

**EXTRACCIÓN DE CARACTERÍSTICAS DESCRIPTORAS DE MOVIMIENTOS DE  
LA MANO A PARTIR DE SEÑALES ELECTROMIOGRÁFICAS (EMG)  
APLICANDO TÉCNICAS WAVELETS**

**ANEXO B. MANUAL DE USUARIO**



**DIANA PAOLA GASCA DURAN  
LUIS ALVARO ROJAS ROJAS**

**Director  
Ing. HAROLD ARMANDO ROMO ROMERO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
DEPARTAMENTO DE TELECOMUNICACIONES  
GRUPO I+D NUEVAS TECNOLOGÍAS EN TELECOMUNICACIONES  
POPAYÁN  
2007**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>B.1. CARACTERIZACIÓN DE SEÑALES EMG.....</b>	<b>2</b>
B.1.1. SELECCIÓN DE LA SEÑAL EMG .....	2
B.1.2. CARACTERÍSTICAS DT.....	4
B.1.3. CARACTERÍSTICAS DWT. ....	6
B.1.4. CARACTERÍSTICAS WPT.....	7
B.1.5. COMPARACIÓN RENDIMIENTO .....	7
<b>B.2. DEMO.....</b>	<b>8</b>
B.2.1. CARGAR SEÑAL A ANALIZAR .....	10
B.2.2. SELECCIÓN WAVELET MADRE.....	10
B.2.3. SELECCIÓN DEL NIVEL DE DESCOMPOSICIÓN.....	11
B.2.4. ANÁLISIS DWT.....	12
B.2.5. ANÁLISIS WPT, ÁRBOL COMPLETO .....	14
B.2.6. ANÁLISIS WPT CON EL ALGORITMO DE LA MEJOR BASE.....	15

## LISTA DE FIGURAS

Figura B1. Selección de la señal EMG.....	3
Figura B2. Browser cargar archivo.....	3
Figura B3. Interfaz Principal.....	4
Figura B4. Interfaz Principal con Comparación de Características .....	4
Figura B5. Plano Características DT.....	5
Figura B6. Menú Selección de Características .....	5
Figura B7. CSI de Características.....	6
Figura B8. Plano Características DWT .....	6
Figura B9. Plano Características WPT.....	7
Figura B10. Comparación Rendimiento .....	8
Figura B11. Selección demo .....	9
Figura B12. Interfaz Principal Demo .....	9
Figura B13. Selección de la señal.....	10
Figura B14. Selección de la wavelet madre .....	11
Figura B15. Selección nivel de descomposición. ....	12
Figura B16. Selección análisis DWT .....	13
Figura B17. Resultado análisis señal DWT.....	13
Figura B18. Análisis WPT, árbol completo.....	14
Figura B19. Resultado análisis WPT, árbol completo. ....	15
Figura B20. Análisis WPT, Mejor Base. ....	15
Figura B21. Resultado análisis WPT, mejor base. ....	16

## ANEXO B. MANUAL DE USUARIO

El algoritmo se desarrolló en la versión 7.1 de Matlab, por consiguiente se hizo uso de funciones propias del *toolbox wavelet*, complementadas con funciones desarrolladas para la adecuación de esta teoría a la aplicación implementada. Adicional a esto se hace uso del *toolbox wavelab850* desarrollado por Jonathan Buckheit, Shaobing Chen, David Donoho, Lain Johnstone de la universidad de Stanford y Jeffrey Scargle del centro de investigación de la NASA-Ames y disponible en [http://www-stat.stanford.edu/~wavelab/Wavelab\\_850](http://www-stat.stanford.edu/~wavelab/Wavelab_850) .

El presente manual de usuario describe cada paso y cada funcionalidad del proceso de extracción de características descriptoras de movimientos de mano a partir de señales EMG aplicando técnicas espectrales y temporales. Además se ha desarrollado una aplicación denominada *demo* la cual consiste en una ayuda para ilustrar la *teoría wavelet* en lo que se refiere a la DWT y la WPT, existiendo la posibilidad de variar diferentes parámetros como la *wavelet madre*, el nivel de descomposición y la señal.

### B.1. CARACTERIZACIÓN DE SEÑALES EMG.

#### B.1.1. SELECCIÓN DE LA SEÑAL EMG

El primer paso que se debe realizar para hacer uso del algoritmo es cargar la señal EMG a la cual se le realizara la extracción de características, para esto se hace clic en el botón “*Cargar Señal EMG* “ (ver figura B1).

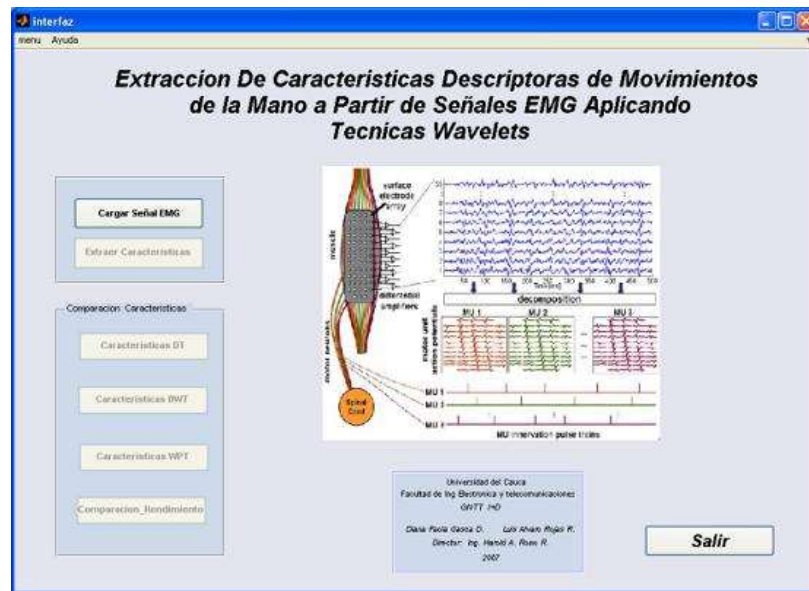


Figura B1. Selección de la señal EMG

A continuación la GUI (Interfaz gráfica de usuario) despliega un browser que permite buscar una señal con formato '.mat',. Se debe elegir una de las señales según el paciente (ver figura B2).

