



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



RESUMEN-TESIS DE GRADO

AUTORES DARWIN CARREÑO NIÑO

JAVIER MAURICIO ROLÓN ALVARADO

FACULTAD INGENIERÍAS

PLAN DE ESTUDIOS INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR LUIS ANTONIO HERRERA BARRERA

TITULO DE LA TESIS EVALUACIÓN DE LOS MODELOS INDOOR “TRAZADO DEL RAYO” Y “COST MULTI-PARDES PARA LA PREDICCIÓN Y ANÁLISIS DE PÉRDIDAS ELECTROMAGNÉTICAS DE SEÑALES RF EN EL RANGO DE 2.4 GHz – 2.4835, PARA UNA RED DE ÁREA LOCAL INALAMBRICA (WLAN), EN UN AMBIENTE CONFINADO.

RESUMEN

El presente documento versa sobre la evaluación del desempeño de dos modelos de propagación *Indoor* “Trazado del Rayo” y “COST Multi-Paredes” para realizar análisis de cobertura de una red *WLAN*. Los primeros numerales describen los conceptos teóricos considerados por cada modelo, luego se presenta en detalle el proceso de representación de dichos modelos en algoritmos computacionales con sus respectivos diagramas de flujo, posteriormente se encuentra el desarrollo de la interfaz de usuario realizada en el software ArcView GIS 3.1 para la adquisición de los datos requeridos por los algoritmos en la predicción de cobertura y la visualización en diferentes formas de los resultados generados por estos. Por último se describe la evaluación realizada del desempeño de los algoritmos en diferentes maquinas de procesamiento con las respectivas conclusiones a las que se llegaron.

CARACTERÍSTICAS

PAGINAS 213 PLANOS ILUSTRACIONES CD-ROM 1

**EVALUACIÓN DE LOS MODELOS INDOOR “TRAZADO DEL RAYO” Y “COST
MULTI-PAREDES” PARA LA PREDICCIÓN Y ANÁLISIS DE PÉRDIDAS
ELECTROMAGNÉTICAS DE SEÑALES RF EN EL RANGO DE 2.4GHz-
2.4835GHz, PARA UNA RED DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICA (WLAN), EN UN
AMBIENTE CONFINADO**

JAVIER MAURICIO ROLON ALVARADO

DARWIN CARREÑO NIÑO

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2006**

**EVALUACIÓN DE LOS MODELOS INDOOR “TRAZADO DEL RAYO” Y
“COST MULTI-PAREDES” PARA LA PREDICCIÓN Y ANÁLISIS DE
PÉRDIDAS ELECTROMAGNÉTICAS DE SEÑALES RF EN EL RANGO DE
2.4GHz-2.4835GHz, PARA UNA RED DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICA
(WLAN), EN UN AMBIENTE CONFINADO**

JAVIER MAURICIO ROLON ALVARADO

DARWIN CARREÑO NIÑO

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de
Ingeniero Electrónico**

**Director
LUIS ANTONIO HERRERA BARRERA
Ingeniero Electrónico**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2006**



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: Cúcuta, 31 de enero de 2006

HORA: 16:00

LUGAR: Sala 3 - Edificio CREAD

Plan de estudio: INGENIERIA ELECTRONICA

Título de la tesis: "EVALUACION DE LOS MODELOS INDOOR "TRAZADO DE RAYO" Y "COST MULTI-PAREDES" PARA LA PREDICCIÓN Y ANALISIS DE PERDIDAS ELECTROMAGNETICAS DE SEÑALES RF EN EL RANGO DE 2.4 Ghz- 2.4835GHz, PARA UNA RED DE AREA LOCAL INALAMBRICA (WLAN), EN UN AMBIENTE CONFINADO"

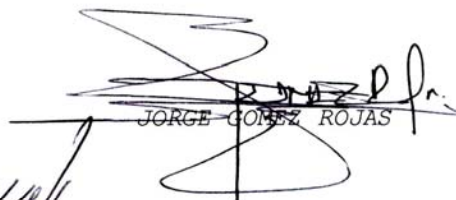
Jurados: JHON JAIRO RAMIREZ MATEUS
JORGE GOMEZ ROJAS
ARISTOBULO SIERRA ROJAS


Director: LUIS ANTONIO HERRERA BARRERA


Nombre de los estudiantes	Código	Calificación	
		Letra	Número
JAVIER MAURICIO ROLON ALVARADO	160441	Cinco,cero	5,0
DARWIN CARREÑO NIÑO	160416	Cinco, cero	5,0

L A U R E A D A


JHON JAIRO RAMIREZ MATEUS


JORGE GÓMEZ ROJAS


ARISTOBULO SIERRA ROJAS


Vb.Bo. JOSÉ ARMANDO BECERRA VARGAS
Coordinador Comité Curricular

A Dios por ser el guía de mi vida todos los días.

Dedico este triunfo a la mujer más especial del mundo por su incansable lucha y amor día a día para ofrecerme lo mejor, mi madre Smith.

