



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA  
SANTANDER  
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



## RESUMEN – TESIS DE GRADO

**AUTORES** LUIS FRANCISCO HERNÁNDEZ MOJICA

---

**FACULTAD:** INGENIERÍAS

---

**PLAN DE ESTUDIOS** INGENIERÍA ELECTRÓNICA

---

**DIRECTOR** DINAEL GUEVARA IBARRA

---

**TÍTULO DE LA TESIS.** PASANTÍA: ANÁLISIS DE LA RED DE MICROONDAS DE LA POLICÍA NACIONAL PARA SU REGISTRO, SUPERVISIÓN Y ADMINISTRACIÓN EFICIENTE DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

---

### RESUMEN

Pasantía para analizar la red de microondas punto a punto y punto-multipunto que la Policía Nacional tiene distribuida a través de todo el territorio colombiano, realizando su registro ante el Ministerio de Comunicaciones, ajustando sus frecuencias según el cuadro nacional de atribución de frecuencias y desarrollando un estudio de interferencias y compatibilidad electromagnética siguiendo el marco regulatorio adoptado para Colombia, contribuyendo de esta manera con una administración eficiente del espectro radioeléctrico.

### CARACTERÍSTICAS

PAGINAS 247 PLANOS      ILUSTRACIONES      CD ROM 1

**PASANTÍA: ANÁLISIS DE LA RED DE MICROONDAS DE LA POLICÍA  
NACIONAL PARA SU REGISTRO, SUPERVISIÓN Y ADMINISTRACIÓN  
EFICIENTE DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO**

**LUIS FRANCISCO HERNÁNDEZ MOJICA**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
SAN JOSE DE CUCUTA  
2004**

**PASANTÍA: ANÁLISIS DE LA RED DE MICROONDAS DE LA POLICÍA  
NACIONAL PARA SU REGISTRO, SUPERVISIÓN Y ADMINISTRACIÓN  
EFICIENTE DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO**

**LUIS FRANCISCO HERNÁNDEZ MOJICA**

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

**Director  
DINAEL GUEVARA IBARRA  
Ingeniero Electrónico**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
SAN JOSE DE CUCUTA  
2004**



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: Cúcuta, 14 de febrero de 2005  
HORA: 17:00  
LUGAR: Sala 3 - Edificio CREAD  
Plan de estudio: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Título de la tesis: "PASANTÍA ANÁLISIS DE LA RED DE MICROONDAS DE LA POLICIA NACIONAL PARA SU REGISTRO SUPERVISIÓN Y ADMINISTRACIÓN EFICIENTE DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO"

Jurados: JHON JAIRO RAMÍREZ MATEUS  
JOSÉ JOAQUÍN DUARTE GUATIBONZA  
JORGE GARCIA RANGEL

Director: DINAEL GUEVARA IBARRA

Nombre de los estudiantes	Código	Calificación Letra	Número
LUIS FRANCISCO HERNÁNDEZ MÓJICA	160331	Cuatro, cuatro	4,4

A P R O B A D A

JHON JAIRO RAMÍREZ MATEUS

JOSÉ JOAQUÍN DUARTE GUATIBONZA

JORGE GARCIA RANGEL

Vo.Bo. GERMAN ENRIQUE GALLEGO RODRIGUEZ  
Coordinador Comité Curricular  
Ingeniería Electrónica

Jeannette C.

Este logro se lo dedico primero que todo a Dios y a tres personas que han sido importantes en el desarrollo de mi carrera y mi vida.

A Dios que me dio la vida y la fortaleza para salir adelante y sobrepasar con éxito todos los obstáculos que se me presentaron tanto en mi vida académica como profesional.

A mi padre, que agradecido por haberme dado su nombre, sus consejos y conocimientos (fiel muestra de un hombre sabio. Luis Francisco) que me guió por el camino del bien.

A mi madre, Carmen Alicia, que siempre estuvo pendiente de mí, brindándome todo su amor, cuidado y comprensión.

Son estas dos ultimas razones por la cuales puedo afirmar que sin el apoyo de ellos, no estaría en estos momentos escribiendo estas palabras de triunfo y satisfacción. Espero Dios me los guarde por mucho tiempo y que desde ahora sea el momento para recompensar todos sus esfuerzos.

Y por último y no menos importante, a Lizbeth Johanna, mi novia, que me acompañó durante casi toda la carrera brindándome su amor y que a pesar de todos los problemas que se presentaron, siempre estuvo ahí dispuesta a escucharme y apoyarme sinceramente. Porque ella fue responsable directa de este triunfo.

**LUIS FRANCISCO HERNÁNDEZ MOJICA**

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor del presente proyecto ofrece sus más sinceros agradecimientos a:

A todos mis compañeros y amigos que durante toda la carrera estuvieron conmigo compartiendo cada logro alcanzado y que debido a la unión y el trabajo en equipo, las cosas se hicieron menos complicadas y se obtuvieron excelentes resultados, específicamente muchas gracias a Ivan, Mayra, Josman, Adriana, Lina, Liliana, Andrea, Pupo y quien se me pueda escapar que en diferentes momentos estuvieron allí construyendo la escalera del triunfo.