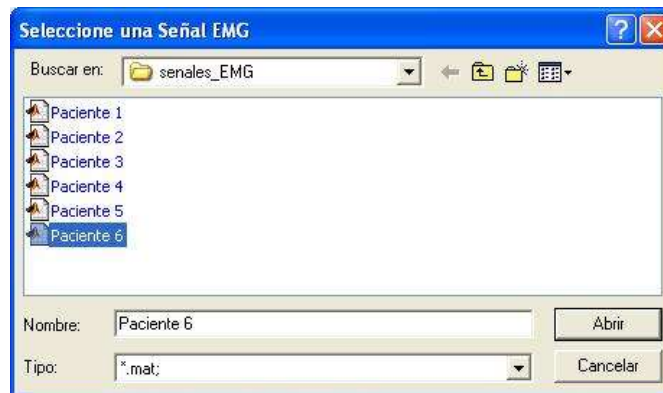


Figura B2. Browser cargar archivo

Al cargar la señal se activa el botón de “*Extraer Características*” y se visualiza la primera muestra de la señal EMG del paciente seleccionado, como se ilustra en la figura B3. Al hacer clic sobre el botón de “*Extraer Características*” se realizan los análisis WPT, DWT y DT sobre la señal, y con estos análisis se crean los vectores de características respectivos.

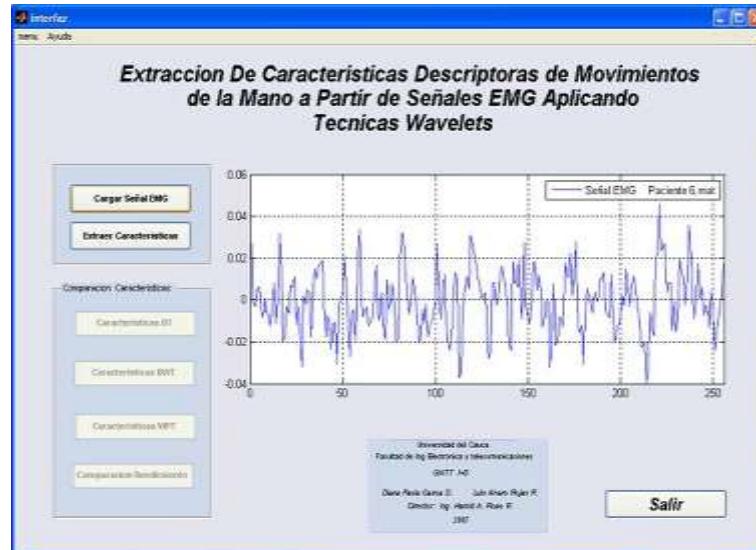


Figura B3. Interfaz Principal

### B.1.2. CARACTERÍSTICAS DT

Para obtener información de las características en el dominio del tiempo, se debe hacer clic en el botón de “*Características DT*” (ver figura B4).

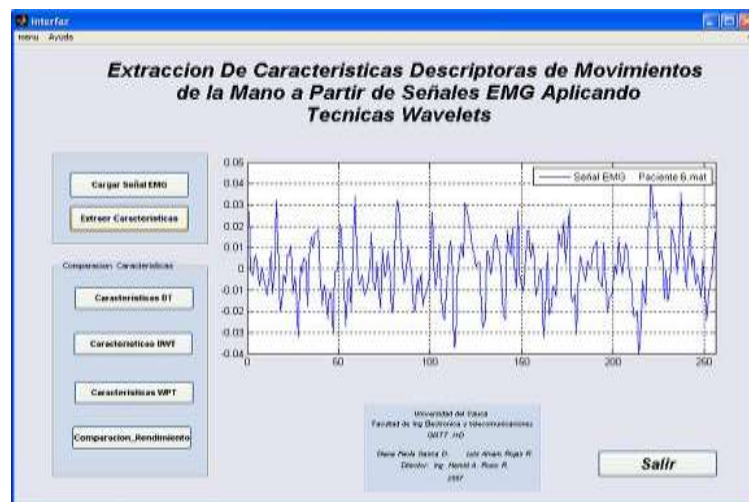
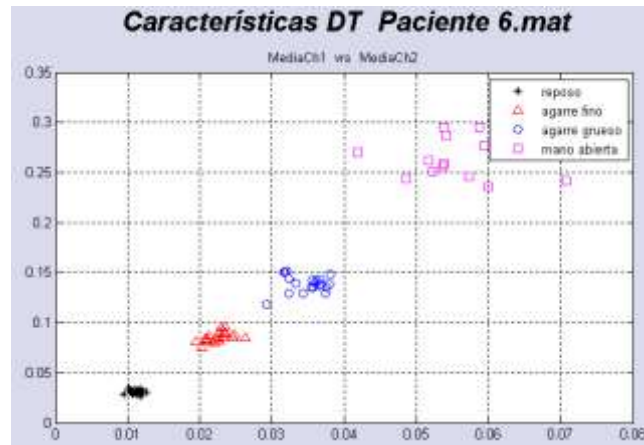


Figura B4. Interfaz Principal con Comparación de Características

En el dominio del tiempo se extrajeron las características de media y longitud de onda de los canales Ch1 y Ch2 , la grafica de las separabilidades obtenidas entre dos características se pueden observar al elegir estas características y al oprimir el

botón mostrar. Por defecto se observa la gráfica de separabilidad de las características de la media obtenida del canal Ch1 y la media obtenida del canal Ch2, como se muestra en la figura B5.



