

# ESTUDIO Y ANÁLISIS DE TRES FORMAS DE IMPLEMENTACIÓN DE LA TRANSFORMADA DISCRETA DE WAVELET SOBRE UN FPGA

*Joel Muñoz Quispe, Jorge Benavides Aspiazu, Jorge Tonfat Seclen, Carlos Silva Cárdenas.*

Grupo de Microelectrónica (GuE) - Pontificia Universidad Católica del Perú.  
Av. Universitaria Cdra. 18 S/N, San Miguel, Lima32, Lima-Perú  
Telef. (511)6262000 Ext. 4684 – Fax (511) 6262087

[ji\\_munozq@ieee.org](mailto:ji_munozq@ieee.org), [jobenas@ieee.org](mailto:jobenas@ieee.org), [jorgetonfat@ieee.org](mailto:jorgetonfat@ieee.org), [csilva@pucp.edu.pe](mailto:csilva@pucp.edu.pe)

## ABSTRACT

**The Wavelet Transform is an invaluable tool for signal analysis due in a very large part to its ability to show a signal in its time and frequency domains simultaneously. Most of the implementations already done for this transforms are software implementations, which means that it involves sequential processing in contrast to a more parallel processing that a hardware solution could provide. The present work shows a comparison study of three different architectures for the Wavelet transform which are based on a filter bank approach.**

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo trata sobre el estudio de tres arquitecturas que solucionan el problema y permita obtener un balance entre velocidad de procesamiento y área utilizada. Este trabajo está dividido como se presenta a continuación: la primera parte consta del fundamento teórico necesario para el desarrollo de la transformada de Wavelet, en la segunda parte se explicará las alternativas de diseño y la metodología a utilizar para el desarrollo del estudio en cuestión, luego se dará una explicación de las diversas arquitecturas utilizadas y finalmente se darán las conclusiones y observaciones halladas hasta el momento.

## 2. CONSIDERACIONES

Para el diseño del sistema se usa el lenguaje de descripción de hardware VHDL.

Para la implementación del mismo se usa las tarjetas de desarrollo “XUP- VIRTEX-II PRO – DEVELOPMENT SYSTEM”, la cual utiliza el FPGA VIRTEX-II PRO XC2P30 FF896 7C.

## 3. ARQUITECTURAS

Para el estudio a realizar se han pensado tres arquitecturas que tienen como variación la forma en

como ingresan los datos a los filtros y por consiguiente como es que estos son filtrados. Se explicará brevemente cada una de estas a fin de poder presentar luego los resultados que se obtuvieron de cada una de ellas.

### 3.1 Arquitectura con cuatro filtros

Como ya se ha mencionado anteriormente un elemento clave para la transformada de Wavelet es el uso de filtros para separar la señal en sus componentes de alta y baja frecuencia, lo que viene representado como los detalles ( $d_j$ ) y la aproximación ( $a_j$ ) de la señal (es decir esencialmente cual es la forma de ésta). Esta arquitectura se concentra en el uso de cuatro filtros (ver fig.1.) distintos para las cuatro señales que han sido ya separadas (pares e impares de la señales de alta frecuencia y de baja frecuencia).

### 3.2 Arquitectura con dos filtros

Para esta arquitectura los datos van directamente a un filtro que se encarga de hacer el filtrado de altas frecuencias o de bajas frecuencias según sea el caso, independiente de si el dato que llega sea par o impar. Como se puede ver en la figura 2 esta implementación utiliza sólo dos filtros para obtener los detalles y la aproximación con lo que se reduce la cantidad de hardware a utilizar y se logra cierto grado de paralelismo. Para poder realizar el filtrado de datos pares o impares adecuadamente se hace uso de multiplexores que están sincronizados para multiplicar un dato impar con su coeficiente correspondiente y un dato par con su respectivo coeficiente.

### 3.3 Arquitectura de un sólo filtro

Para esta tercera arquitectura se utiliza un solo filtro en el que pasan todos los datos ya sean impares, pares, de alta frecuencia o de baja frecuencia. La figura 3 muestra que para poder realizar un filtrado adecuado en este caso se hace uso nuevamente de los multiplexores para poder sincronizar el dato que llega con el coeficiente correspondiente. Esta arquitectura tiene la ventaja de

reducir el uso de hardware al mínimo posible a costa de abandonar un estilo de procesamiento paralelo, ya que debido a que se debe multiplexar cada dato que viene el cálculo se vuelve totalmente secuencial.

