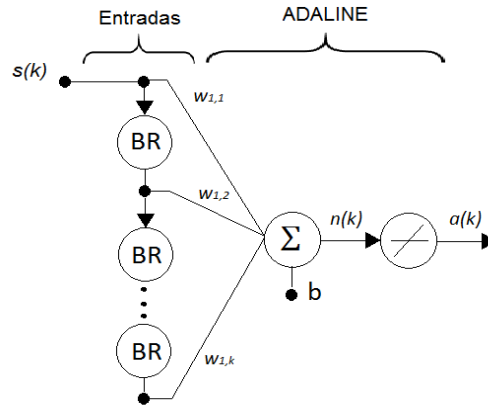


Figura 1. Arreglo neuronal.

Del arreglo mostrado en la (Fig. 1) se obtiene Ecuación (1).

$$a(k) = \text{purelin}(Wp(k) + b) \quad (1)$$

De la ecuación (1) podemos determinar que la matriz de pesos  $W$  estará determinada por la cantidad de bloques de retardo, el subíndice  $k$  determina la cantidad de entradas a la neurona,  $b$  es el factor que polarizará a la neurona y como respuesta de la neurona se tendrá  $a$ . La salida  $a$  de la neurona es comparada con la señal objetivo para obtener el error, el error calculado es quien determinará la adaptabilidad de la neurona. El diagrama a bloques presentado en la (Fig. 2) muestra la idea en general del proceso.

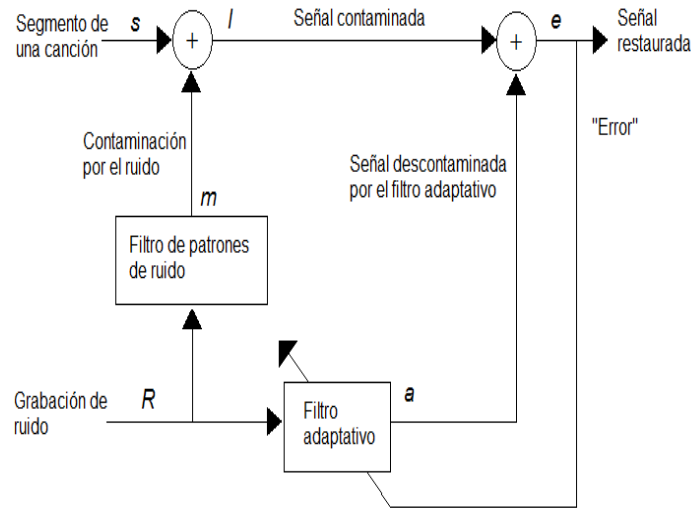


Figura 2. Diagrama de bloques del procesamiento de la señal.

En la (Fig. 2), como señal de entrada a filtrar se tiene la mezcla de un sonido musical (segmento de una canción) y el ruido producido en un taller de máquinas (ambos segmentos de audio pueden ser descargados desde apéndice (A)).

En la (Fig. 3) se muestra el espectro de muestreo en el tiempo contra magnitud de las señales utilizadas. En (Fig. 3.A) se muestra el espectro del segmento de una canción, este segmento es muestreado a 44,100 muestras por segundo durante treinta segundos, por lo tanto, el archivo digital de esta señal contiene 1, 323,000 datos. En (Fig. 3.B) se tiene la señal de ruido con el mismo muestreo y la misma cantidad de datos. En (Fig. 3.C) se muestra la mezcla de las dos gráficas anteriores, esta es la señal que se tiene como entrada al arreglo neuronal.

