



# Desarrollo e Implementación en Software de una Interfaz Gráfica de Usuario para el Filtrado de Señales EEG



María Monserrat Morín Castillo<sup>1</sup>, Alina Santillán Guzmán<sup>2</sup>, Ana María Rodríguez Domínguez<sup>1</sup>, Jesús Rubén Vargas García<sup>1</sup>, José Jacobo Oliveros Oliveros<sup>3</sup>, José Eladio Flores Mena<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México

<sup>2</sup> Facultad de Electrónica, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, Puebla, México

<sup>3</sup> Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México

## Resumen

Las enfermedades cerebrales han sido de especial interés por los especialistas de diferentes áreas, debido a la complejidad del cerebro; algunas de las más comunes son los edemas, epilepsia, tumores, Parkinson y Alzheimer. Debido a esto es necesario crear sistemas de medición que permitan visualizar o monitorear su comportamiento. Sin embargo, la mayoría de estos dispositivos solamente permiten su visualización y en algunos casos un procesamiento mínimo de las señales. En este contexto se ha propuesto desarrollar una interfaz gráfica implementada en MATLAB, que permita visualizar y procesar las señales electroencefalográficas, a través de diferentes técnicas de filtrado.

Un enfoque importante para este análisis es desde el punto de vista de las interfaces gráficas de usuario, las cuales permiten interactuar al usuario con la computadora de manera visual estableciendo interrelaciones por medio del filtrado. En el marco de este trabajo se robustece la interfaz gráfica de usuario (GUI) "FIMALOF", cuya modificación consiste en la puesta en marcha de la técnica de filtrado conocida como análisis de componentes independientes (ICA), además de incluir el análisis de componentes independientes con filtro pasa bajas e implementar el filtrado de descomposición empírica de modos (EMD).

## Introducción

Existen diferentes interfaces gráficas de usuario para el procesamiento de señales electroencefalográficas como son: EEGLAB, Brain Visualizer, Software Curry 8 SBR, Loreta Key, NeuroView, NeuroSkyLab y Exellent Brain EEG Visualizer; las cuales en cada caso pueden presentar cierto grado de complejidad para el usuario. Es por ello que el **objetivo** de este trabajo es el desarrollo de una interfaz gráfica amigable y de fácil manejo para el usuario, implementada en MATLAB, que permita el filtrado de señales electroencefalográficas mediante diferentes técnicas.

## Resultados

En la figura 1 se evidencia el funcionamiento de las sub interfaces, ICA, icalpf (ICA con filtro pasa bajas) y EMD; siendo aplicadas a un registro EEG con una frecuencia de muestreo de 128 Hz de un sujeto sano.