**Figura B5. Plano Características DT**

Para cambiar la grafica de características, podemos elegir cualquier combinación de ellas, como se muestra en la figura B6.



**Figura B6. Menú Selección de Características**

A continuación de la selección de características se puede observar el plano de características como en la figura B5, adicionalmente se muestran los índices CSI de las respectivas características seleccionadas como se muestra en la figura B7.

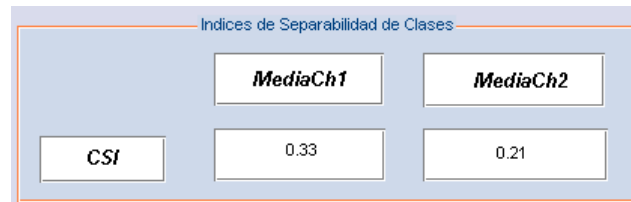


Figura B7. CSI de Características

### B.1.3. CARACTERÍSTICAS DWT.

Para obtener información de las características DWT, se debe hacer clic en el botón denominado “*Características DWT*” de la interfaz principal de la figura B4.

Utilizando la DWT se extrajeron las características de media, varianza, valores singulares y Energía para dos canales (Ch1, Ch2), la gráfica de las separabilidades obtenidas entre dos características se pueden observar al elegir estas características y al oprimir el botón “*mostrar*”. Por defecto se observa la gráfica de separabilidad de las características correspondientes a la media obtenida del canal Ch1 y la media obtenida del canal Ch2 (ver figura B8).

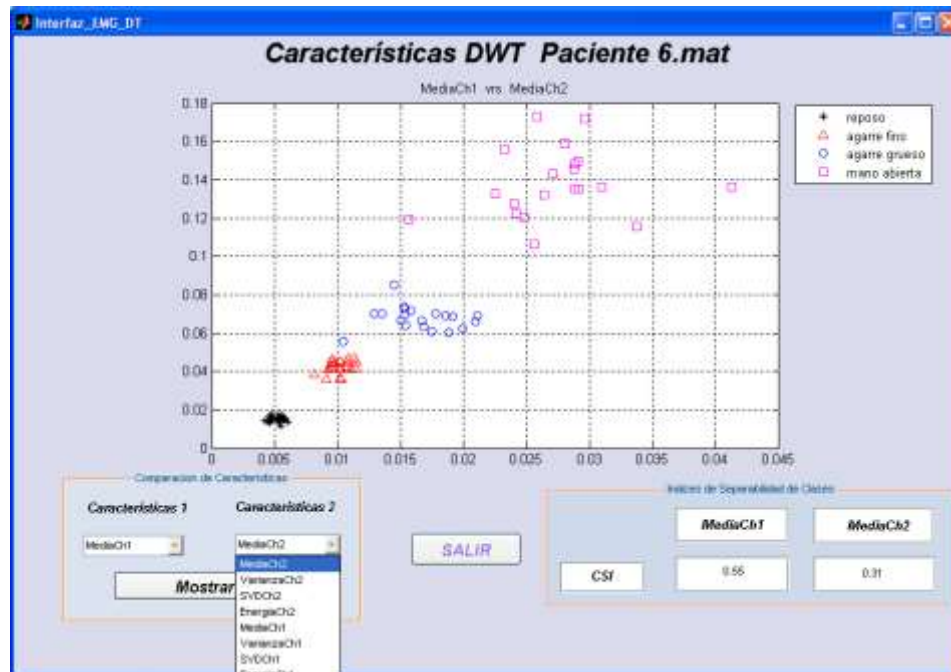


Figura B8. Plano Características DWT



### B.1.4. CARACTERÍSTICAS WPT

Para obtener información de las características WPT, se debe hacer clic en el botón de “*Características WPT*” en la interfaz de la figura B4.

Utilizando la WPT se extrajeron las características de media, varianza, valores singulares y Energía para dos canales (Ch1, Ch2), la gráfica de las separabilidades obtenidas entre dos características se pueden observar al elegir estas características y al oprimir el botón “*mostrar*”. Por defecto se observa la gráfica de separabilidad de las características de la media obtenida del canal Ch1 y la media obtenida del canal Ch2, como se muestra en la figura B9.