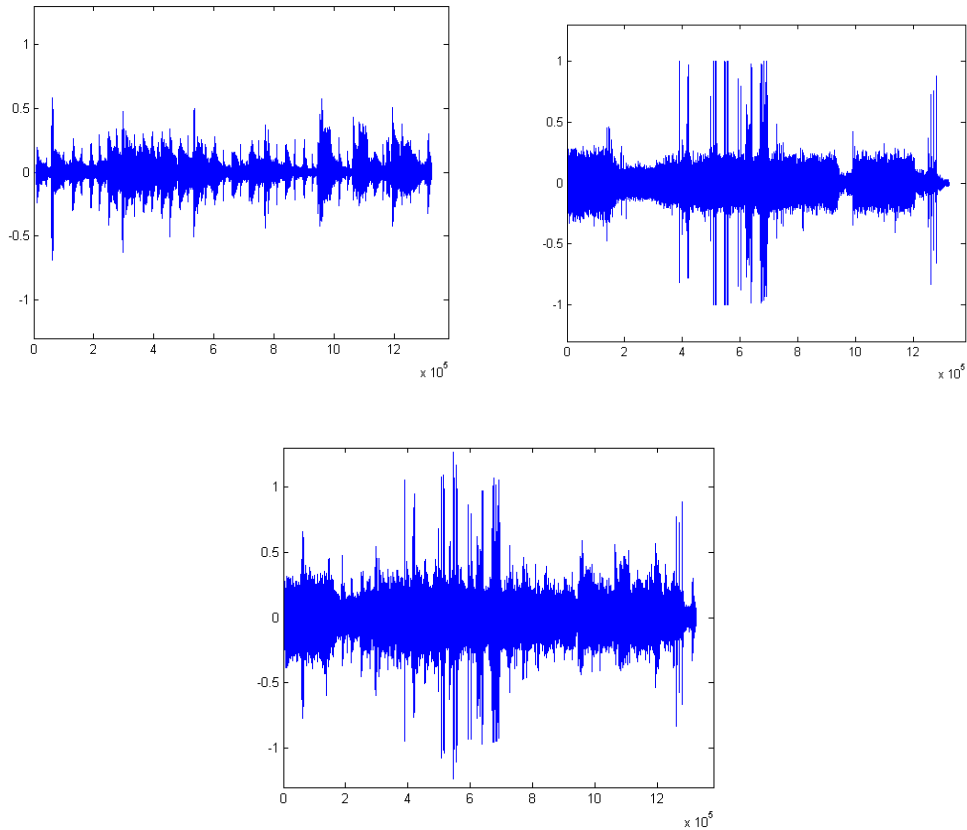


Figura 1. Espectros en el tiempo de las señales a tratar.

A) Segmento de una canción. B) Ruido grabado en un laboratorio. C) Mezcla de los segmentos de audio A) y B).

En la (Fig. 4) se tiene el arreglo neuronal utilizado, de este se observa que cuenta con tres bloques de retraso.

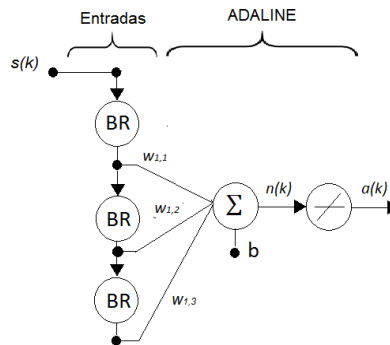


Figura 2. Arreglo neuronal utilizado, con tres bloques de retraso.

### III. RESULTADOS

Los parámetros de la red neuronal modificados para saber el comportamiento de la misma fueron la razón de aprendizaje alfa (con valores de 0.1 y 0.001) y la cantidad de bloques de retraso (de 3 y 4). Para el aprendizaje de la red neuronal los valores iniciales de  $W$  fue el vector  $[5; 0; -5]$  y para  $b$  fue 0; estas cantidades fueron propuestas de forma aleatoria. En (Fig. 5.A) y (Fig. 5.B) son mostradas las gráficas de salida y error respectivamente con valores de alfa igual a 0.1. El error se obtiene restando el fragmento de la canción a la salida de la red neuronal. En (Fig. 5.C) y (Fig. 5.D) se presentan los espectros en el tiempo de la salida y el error respectivamente, con un valor de alfa de 0.001.

La (Fig. 6.A) y (Fig. 6.B) ilustran la salida y error con alfa igual a 0.1 y cuatro bloques de retraso, el vector de pesos  $W$  inicial es  $[5; 0; 0; -5]$ . La (Fig. 6.A) y (Fig. 6.B) señalan las gráficas de salida y error con alfa igual a 0.001