Así mismo, le doy gracias a los profesores del departamento de ingeniería electrónica por haber tenido la actitud, el deseo y la disposición de dar lo mejor de si para que la carrera empezara a dar resultados. Les agradezco por tener ese sentido de pertenencia y haber transmitido dicho valor a sus estudiantes. Agradezco especialmente al ingeniero Dinael Guevara que fue la persona que me encamino en el área donde ahora deseo desempeñarme y que fue quien estuvo pendiente y puso su apoyo a este trabajo de grado.

## CONTENIDO

	<b>pág.</b>
INTRODUCCIÓN	34
1. EL PROBLEMA	36
1.1 TÍTULO	36
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	36
1.3 OBJETIVOS	38
1.3.1 Objetivo general.	38
1.3.2 Objetivos específicos.	38
1.4 JUSTIFICACIÓN	39
1.4.1 Beneficios para el ministerio de comunicaciones.	39
1.4.2 Beneficios para la policía nacional.	40
1.4.3 Beneficios para la universidad.	40
1.5 DELIMITACIÓN	41
1.5.1 Espacial.	41

1.5.2 Temporal.	41
1.5.3 Conceptual.	41
1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES	41
1.6.1 Alcances.	41
1.6.2 Limitaciones.	42
2. MARCO TEÓRICO	43
2.1 ANTECEDENTES	43
2.1.1 Antecedentes internacionales.	43
2.1.2 Antecedentes nacionales.	43
2.2 MARCO CONTEXTUAL	44
2.2.1 Ministerio de comunicaciones.	44
2.2.2 Estructura general del ministerio de comunicaciones.	46
2.2.3 Dirección de administración de recursos de comunicaciones.	49
2.3 BASES TEÓRICAS	50
2.3.1 El espectro electromagnético y radioeléctrico.	50

2.4 BASES CONCEPTUALES	51
2.4.1 Las microondas y sus radioelaces terrestres.	51
2.4.2 Antenas parabólicas.	54
2.4.3 Separación dúplex.	56
2.4.4 Ancho de banda (Bandwidth).	57
2.4.5 Ganancia de antena.	58
2.4.6 Polarización.	58
2.5 BASES LEGALES	58
2.5.1 LA UIT Y EL REGLAMENTO DE RADIOCOMUNICACIONES	58
2.5.2 Decreto 1900 de 1990.	59
2.5.3 Decreto 930 de 1992.	60
2.5.4 Decreto 1972 de 2003.	61
3. METODOLOGIA	64
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	64
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	64

3.3 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN	64
3.4 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	65
3.5 TÉCNICAS Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	66
4. ANÁLISIS DE LA RED DE MICROONDAS DE LA POLICÍA NACIONAL	67
4.1 CUADRO NACIONAL DE ATRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS	67
4.1.1 Estructura y manejo del cuadro nacional de atribución de frecuencias.	68
4.1.2 Planes de distribución de canales para microondas.	72
4.1.3 Actualización del cuadro nacional de atribución de frecuencias.	74
4.2 INFORMACIÓN TÉCNICA DE LA RED DE MICROONDAS DE LA POLICÍA NACIONAL	74
4.3 ANÁLISIS DE PROCEDIMIENTOS PARA EL MANEJO DEL SOFTWARE ASMS	74
4.3.1 Información de la solicitud.	76
4.3.2 Registro de estaciones.	79
4.3.3 Las herramientas para análisis de ingeniería.	85
4.3.4 Herramientas de análisis para radiodifusión.	85
4.3.5 Herramientas de análisis de HF.	85

4.3.6 Herramientas de análisis de VHF-UHF.	86
4.3.7 Herramientas de análisis en microondas.	86
4.3.8 Herramientas de análisis de intermodulación.	86
4.3.9 Herramientas de análisis de compatibilidad electromagnética (EMC).	86
4.3.10 Herramientas de Análisis de Frecuencia.	86
4.3.11 Otras herramientas de análisis de frecuencia.	89
4.3.12 Descripción de las herramientas de microondas utilizadas.	90
<b>5. REGISTRO DE LA RED DE MICROONDAS EN EL SISTEMA DE GESTIÓN ASMS</b>	<b>92</b>
<b>6. ANÁLISIS DE CRITERIOS PARA LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS DE INTERFERENCIA Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA Y LA EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS</b>	<b>94</b>
<b>6.1 RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA</b>	<b>97</b>
<b>6.2 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA</b>	<b>175</b>
6.2.1 Identificación de los casos de interferencias para las redes punto a punto.	176
6.2.2 Identificación de los casos de interferencias para las redes Punto -Multipunto.	177

6.3 SOLUCIONES DESARROLLADAS PARA LOS CASOS DE INTERFERENCIAS ENCONTRADOS	178
7. CONCLUSIONES	180
8. RECOMENDACIONES	182
BIBLIOGRAFÍA	183
ANEXOS	184