

PRACTICA EMPRESARIAL
STUDEM COLOMBIANA LIMITADA

DIANA CRISTINA BAUTISTA MORA



UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BUCARAMANGA

2009

**PRACTICA EMPRESARIAL
STUDEM COLOMBIANA LIMITADA**

DIANA CRISTINA BAUTISTA MORA

**Práctica Empresarial para optar al título de
INGENIERA ELECTRÓNICA**

Supervisor de la Universidad

ALEX ALBERTO MONCLOU SALCEDO

Director FACULTAD INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Supervisor Empresa

GUILLERMO RAFAEL HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ

Gerente STUDEM COLOMBIANA LIMITADA

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

BUCARAMANGA

2009

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Bucaramanga, 10 de Enero de 2009

Con todo cariño a mi familia que siempre me brindo su apoyo y a los docentes que aportaron a mi formación académica.

CONTENIDO

Pág.

1 PROGRAMAS ORCAD CAPTURE, ORCAD LAYOUT Y GERBERT TOOL.....	16
1.1 ACTUALIZACIÓN Y REDISEÑO TARJETAS ELECTRÓNICAS STUDEM.....	16
1.2 TELÉFONO DE TECLADO – TTATH	18
2 MEDICIONES DE CAMPO ELECTROMAGNÉTICO.....	23
2.1 INSCRIPCIÓN PARA REALIZAR MEDICIONES DE CAMPO ELECTROMAGNÉTICO	24
2.2 MÉTODOS DE LAS MEDICIONES DE CAMPO ELECTROMAGNÉTICO....	25
2.2.1 Inscripción para Realizar Mediciones de Campo	28
2.2.2 Estudio Preliminar de la Estación	31
2.2.3 Ubicación de los Puntos a Medir	32
2.2.4 Métodos de Cálculo según Recomendación UIT-T K.52.....	33
2.2.4.1 Distancia Ocupacional	35
2.2.4.2 Distancia Público en General	37
2.2.5 Categorías de Accesibilidad	39
2.3 CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN.....	42
2.3.1 Mediciones Banda Ancha	42
2.3.2 Especificaciones de las Sondas	44

2.3.2.1	Sonda Campo Eléctrico	44
2.3.2.2	Sonda Campo Magnético	45
2.3.3	Mediciones Banda Angosta	45
2.4	SUPERACIÓN DE LOS LIMITES MÁXIMOS DE EXPOSICIÓN	46
2.5	UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ESTACIÓN EN ESTUDIO	47
2.6	FOTOGRAFÍAS DE LA ESTACIÓN RADIOELÉCTRICA.....	48
2.7	PLANO DE EMPLAZAMIENTO.....	49
2.8	PUNTOS DE MEDICIÓN	49
2.9	DATOS DE LAS MEDICIONES DE CAMPO.....	51
2.9.1	Metodología para Procesar Datos	51
2.9.1.1	Norma ISO/IEC 17025 Aplicada en las Mediciones de Campo	54
2.9.1.2	Gráficos de Control	57
2.9.1.3	Gráficos de Control para Medidas Móviles	58
2.10	DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD.....	62
3	COMO MEDIR LA IMPEDANCIA DE UN TRANSFORMADOR.....	63

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1.1. Lista de Componentes Hibrido Telefónico	19
Tabla 2.1. Datos de Registro en el Momento de la Medición.....	28
Tabla 2.2. Datos de los Puntos de Medición.....	29
Tabla 2.3. Datos Técnicos.....	31
Tabla 2.4. Limites de Referencia Zona Ocupacional.....	35
Tabla 2.5. Limites de Referencia Zona Público en General.....	37
Tabla 2.6. Ejemplo Calculo Densidad de Potencia.....	38
Tabla 2.7. Categorías de Accesibilidad.....	40
Tabla 2.8. Formato para Procesos de Datos.....	52
Tabla 2.9. Formato para Generar Graficas de Control	60

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Diagrama Esquemático Diseño TTATH.....	21
Figura 1.2. Diagrama PCB Diseño TTATH.....	22
Figura 2.1. Configuración para Calcular la Exposición a Nivel del Suelo.....	33
Figura 2.2. Ubicación Geográfica y Área de Servicio.....	48
Figura 2.3. Esquemas Adoptados para Representar las Fuentes Radiantes....	49
Figura 2.4. Ejemplo de Ubicación de los Puntos de Medición.....	50
Figura 2.5. Ejemplo del un Gráfico de Control para Mediciones de Campo.....	61

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo A. Diagrama de Flujo Evaluación Exposición para una Fuente Radiante.....	78
Anexo B. Límites Máximos de Exposición Según la Frecuencia de Operación.....	79
Anexo C. Declaración de Conformidad de Emisión Radioeléctrica.....	80
Anexo D. Declaración de Conformidad de Emisión Radioeléctrica del Nivel de Exposición Porcentual.....	81