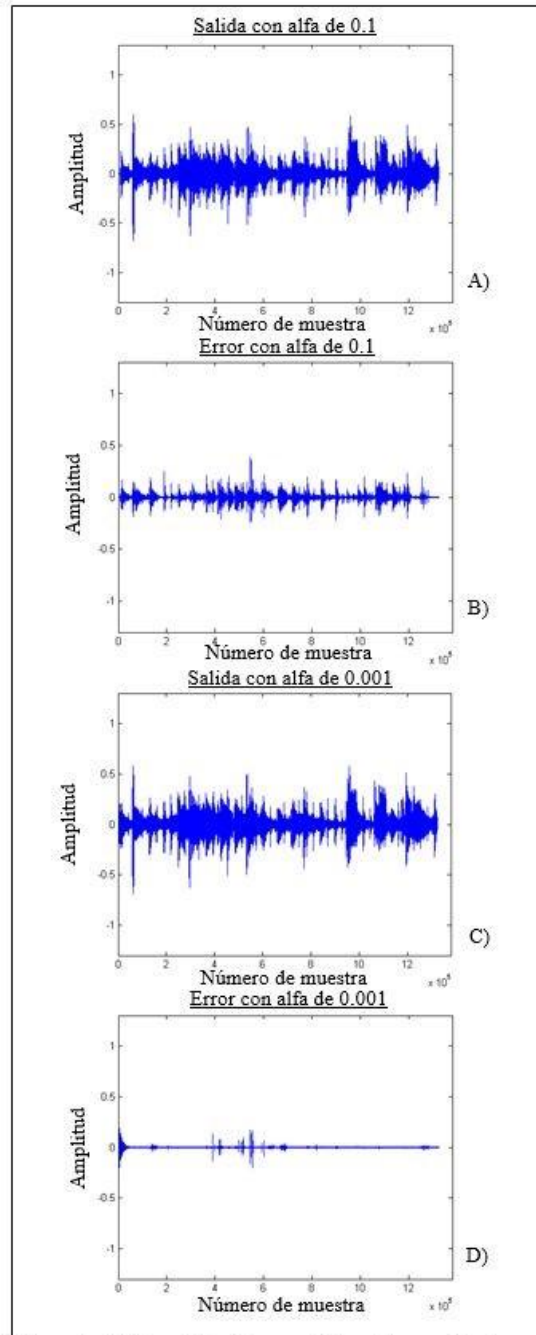


Figura 3. Gráficas obtenidas usando tres bloques de retraso. A) Salida de la red neuronal con alfa de 0.1 B) Error de la red con alfa igual a 0.1. C) Salida de la red neuronal con alfa de 0.001. D) Error de la red con alfa igual a 0.001.

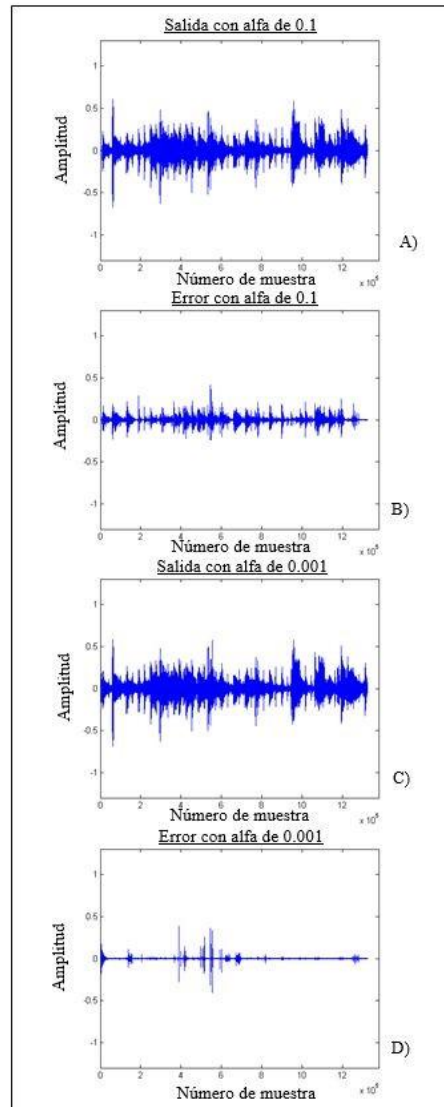


Figura 6. Gráficas obtenidas usando cuatro bloques de retraso. A) Salida de la red neuronal con alfa de 0.1 B) Error de la red con alfa igual a 0.1. C) Salida de la red neuronal con alfa de 0.001. D) Error de la red con alfa igual a 0.001.

#### IV. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran la efectividad del uso de redes neuronales en la tarea de cancelación de ruido; al comparar las gráficas de error obtenidas se observa que para este ejemplo la neurona tiene una mejor respuesta a la cancelación de ruido con un valor de alfa de 0.001 y con tres bloques de retraso. Esto se debe a que con tres bloques de retraso la neurona tiene una mejor adaptabilidad a los cambios repentinos. De las gráficas podemos comentar que el tiempo de adaptabilidad es menor cuando se usan cuatro bloques, sin embargo esta diferencia

es pequeña y puede ser despreciable. Con una razón de aprendizaje de 0.001 la neurona aprende más rápido que con un valor de 0.1.

## V. REFERENCIAS

- [1] Sidney, C., McClellan, J. H., Oppenheim, A. V., Parks, T. W., Schafer, R. W., Schuessler, H. W., Ejercicios de tratamiento de la señal utilizando MATLAB® V.4, Prentice Hall, Ch. 8, 1998.
- [2] Oppenheim, A. V., Schafer, R. W., Tratamiento de señales en tiempo discreto, Prentice Hall, Person, 2009.
- [3] Escolano, F., Cazorla, M. A., Alfonso, M. I., Colomina, O., Lozano, M. A., Inteligencia Artificial, Modelos, Técnicas y Áreas de aplicación, Thomson, Ch. 4, 2003.
- [4] Hagan, M. T., Demuth, H. B., Neural network design, PWS Publishing Company, ISBN 0-534-94332-2, Ch. 10, 1996.
- [5] Cruz, P. P., Inteligencia Artificial, Alfaomega, ISBN 978-607-7854-83-8, 2010.

## VI. APÉNDICE

[www.virtual.UPIITA.IPN.mx](http://www.virtual.UPIITA.IPN.mx)