



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DIVISIÓN DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

ANÁLISIS, IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE  
ALGORITMOS FFT PARA EL MULTIPLEXADO  
OFDM EN REDES DE COMUNICACIÓN  
INALÁMBRICA WiMAX

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :

INGENIERO ELÉCTRICO-ELECTRÓNICO

P R E S E N T A :

JOSÉ DOMINGO SANDOVAL GARCÍA



DIRECTOR DE TESIS:  
DR. ROGEIO ALCÁNTARA SILVA

Noviembre 2010

# Resumen.

Las necesidades de servicios de banda ancha personales están aumentando debido a que los usuarios requieren datos a altas velocidades, comunicaciones instantáneas, aplicaciones multimedia entre otras. La urgencia de tener estos servicios esta causando el desarrollo de nuevas tecnologías, como **WiMAX**, que proporcionen estos servicios en cualquier momento, en cualquier lugar de una zona metropolitana y aún cuando el usuario este en movimiento. La evolución de las tecnologías de comunicación de alta velocidad se debe en gran medida al desarrollo de sistemas de modulación como el Multiplexado con División en Frecuencia Ortogonal (**OFDM**), la cual es usada en los sistemas de comunicación de banda ancha comerciales. Una parte muy importante dentro de la cadena de OFDM es la utilización de la transformada de Fourier rápida (**FFT**), la cual permite el ahorro de ancho de banda para la transmisión de información así como el ahorro de energía y simplifica el diseño del sistema. La elección de un buen algoritmo FFT es indispensable para el funcionamiento eficiente de la modulación OFDM y así cubrir los requerimientos de velocidad de transmisión de datos. En este trabajo se presentan los resultados del análisis, implementación, evaluación y comparación de varios algoritmos FFT. La evaluación y la comparación fueron realizadas con respecto a la precisión, velocidad de cálculo, complejidad aritmética y dificultad de implementación de los algoritmos. Se determinó que el algoritmo FFT Radix-4 con Decimación en Frecuencia es el más indicado para implementarlo bajo el contexto analizado.

## Dedicatorias.

*A mis padres Alberto Sandoval Espinosa y Rosaura García Abarca sin los cuales no podría estar aquí en ningún sentido. Gracias por todo el apoyo y la paciencia que me han tenido, no hay palabras con las cuales poder expresar mi agradecimiento por todo lo que me han dado y han hecho de mí. Este pequeño triunfo también es de ustedes. Gracias de todo corazón, los quiero muchísimo.*

*A mi hermano Alberto Sandoval García. Gracias por tu compañía, consejos, pláticas, apoyo en todas las cosas que se me ocurren, por tu ejemplo y por ser el mejor hermano del mundo. Te quiero mucho.*

*A Erandi Bañuelos Soberanis, mi amiga, compañera, inspiración y cómplice en esta aventura llamada vida. Te amo, gracias por tratarme suavemente.*

*Gracias familia, sin ustedes no sería la persona que soy ...*

*A las familias Jiménez García, Martínez Jiménez, Sandoval Chávez y Sandoval García. Gracias por todo el apoyo y cariño que me tienen, sepan que yo también los quiero igual. Gracias tío Memo, tía Irma y mis hermanos Guillermo, Mariana y Gerardo; mis tíos Ignacio y Marta y primos Augusto y César; mis padrinos Francisco y Carmen y mis primos Delia, Francisco y Manuel.*

*A Mamá Yeyita, gracias por tu apoyo incondicional, tus pláticas con las que aprendo mucho y por el cariño que nos tienes a todos tus nietos. Te quiero mucho.*

*A mis amigos de la facultad: Anuar, Carlos, Celestino, Edgar, José Juan y Juan. Gracias por su amistad y ayuda brindada en todos estos años que estudiamos juntos y aún cuando ya no estamos en la facultad.*

*A mis amigos de toda la vida: Diana, Erika, Gaby, Josué, Julio, Maria Luisa, Mauricio, Omar, Raymundo y Valery. Gracias por su apoyo incondicional, a su lado he crecido y vivido cosas muy importantes. Los quiero mucho. Por favor hagan extensiva esta dedicatoria a sus familias las cuales me han brindado cariño y amistad, muchas gracias.*

*Gracias de todo corazón.*

# Agradecimientos.

*A Dios por permitirme estar y llegar aquí, por permitirme cumplir una meta más.*

*Al Dr. Rogelio Alcántara Silva por permitirme trabajar junto a él y asesorarme para la realización de este trabajo. Gracias por transmitirme sus conocimientos y opiniones no sólo con respecto a la ingeniería, si no también de la vida.*

*Al Laboratorio de Sistemas de Procesamiento y Transmisión de la Información y todos sus integrantes por compartir sus conocimientos y su amistad conmigo. Gracias Moisés Alvarado Hermida por compartir tus conocimientos conmigo y brindarme tu amistad.*

*A la Universidad Nacional Autónoma de México y a su Facultad de Ingeniería por ser mi segunda casa y haberme permitido tener el privilegio de estudiar en ella. Siempre estarán en mi corazón.*

*A los sinodales por su tiempo y comentarios para mejorar este trabajo.*