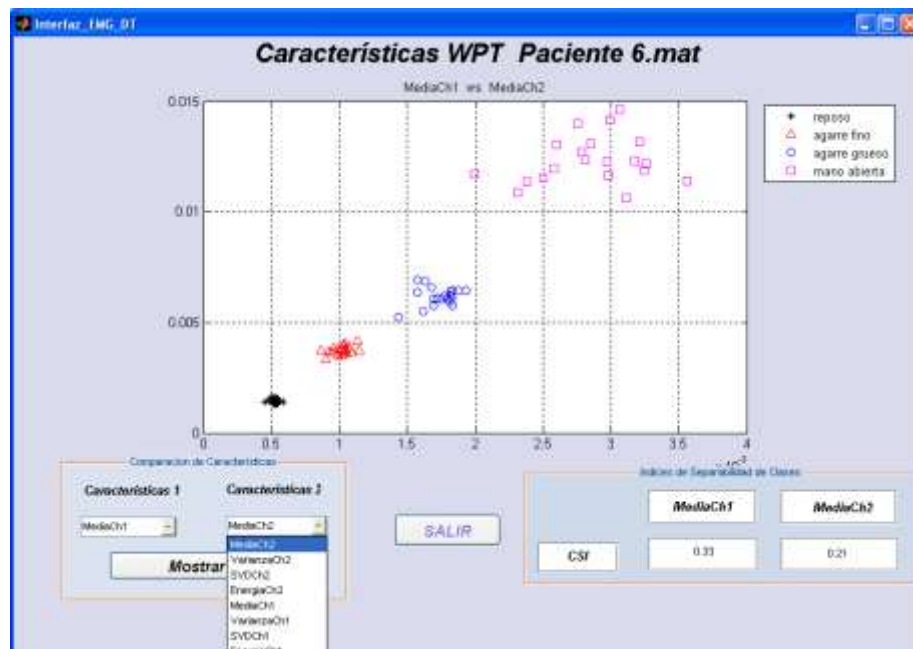
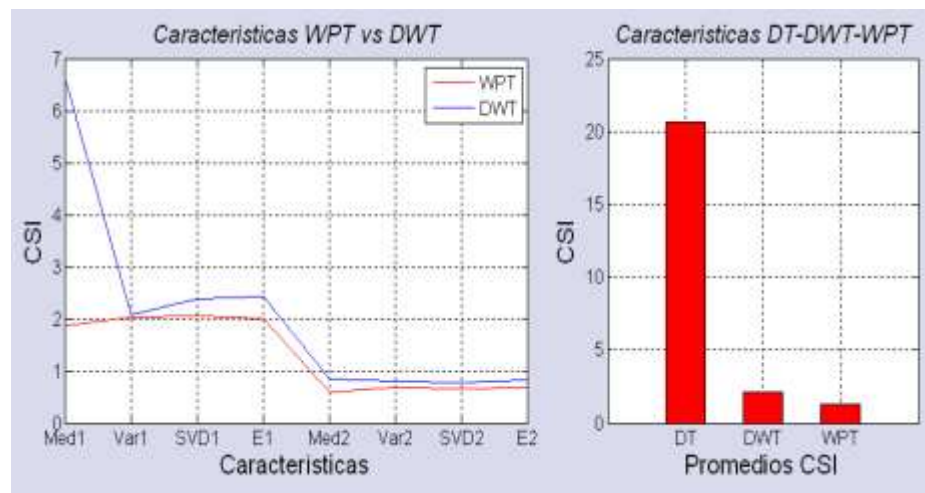


Figura B9. Plano Características WPT

### B.1.5. COMPARACIÓN RENDIMIENTO

En esta parte se realiza una comparación de los CSI obtenidos de los vectores característicos DT, DWT y WPT. De tal manera, que para obtener esta información se debe hacer clic en el botón de “*Comparación\_Rendimiento*” en la interfaz de la figura B4.

En la interfaz de capacidad de discriminación de las características, se observan dos figuras, en la primera se hace una comparación de las características WPT y DWT. En la segunda figura se observa el promedio de los índices CSI, para la WPT, DWT y DT, hay que tener en cuenta que en el dominio del tiempo se analizaron diferentes características, por consiguiente el promedio de DT al ser comparado con el promedio DWT y WPT, no es muy objetivo, pero brinda una buena medida para observar la eficiencia en la separabilidad de los diferentes conjuntos de características, en la figura B10 se observa la comparación del rendimiento de las diferentes técnicas de extracción de características.



**Figura B10. Comparación Rendimiento**

## B.2. DEMO

En este trabajo se muestra el funcionamiento de la *teoría wavelet*, en particular el funcionamiento de la transformada DWT y WPT. Para realizar este análisis se toman diferentes tipos de señales, y se analiza su descomposición dependiendo la *wavelet madre* y el nivel de descomposición deseado. A continuación se muestra como se utiliza la aplicación en MATLAB la cual es muy útil para personas que apenas están incursionando en la *teoría wavelets*.

Para empezar con el demo del análisis *wavelet* en la ventana principal de la aplicación CORPUS EMG, se selecciona la opción de menú y se elige el submenú DEMO\_WAVELET. El procedimiento anterior se ilustra en la figura B11.

