



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

“ESTUDIO SOBRE LA INVARIANCIA ELECTROMAGNÉTICA ANTE LA REVERSIÓN  
TEMPORAL (TIME REVERSAL) MEDIANTE EL MÉTODO DE DIFERENCIAS FINITAS  
EN EL DOMINIO DEL TIEMPO (FDTD)”

**T E S I S**  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO  
ÁREA: ELECTRÓNICA  
PRESENTE:  
JESÚS ANTONIO ORTIZ FUENTES

**DIRECTORES DE TESIS: DR. OLEKSANDR MARTYNYUK  
CANDIDATO A DOCTOR VÍCTOR LÓPEZ CASTELLANOS**

MÉXICO, D.F.

2010



## AGRADECIMIENTOS

A mi madre **Blanca Hilda Fuentes Juárez**, Odontopediatra, por tu amor, cuidados y lecciones que me dieron el valor y fortaleza para llegar hasta aquí, has sido el mejor ejemplo a seguir. Este triunfo es tuyo también, ¡Felicitaciones!.

A mi padre **Antonio Rafael Ortiz Fadul**, Ortodoncista, Por enseñarme a poner empeño y coraje en todo lo que hago, por ser mi modelo a seguir como hombre y por tu amor como padre. Mi madre y tú están siempre en mis pensamientos.

A mis hermanos **Edmundo Rafael Ortiz Fuentes e Hilda Belen Ortiz Fuentes** Físico y Arquitecta, por su cariño y cuidado conmigo y por ser también un ejemplo para mí.

A la memoria de mi abuela **Belem Fadul Ortiz**, de mi amigo **Mario Hernández Saldaña**, de mi padrino **José Luis Becerril Islas** y su esposa señora **María Esther Escudero**, que cuidaron de mí con mucho amor y cariño.

A **Karina Romero Ozuna** Ingeniera, por haberme enseñado a amar y ser amado como hombre.

Al Dr. **Oleksandr Martynyuk**, por su invaluable ayuda, consejos y por permitir que los alumnos se conviertan en maestros.

Al Dr. **Víctor López Castellanos**, por tus excepcionales conocimientos, por tu infinita paciencia pero sobre todo por el tesoro de tu amistad. Este trabajo para mí, te da el grado de doctor pero mas importante aun el título de maestro.

Al Fis. **Pedro Ramírez Manny**, por su devoción a la enseñanza que refleja en las materias que imparte, la cual me ayudó enormemente a alcanzar esta meta.

A **Almaguer Ruiz Susana y Pedro Miguel**, Técnico en Secretariado e Ingeniero, por su amistad y guía por los buenos y malos momentos a través de todos estos años y que los han convertido en parte de mi familia.

A **Guadalupe Pérez Granados y Jonathan García González**, Maestra y Administrador, por estar siempre presentes en mis victorias y derrotas pero más aun por darme el consuelo, valor y la fuerza para seguir adelante.

A **Gabriel Pacheco Luna, Ricardo González Sánchez, Janneth López Carranza, Jesús y Juan Aranza** por haber compartido conmigo su amistad y por tan gratos recuerdos que siempre están presentes en este sueño llamado vida.

A mis sobrinos **Arturo y Claudia Jiménez Benítez**, por ser un ejemplo de lucha para mí, siendo aun más pequeños que yo. A sus padres **Guillermo Jiménez y Perla Benítez**, por su cariño.

A mi tío **David Ortiz Fadul**, por cuidar de nuestra familia.

A **Fabiola Suilo Flores y Juan Carlos Mercadé Sánchez**, por enseñarme el valor del trabajo duro.

A **María Antonieta Ramírez Ríos y a Ariel Ángeles Ríos**, por su cariño como un miembro más de su familia.

A mis amigos en la carrera: **Evelyn Palma, Nelly Vargas, Eliseo García, Gloria Meneses, Julián Hurtado, Juan Carlos Palacios, Jazmín Solano, Claudia Méndez Iván Hernández, José Bermúdez y Pablo Torres**, por su ayuda, amistad y por compartir esta fantástica etapa de mi vida.

A **Cinemex** y a los amigos que me brindaron su ayuda que gracias a ella pude llevar la difícil tarea de estudiar y trabajar: **Gerardo Raya, Magali Illescas, Cinthya García, Saúl Escobedo, Jesús Ortiz, Guadalupe Mota, Iván Vera, Viridiana Meza, José Luis Manzano, Vanesa Chávez, Tania Maximino, Oziriz Navarro, Roxana Durán y Nancy Navarro**.

A la **Universidad Nacional Autónoma de México**.

A los honorables miembros del jurado:

Presidente	M.I. Juan Fernando Solórzano Palomares
Vocal	Dr. Oleksandr Martynyuk
Secretario	Dr. Víctor García Garduño
1er suplente	Ing. Alejandra Vargas Espinoza de los Monteros
2do suplente	Ing. Fernel Aparicio Hernández