A la memoria de dos grandes hombres que siempre dispusieron lo mejor de ellos para conseguir este triunfo pero lamentablemente no les alcanzó la vida para verlo realizado, sin embargo, donde se encuentren estarán orgullosos, mi padre Víctor Julio y mi hermano Carlos.

A todos mis hermanos, sobrinos y cuñados que a su manera siempre me han apoyado y guiado con sus sabios consejos para no desfallecer en los momentos difíciles de mi carrera.

A los mejores amigos que he encontrado en mi vida, Mauricio, Lina Maria, Javier, Iván y Henry, porque su amistad me ha hecho crecer como persona y como profesional.

DARWIN CARREÑO NIÑO

Al eterno Dios todopoderoso por ser mi guía día a día, por brindarme la posibilidad de vivir, aprender y formarme como profesional y sobre todo por ser su hijo.

A mi hermosa y exelenticima madre Olga Amparo por su pureza, por ser el pilar de mi existencia, por su amor y cariño y por ese apoyo incondicional en el cumplimiento de todas mis metas.

A mi amado y gran padre Jesús por sus consejos sinceros, por su amor y cariño y por ese apoyo incondicional en el cumplimiento de todas mis metas.

A mis siempre hermanos Jesús Andrés y Daniela por soportarme, apoyarme, amarme y ser piezas claves en mi vida.

A mi bella, preciosa y agraciada princesa y novia Erika por amarme, quererme y brindarme tantos momentos especiales que fueron claves en la elaboración de este proyecto y en toda mi instancia en la universidad.

A mis abuelos Flaminio, Jacinto, María y Clarita por sus sueños, amor y ternura.

A mis tíos y tías por ese cariño sincero y apoyo en el cumplimiento de mis metas.

A la bella familia Álvarez Mendoza por brindarme su apoyo y cariño.

A mis hermanos Darwin, Javier, Iván y Lina por esa ayuda incondicional en mi vida universitaria y por haberme permitido conocerlos y apreciarlos.

A mi querido y admirado amigo Gustavo Acevedo por su entusiasmo, perseverancia y ejemplo de vida.

JAVIER MAURICIO ROLÓN ALVARADO

AGRADECIMIENTOS

A todos los físicos, matemáticos y químicos que dedicaron su vida entera al avance de la ciencia permitiendo el desarrollo de proyectos de investigación como el que se presenta en este documento.

A las familias Carreño Niño y Rolón Alvarado por brindarnos todo el amor y cariño que solo puede dar una familia y la oportunidad de acceder a todas las herramientas que nos van a permitir labrar nuestro futuro como lo es una carrera profesional.

Agradecemos especialmente al Ingeniero Electricista Dinael Guevara Ibarra y al Ingeniero Electrónico Luís Antonio Herrera Barrera por su apoyo, confianza, constante asesoría en el desarrollo del proyecto y servicio incondicional frente a las inquietudes generadas no solo en la elaboración del proyecto sino también en aspectos personales.

A los Ingenieros Electrónicos Jorge Gómez Rojas, Armando Maldonado, Julián Ferreira, Byron Medina, Leonardo Camargo, Armando Becerra por su respaldo y colaboración durante el transcurso de nuestra carrera.

Al Grupo de Investigación y Desarrollo en Telecomunicaciones GIDT por la oportunidad de ser parte de este excelente equipo de trabajo y hacer posible la realización del proyecto.

A todos los docentes del Departamento de Electricidad y Electrónica por su empeño y entrega en la transmisión de sus conocimientos con el fin de formar Ingenieros Electrónicos idóneos e integrales.

A la gran Universidad Francisco de Paula Santander por ser el foco generador de hombres sabios, inteligentes y talentosos en la región nororiental colombiana.

A nuestros compañeros de trabajo en el GIDT, Maritza, Carolina, Jaime, Mario, Fernando, Jhon Jairo, Elder, Carlos, Wilson y Pedro por su colaboración y paciencia durante el desarrollo del proyecto.

A nuestros más sinceros amigos Lina María, Javier e Iván por todos aquellos buenos momentos que compartimos en lo académico y en lo personal los cuales serán los mejores recuerdos de nuestra carrera.

A los compañeros y amigos Jazmín, Sandra, Jenny, Ana Maria, Angélica, Andrea, Mayra, Claudia, Juan Carlos, Cesar, Vianney, Edgar, Jhon Henry, Renzo, German, Miguel, Rafael, Mario, Joan, Jorge, Franco, Gustavo y demás personas que nos brindaron su amistad en el transcurso de la carrera.