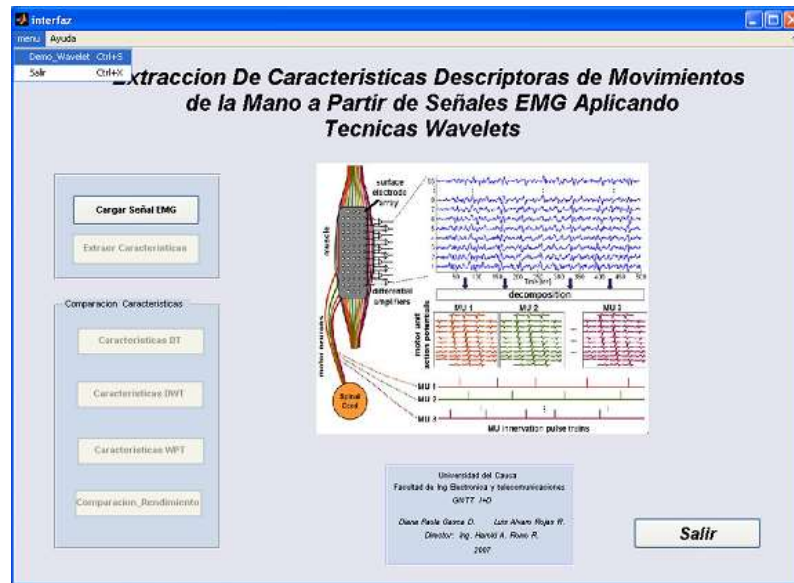


Figura B11. Selección demo

En la figura B12, se visualiza la interfaz principal que corresponde al análisis wavelet de diferentes señales.

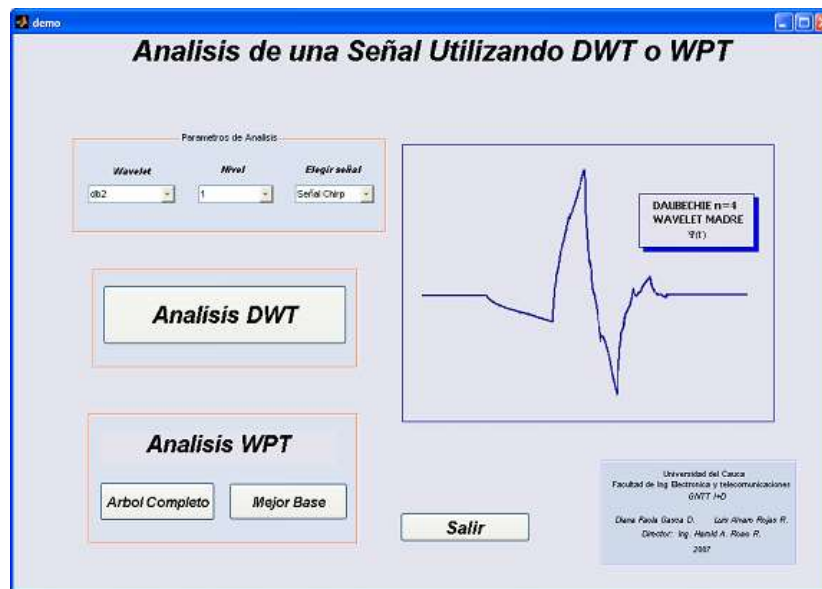


Figura B12. Interfaz Principal Demo

En esta etapa se visualizan diferentes opciones como se muestra la figura anterior. Para aplicar la transformada *wavelet*, es necesario seleccionar una señal, un nivel de descomposición y una *wavelet madre*.

### B.2.1. CARGAR SEÑAL A ANALIZAR

En esta opción se selecciona la señal que se desea analizar, ya sea la DWT o la WPT. Entre las señales que se pueden analizar tenemos: señal chirp, EMG, sinusoidal etc. En la figura B13 se muestra el procedimiento de selección de la señal.

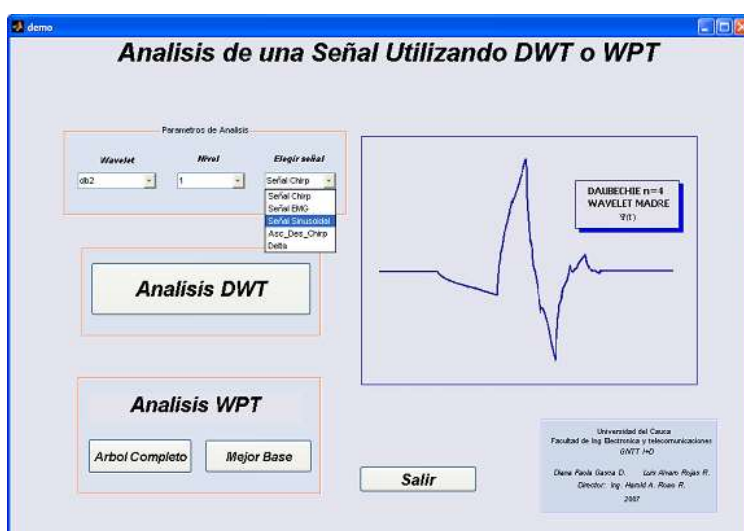


Figura B13. Selección de la señal

En el caso de que no se seleccione ninguna señal, la señal por defecto a análisis es una señal chirp.

### B.2.2. SELECCIÓN WAVELET MADRE

Para la selección de la *wavelet madre*, la GUI proporciona un menú que despliega los nombres cortos o identificadores de las *wavelets* más conocidas, las cuales se pueden utilizar para el análisis *wavelet* de la señal seleccionada. Las relaciones entre las familias *wavelets* y sus identificadores correspondientes se muestran en la siguiente tabla:

Familia Wavelet	Identificador
Daubechies	'db2', ... , 'db4', ... , 'db6'
Coiflets	'coif3', 'coif4'
Symlets	'sym3', ... , 'sym6'
Meyer Discreta	'dmey'

Tabla 1. Familias Wavelets

La *wavelet* seleccionada por defecto por la GUI es la 'db2' y Para elegir otra *wavelet* basta con hacer clic sobre el indicador de despliegue y seleccionar una de la lista, como se muestra en la figura:

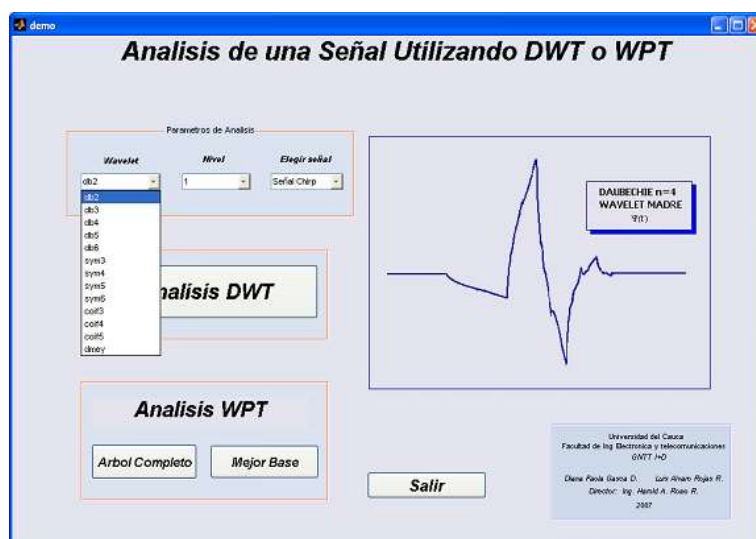


Figura B14. Selección de la *wavelet madre*

### B.2.3. SELECCIÓN DEL NIVEL DE DESCOMPOSICIÓN

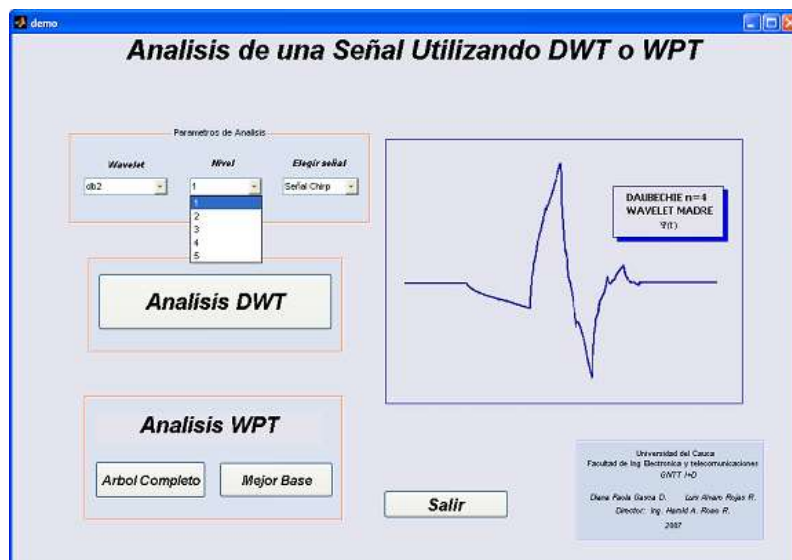
Previo al proceso de descomposición *wavelet* se debe seleccionar un nivel, el cual determina la cantidad de subbandas establecidas en el análisis, para la DWT se calcula de acuerdo a la siguiente relación:

$$S = n + 1$$

En el caso de la WPT, se utiliza la siguiente relación:

$$2^{2(n-1)}$$

Donde S es el número de *subbandas* y n el nivel. La selección del nivel se efectúa sobre el menú etiquetado como Nivel, como se muestra en la figura B15.



**Figura B15. Selección nivel de descomposición.**

El valor máximo establecido para el nivel es cinco (5), buscando esencialmente facilidad en la representación gráfica de la descomposición subbanda.

#### **B.2.4. ANÁLISIS DWT**

Una vez que se hayan seleccionado, la señal, la wavelet madre, y el nivel de descomposición se puede elegir que análisis realizar, en el caso que se desee realizar el análisis DWT el procedimiento a seguir se ilustra en la figura B16:

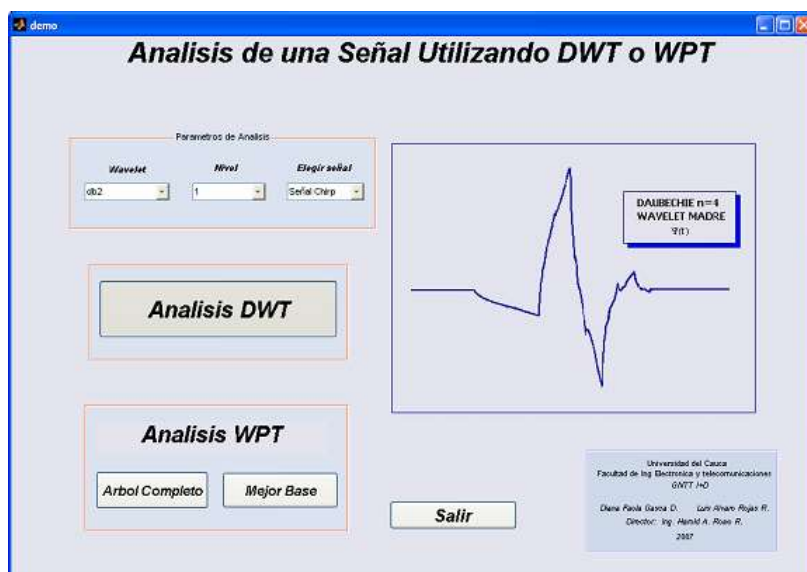


Figura B16. Selección análisis DWT

Los resultados del análisis DWT de una señal sinusoidal con la *wavelet madre* db4 y a un nivel de descomposición cuatro se muestran en la figura B17, donde se ilustra el árbol de descomposición, el enrejado, la representación Tiempo-Frecuencia, y el diagrama de subbandas.