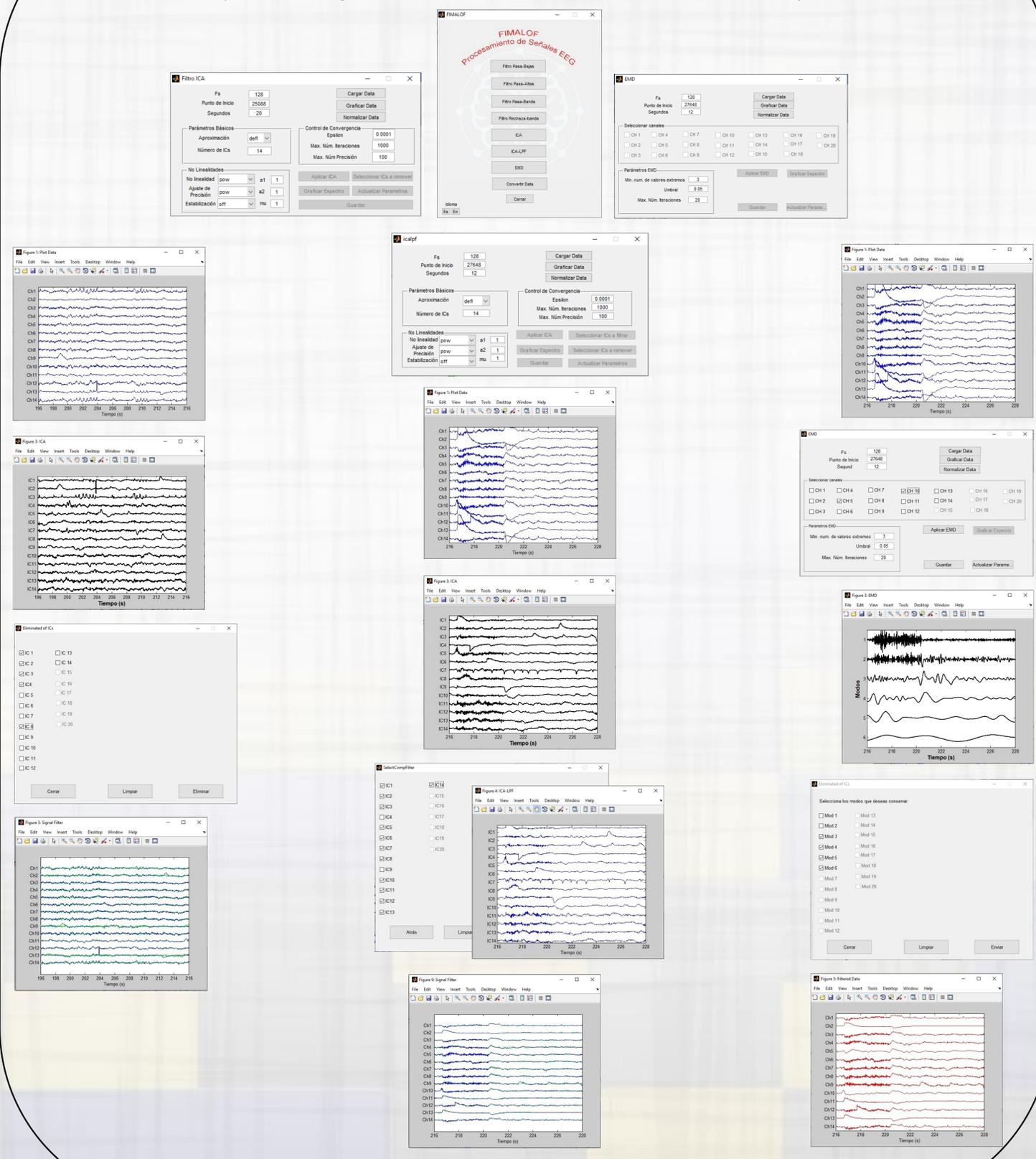


Figura 1. Interfaces de técnicas de filtrado que componen la GUI FIMALOF.

## Metodología

### Técnicas de descomposición de señales

#### Análisis de componentes independientes [1]

$$y_k = Cs_k \quad (1)$$

$y_k$  registro EEG

$C$  matriz de mezclas

$s_k$  componentes independientes

1. Los componentes deben ser estadísticamente independientes.
2. El máximo número de componentes con distribución Gaussiana es 1 y los demás componentes no deben tener distribución Gaussiana.
3. La matriz de mezclas debe ser una matriz cuadrada.
4. El número de componentes no puede ser mayor que el número de canales.

#### Análisis de componentes independientes con filtro pasa bajas

1. Se aplica ICA.
2. Se filtran los componentes que tienen artefactos musculares con un filtro de 30 Hz y orden 6.
3. Se eliminan los componentes que tienen artefactos.
4. Se vuelve a armar la señal usando los componentes resultantes y la matriz de mezclas.

#### Descomposición empírica de modos [2]

1. Se calculan los puntos máximos y se interpolan.
2. Se calculan los puntos mínimos y se interpolan.
3. Se obtiene el valor medio entre las dos interpolaciones anteriores y este es el primer candidato a modo y lo es si se cumple una de las dos siguientes condiciones:
  - Se elige un umbral y si  $SD < \text{umbral}$  con:

$$SD = \frac{\sum_{t=0}^T |C_{IMF-1}(t) - C_{IMF}(t)|^2}{\sum_{t=0}^T C_{IMF-1}^2(t)} \quad (2)$$

- Si se ha cumplido un número determinado de iteraciones consecutivas.
4. Este candidato a modo se substraee de la señal original para realizar otra iteración y obtener el siguiente modo. Todo este proceso se repite hasta que el resultado tenga menos de dos valores extremos (máximos o mínimos).

## Conclusiones

En la demostración de los resultados de la aplicación de las GUI, correspondientes a ICA, ICA con filtro pasa bajas y EMD, se pudo observar que funcionaron adecuadamente para filtrar las señales EEG. Dicha interfaz es amigable e intuitiva para el usuario ya que cuenta con avisos que evitan una mala operación. Como trabajo futuro, se pretende agregar una función de conversión de formatos para poder utilizar diferentes tipos de archivo de señales EEG e implementar un algoritmo de localización de fuentes sintéticas, las cuales se generarían a partir de un modelo matemático.

## Referencias

- [1]A. Hyvärinen and E. Oja, "Independent component analysis: algorithms and applications," Neural networks, vol. 13, no. 4-5, pp. 411-430, 2000.
- [2]E. Huang, Z. Shen, S. R. Long, M. C. Wu, H. H. Shih, Q. Zheng, N.-C. Yen, C. C. Tung, and H. H. Liu, "The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis," Proceedings of the Royal Society of London. Series A: mathematical, physical and engineering sciences, vol. 454, no. 1971, pp. 903-995, 1998.