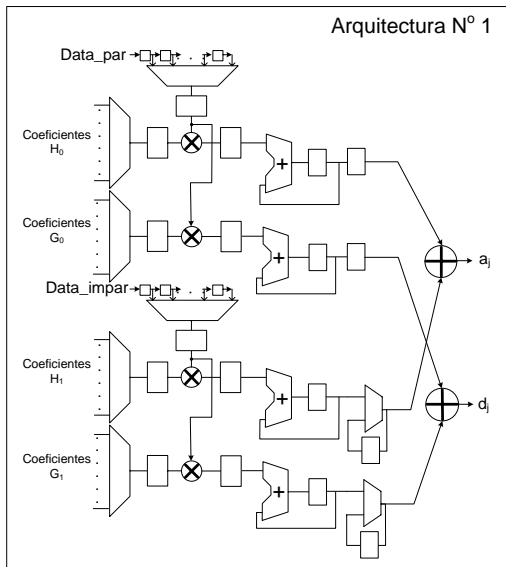


Figura 1. Arquitectura con cuatro filtros.

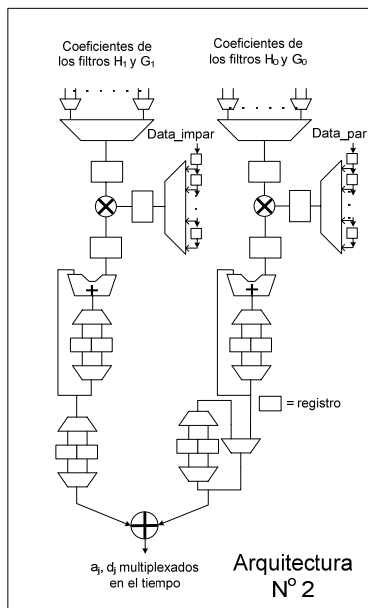


Figura 2. Arquitectura con dos filtros.

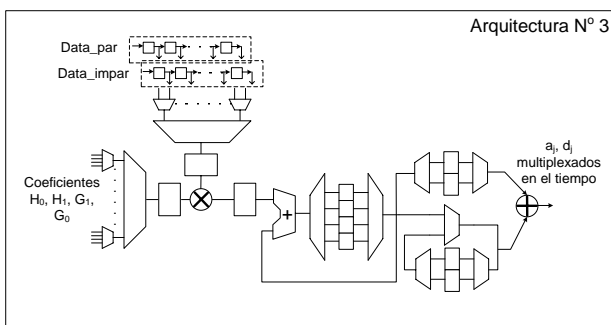


Figura 3. Arquitectura con un filtro.

#### 4. RESULTADOS

El diseño fue implementado para realizar la transformada en un primer nivel, donde se evaluó el consumo de recursos del sistema, así como la velocidad de procesamiento. En dichas pruebas se obtuvo un mayor consumo de componentes en el diseño con cuatro filtros, pero mayor flexibilidad en la velocidad de procesamiento por la menor cantidad de retardos que existía entre uno u otro componente. En el caso del sistema de dos filtros se obtuvo mayor tiempo de procesamiento pero mucha menor cantidad de consumo de componentes. Al igual que el caso anterior, el sistema con un filtro obtuvo menor cantidad de componentes y mayor tiempo de procesamiento, pero en este caso el procesamiento se hizo más extenso por la mayor cantidad de señales para manejar el sistema, lo cual redujo la velocidad de procesamiento, pero en forma lineal como se podría suponer.

#### 5. CONCLUSIONES

Para un sistema de óptimos resultados se propone como arquitectura alternativa el segundo sistema si se desea un tiempo de procesamiento no muy alto, pero con la gran ventaja de una menor cantidad de componentes para su implementación. Los resultados muestran además que mientras mayor velocidad deseemos menor flexibilidad se podrá obtener en el sistema con respecto a los dispositivos que puedan soportar el diseño, ya que se requerirá de una mayor cantidad de recursos que es posible que no todas las plataformas de lógica programable tengan.

#### 6. REFERENCIAS

- [1] Mallat, Stéphane G., A wavelet tour of signal processing, San Diego : Academic Press, 1999.
- [2] Uwe MeyerBaese. Digital Signal Processing with Field Programmable Gate Arrays , SpringerVerlag, 2001.
- [3] Jensen, A., Ripples in Mathematics: The Discrete Wavelet Transform, SpringerVerlag Berlín Heidelberg 2001.
- [4] <http://engineering.rowan.edu/~polikar/WAVELETS/WTtutorial.html> ; the Wavelet Tutorial by Robi Polikar.
- [5] Robi PoliKar, "Multiresolution Wavelet Analysis of ERPs for the Detection of Alzheimer's Disease".