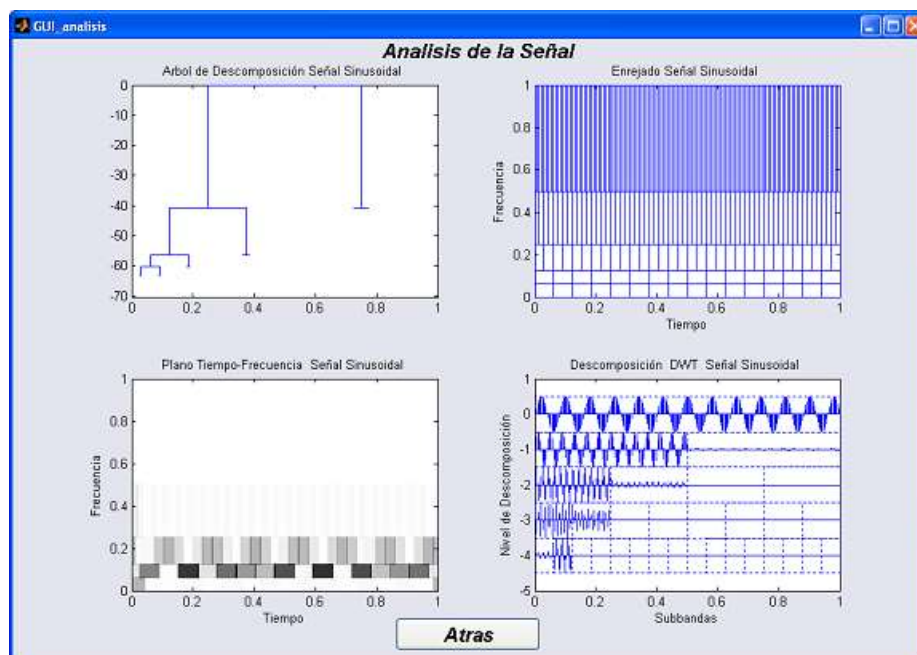


Figura B17. Resultado análisis señal DWT.

## B.2.5. ANÁLISIS WPT, ÁRBOL COMPLETO

Una vez que se hayan seleccionado, la señal, la *wavelet madre*, y el nivel de descomposición se puede elegir que análisis se realizar, en el caso que se desee realizar el análisis WPT con el árbol completo, el procedimiento a seguir se ilustra en la figura B18.

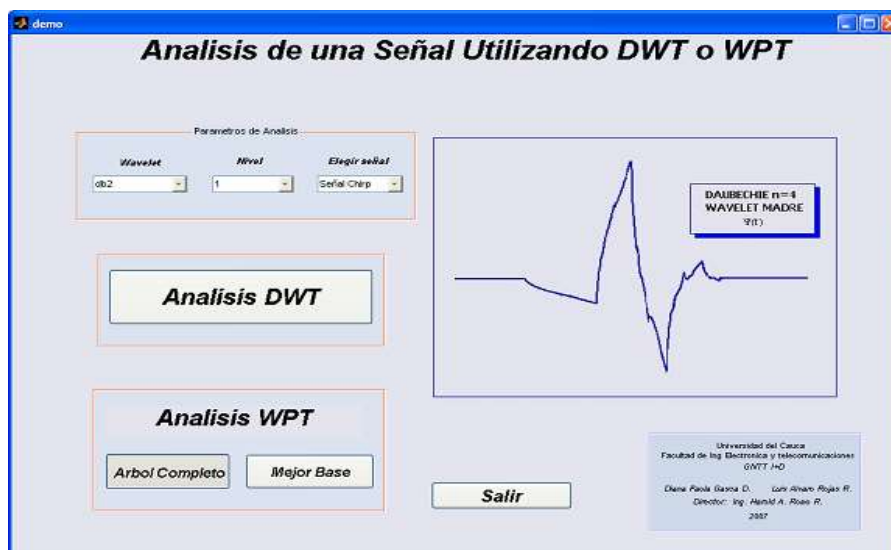


Figura B18. Análisis WPT, árbol completo.

Los resultados del análisis WPT con el árbol completo de una señal sinusoidal con la *wavelet madre* db4 y nivel de descomposición cuatro se muestran en la figura B 19, donde se ilustra el árbol de descomposición, el enrejado, la representación Tiempo-Frecuencia, y el diagrama de subbandas.



