



UNIVERSIDAD
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL
PIRHUA

APLICACIÓN DE LA TRANSFORMADA WAVELET A SEÑAL DE BAJA POTENCIA EN ENTORNO DE MATLAB

Edward Yamunaqué-Chunga

Piura, junio de 2016

FACULTAD DE INGENIERÍA

Máster en Ingeniería Mecánico-Eléctrica con Mención en Automática y
Optimización

Yamunaqué, E. (2016). *Aplicación de la Transformada Wavelet a señal de baja Potencia en Entorno de Matlab* (Tesis de Máster en Ingeniería Mecánico-Eléctrica con mención en Automática y Optimización). Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Piura, Perú.



Esta obra está bajo una [licencia](#)
[Creative Commons Atribución-](#)
[NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](#)

[Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura](#)

Resumen

En los proyectos de estudio de señales unidimensionales muchas veces se realiza un estudio global en el tiempo, pero sin embargo esta misma señal se puede separar y observar el comportamiento local de la señal, permitiéndonos discriminar ciertas características no deseadas como por ejemplo el ruido, también mediante el algoritmo Multirresolución se puede comprimir los datos de la señal.

Este trabajo constituye principalmente una introducción a la teoría de *Wavelet*. Para poder abordar este tema se estudia de manera breve la transformada de Fourier y Gabor para luego dar una explicación general de los conceptos sobre Transformada de Wavelet en su forma continua y discreta. Posteriormente, se introduce *Wavelets* como una herramienta alternativa para filtrado y compresión de señales unidimensionales.

Para utilizarla eficientemente, uno de los métodos de análisis multi-resolución es la transformada *Wavelet* discreta (DWT), la cual proporciona una discriminación simultánea tiempo-frecuencia de una señal y, además, permite identificar los coeficientes más significativos de su representación. Para lograr esto, se deben integrar varios equipos, el más importante de ellos es el sistema de adquisición de datos. Este sistema embebido contiene un protocolo de comunicación independiente y es, justamente, el motivo de investigación de la presente tesis.



U N I V E R S I D A D D E P I U R A
FACULTAD DE INGENIERÍA



“Aplicación de la Transformada *Wavelet* a señal de baja Potencia en Entorno de Matlab”

Tesis para optar el Grado de Máster en
Ingeniería Mecánico – Eléctrica con mención en Automática y Optimización

Edward José Yamunaqué Chunga

Asesor: Mgtr. Italo Chinchay Ulloa

Piura, Junio 2016

Índice

Prólogo	vii
Índice	xi
Capítulo 1	15
1 Introducción.....	15
1.1 Objetivos.....	15
1.1.1 Objetivo General.....	15
1.1.2 Objetivo Especifico	15
1.2 Estructura de la tesis	16
1.3 Estado del arte.....	17
Capítulo 2	19
2 Información preliminar y estudios previos.....	19
2.1 Señales No estacionarias.....	19
2.2 El consumo de potencia en dispositivos CMOS.....	19
2.3 Ataques por canal lateral.....	20
2.4 Radiación electromagnética en dispositivos CMOS.....	21
Capítulo 3	25
3 Estudio de las Herramientas de Hardware comerciales utilizadas para la medición... 25	25
3.1 Sonda de Campo Magnético	26
3.2 Amplificador de bajo ruido.....	26
3.3 <i>OpenADC</i>	27
3.4 FPGA	28
3.4.1 <i>Spartan – 6-LX9</i>	28
3.4.1.1 Especificaciones	29
3.4.2 El arreglo de compuertas programable	30
3.4.3 Lenguaje de Diseño de Hardware(VHDL/Verilog).....	30
3.4.4 Descripción de la herramienta utilizada	31
3.4.5 Ventajas de una arquitectura FPGA	31
Capítulo 4	33

4	FPGA, Python, comunicación serial y almacenamiento de datos	33
4.1	Proceso para el diseño de FPGA.....	34
4.1.1	Creación de archivos de diseño en VHDL	35
4.1.2	Simulación del diseño.....	35
4.1.3	Síntesis del diseño	36
4.1.4	Mapeo	37
4.1.5	Diseño, mapeo y Ruteo.....	37
4.1.6	Asignación de pines.....	37
4.1.7	Programación.....	39
4.2	Almacenamiento de la programación en memoria	40
4.3	Python 2.7.3	40
4.3.1	Características.....	41
Capítulo 5		43
5	Representaciones Tiempo-Frecuencia.....	43
5.1	Transformada de Fourier	43
5.1.1	Definición	43
5.1.2	Observaciones.....	47
5.1.3	Desventajas.....	47
5.2	Transformada Discreta de Fourier (DFT).....	48
5.2.1	Definición	48
5.3	Transformada de Fourier de tiempo corto (Gabor-STFT).....	50
5.3.1	Definición	51
Capítulo 6		53
6	Transformada <i>Wavelet</i> basado en señales unidimensionales	53
6.1	Transformada <i>Wavelet</i> Continua (CWT).....	54
6.1.1	Introducción.....	54
6.1.2	Familias <i>Wavelet</i> o <i>Wavelet</i> madre.....	55
6.2	Transformada <i>Wavelet</i> Discreta (DWT)	57
6.2.1	Introducción.....	57
6.3	Análisis Multirresolución (MRA).....	59
6.4	Eliminación de ruido usando <i>Wavelet</i>	61
6.4.1	Procedimiento general de filtrado mediante <i>Wavelet</i>	62
6.4.2	Técnicas de cancelación de ruido	63
6.4.2.1	Selección de madre <i>Wavelet</i>	63
6.4.2.2	Determinación del nivel de descomposición.....	63
6.4.3	Segmentación o Umbral	64

6.4.4	Selección del umbral	65
6.4.5	Criterios de evaluación:	66
6.4.5.1	Proporción Señal-ruido:	66
6.4.5.2	Error cuadrático medio(MSE):	66
6.5	Compresión de señales unidimensional	66
6.5.1	Compresión mediante transformada <i>Wavelet</i>	67
Capítulo 7	69
7	Experimento	69
7.1	Filtrado y Compresión	71
Conclusiones	73
Referencias Bibliográficas	75
Anexos	79