A nuestra patria Colombia porque aunque no decidimos ser colombianos somos personas afortunadas al nacer en una tierra de gente noble, trabajadora que día a día da lo mejor de si para construir un mejor país.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	25
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	26
1.1 EVALUACIÓN DE LOS MODELOS INDOOR “TRAZADO DEL RAYO” Y “COST MULTI-PAREDES” PARA LA PREDICCIÓN Y ANÁLISIS DE PÉRDIDAS ELECTROMAGNÉTICAS DE SEÑALES RF EN EL RANGO DE 2.4GHz-2.4835GHz, PARA UNA RED DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICA (WLAN), EN UN AMBIENTE CONFINADO	26
1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA	26
1.3 JUSTIFICACION	27
1.3.1 A nivel científico	27
1.3.2 A nivel tecnológico	28
1.3.3 A nivel económico	28
1.3.4 A nivel social	28
1.4 OBJETIVOS	28
1.4.1 Objetivo general	28

1.4.2	Objetivos específicos	29
1.5	ALCANCES Y LIMITACIONES	29
1.5.1	Alcances	29
1.5.2	Limitaciones	30
2.	MARCO DE REFERENCIA	31
2.1	ANTECEDENTES	31
2.1.1	Criterios y procedimientos para mediciones de propagación electromagnética en ambientes confinados	31
2.1.2	Optimización automática de algoritmos para la planificación de redes de redes de área local inalámbricas	31
2.1.3	Caracterización del canal de radio de propagación en interiores a 2.4 Ghz	31
2.1.4	Un modelo de propagación del rayo óptico rápido y mejorado para escenarios de interiores y urbanos basado en un preprocesamiento inteligente de la base de datos	32
2.1.5	Un nuevo modelo estadístico para la predicción de la propagación en interiores de sitios específicos basado en la óptica geométrica y la geometría probabilística	32
2.2	BASES TEÓRICAS	33
2.2.1	El canal de comunicaciones inalámbrico	33

2.2.2 Tipos de sistemas inalámbricos	35
2.2.3 La antena	37
2.2.4 Técnica de Trazado del Rayo	39
2.2.5 Modelo COST Multi-Paredes (Mw)	40
2.2.6 Propagación en el espacio libre	42
2.2.7 Ecuación de transmisión de Friss	43
2.2.8 Polarización	44
2.2.9 Reflexión y refracción de ondas electromagnéticas	45
2.3 <i>GIS</i> Y ARCVIEW 3.1	48
2.3.1 Sistemas de Información Geográfica (<i>SIG</i>)	48
2.3.2 ArcView	51
2.4 ALGORITMO PARA LA CREACION DE POLIGONOS A PARTIR DE ESTRUCTURAS DE LINEAS SIN TOPOLOGIA	57
2.4.1 Aplicaciones potenciales	58
2.4.2 Limitaciones	58
2.4.3 Pasos propuestos en el algoritmo	58

2.5 ALGORITMO PARA HALLAR LA INTERSECCION DE UN RAYO CON UN PLANO	68
2.5.1 Definición del plano	69
2.5.2 Intersección rayo-plano	71
2.6 ALGORITMO CURVAS DE JORDAN (PUNTO DENTRO DE UN POLIGONO)	76
2.7 ESTRUCTURAS DINÁMICAS DE DATOS	81
2.7.1 Listas abiertas	83
2.7.2 Inserta un elemento a una lista vacía	84
2.7.3 Insertar un elemento en la primera posición de una lista	84
2.7.4 Insertar un elemento en la primera posición de una lista	85
2.7.5 Localizar elementos en una lista abierta	86
2.7.6 Eliminar elementos en una lista abierta	86
2.7.7 Eliminar el primer nodo de una lista abierta	87
2.8 ÁRBOLES	88
2.8.1 Operaciones básicas con árboles	90
2.8.2 Recorridos por árboles	90

2.8.3 Eliminar nodos en un árbol	92
3. METODOLOGÍA	94
4. HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN	99
4.1 ELABORACIÓN DEL PLANO DE LA EDIFICACIÓN	99
4.1.1 Elaboración del plano a partir de Autocad	99
4.1.2 Elaboración del plano a partir de ArcView	101
4.1.3 Exportación del archivo <i>shapefile</i>	102
4.2 ALGORITMOS DE PREDICCIÓN DE PÉRDIDAS	104
4.2.1 Análisis para un plano receptor	104
4.2.2 Información requerida por los algoritmos de predicción de pérdidas	105
4.2.3 Implementación de los algoritmos	110
4.2.4 COST Multi-Paredes	110
4.2.5 Trazado de Rayo	127
4.3 <i>SCRIPT</i> Y GUI EN ARCVIEW	166
4.3.1 Interfaz gráfica de usuario	166

4.4 SOPORTE DE ARCVIEW PARA LA APLICACIÓN EN C	172
4.5 VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS	182
4.5.1 Resultados gráficos (GRID)	182
4.5.2 Resultados tabulares	186
4.6. DESEMPEÑO DE LOS MODELOS	187
4.7 MANUAL BÁSICO DE OPERACIÓN	192
5. RECURSOS	193
5.1 RECURSOS HUMANOS	193
5.1.1 Director del proyecto	193
5.1.2 Asesor teórico	193
5.1.3 Ejecutores del proyecto	193
5.2 RECURSOS INSTITUCIONALES	193
5.3 RECURSOS MATERIALES	194
6. PRESUPUESTO	195
7. CONCLUSIONES	197

8. RECOMENDACIONES	200
BIBLIOGRAFÍA	201
ANEXOS	202