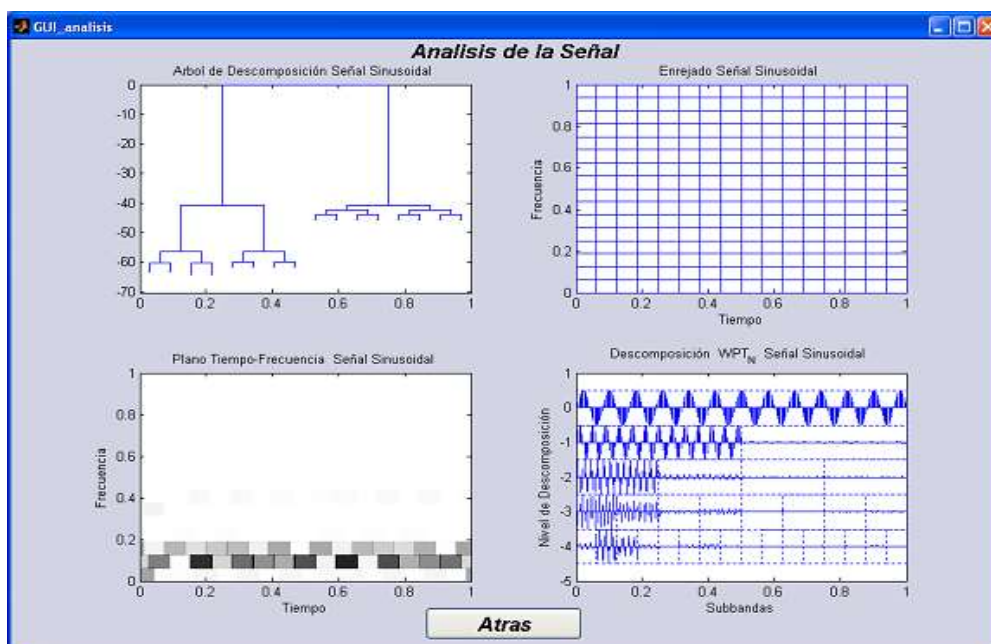


Figura B19. Resultado análisis WPT, árbol completo.

## B.2.6. ANÁLISIS WPT CON EL ALGORITMO DE LA MEJOR BASE

Una vez que se hayan seleccionado, la señal, la *wavelet madre*, y el nivel de descomposición se puede elegir que análisis se realizar, en el caso que se desee realizar el análisis WPT con el algoritmo de la mejor base, el procedimiento a seguir se ilustra en la figura B20.

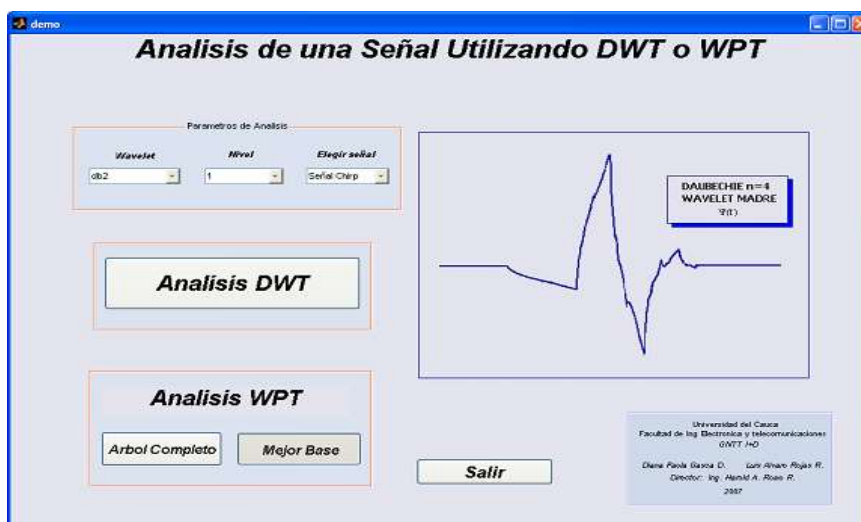


Figura B20. Análisis WPT, Mejor Base.

Los resultados del análisis WPT con el algoritmo de la mejor base utilizando como función de costo la entropía de Coifman-Wickerhauser, una señal sinusoidal con la wavelet madre db4 y nivel de descomposición cuatro se muestran en la figura B21, donde se ilustra el árbol de descomposición, el enrejado, la representación Tiempo-Frecuencia, y el diagrama de subbandas.

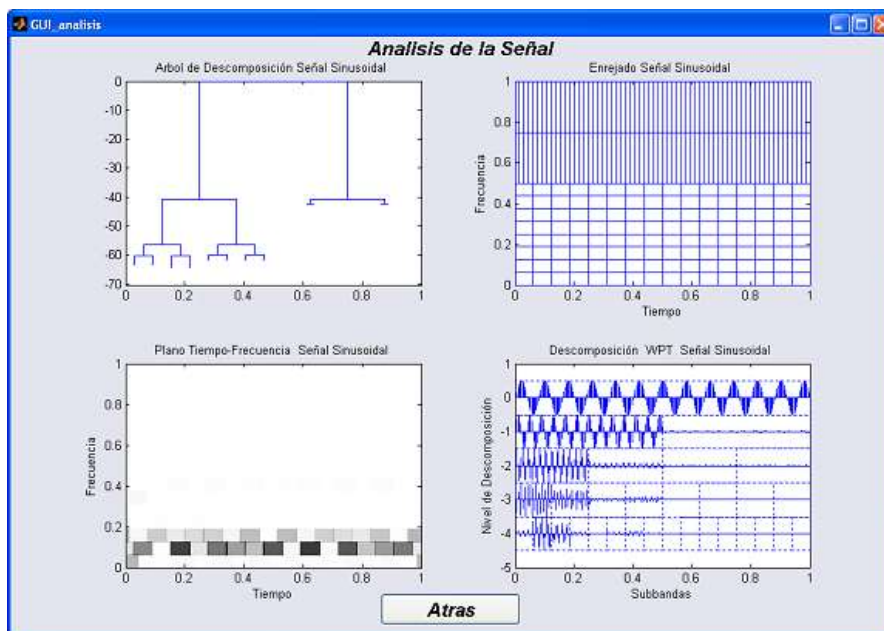


Figura B21. Resultado análisis WPT, mejor base.