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES

1. Rediseñar y modificar diversos circuitos electrónicos aplicados en sistemas de radiodifusión; pertenecientes a la empresa STUDEM COLOMBIANA LIMITADA, con el propósito de mejorar su funcionamiento y optimizar características.
2. Diseñar y desarrollar nuevos circuitos electrónicos aplicados en sistemas de radiodifusión, para la misma firma.
3. Elaborar los respectivos circuitos esquemáticos y diseñar los circuitos impresos correspondientes a los nuevos diseños en el programa Orcad Capture, Orcad Layout y Gerbert Tool.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Manejo de programa de diseño de circuitos impresos Orcad Capture, Orcad Layout y Gerbert Tool.
2. Rediseñar un circuito que sensa el repique que entra por la línea telefónica y convierte a una señal digital de pulsos de 0-5V para poder ser utilizada por un microcontrolador.
3. Rediseñar un monitor de modulación de señal estéreo que separa la señal compuesta a canal derecho izquierdo y tono piloto.
4. Diseñar un programa de facturación DIAN en lenguaje C++
5. Rediseño de una fuente que opera de 28V a 10^a
6. Rediseño de un amplificador RF de 15W de 88 a 108 MHz
7. Manejo de programa STUDEM SISTEMA CARTOGRÁFICO, para simulaciones de cobertura.
8. Mantenimiento correctivo y preventivo para equipos de radiodifusión.

RESUMEN GENERAL DE PRACTICA EMPRESARIAL

TITULO: Practica Empresarial Studem Colombiana Limitada

AUTOR(ES): Diana Cristina Bautista Mora

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Electrónica

DIRECTOR(A): Alex Alberto Monclou Salcedo

RESUMEN

STUDEM COLOMBIANA LIMITADA, es una empresa dedicada a la fabricación de equipos de radiodifusión AM y FM estéreo usando tecnología de última generación, por ello es indispensable la creación de circuitos impresos de manera industrial con programas que proporcionen facilidades para lograr diseños y rediseños, dentro de sus servicios se encuentran los de estudios técnicos y mediciones de campos electromagnéticos en estaciones radioeléctricas, en el territorio nacional, con notificación del Ministerio de Comunicaciones. La práctica empresarial comprendida entre julio y diciembre, inició con la interacción de los programas: Orcad Capture, Orcad Layout y Gerbert Tool, guía utilizada a futuro para la actualización, rediseño y diseño de tarjetas electrónicas utilizadas en los equipos STUDEM. Posteriormente se iniciaron estudios del decreto 195 del 31 de enero de 2005, resolución 001645 del 29 de julio del 2005 y la recomendación K.52 de la Unión Internacional en Telecomunicaciones, UIT. Este paso a seguir fue dado por la Notificación del Ministerio de Comunicaciones para realizar mediciones de campo electromagnético, seguidamente se inician mediciones de campo electromagnético en estaciones radioeléctricas de AM y FM y elaborar los informes de estas. La gestión de la práctica concluye con la documentación de las experiencias y conocimientos adquiridos en el transcurso de la práctica.

PALABRAS CLAVES:

Orcad
Decreto 195
Resolución 001645
Recomendación K.52
Medición de Campo
Estaciones
Radioeléctricas

ABSTRACT GENERAL OF BUSINESS PRACTICE

TITLE: Business Practice Studem Colombiana Limited

AUTHOR(S): Diana Cristina Bautista Mora

FACULTY: Faculty of Electronic Engineering

DIRECTOR: Alex Alberto Monclou Salcedo

ABSTRACT

STUDEM COLOMBIANA LIMITED, is a company dedicated to the manufacture of equipment for AM and FM stereo broadcasting using the latest technology, so it is essential to the creation of a printed circuit industry with programs that provide facilities to ensure designs and redesigns, within their services are of technical studies and measurements of electromagnetic fields at radio stations in the country, with notification of the Ministry of Communications. Business practice between July and December, began with the interaction of programs: Orcad Capture, Orcad Layout and Gerbert Tool, used to guide future to update, redesign and design of electronic boards used in equipments STUDEM. Then began studies of Decree 195 of January 31, 2005, resolution 001645 of 29 July 2005 and the recommendation K.52 of the International Telecommunication Union, UIT. This will keep the Notice was given by the Ministry of Communications to perform measurements of electromagnetic field, then begin measuring electromagnetic field stations in AM and FM radio and reporting of these. Management practice concludes with the documentation of experiences and knowledge acquired in the course of practice.

KEYWORDS:

Orcad
Decree 195
Resolution 001645
Recommendation K.52
Field Measurement
Station
Radioelectric

INTRODUCCIÓN

STUDEM COLOMBIANA LIMITADA, fue fundada en 1985, es una empresa dedicada al estudio, diseño, fabricación, ensamblaje, montaje, y venta de toda clase de equipos para radiodifusión en AM y FM estéreo, por esta razón la práctica se inicializa con el manejo de ORCAD Y GERBERT TOOL, para a través de estos programas hacer actualización, rediseño y diseño de los circuitos impresos que contienen los equipos, ofreciendo en sus diseños los últimos componentes del mercado, tecnología de última generación, total respaldo y confiabilidad de los productos a sus clientes.

Dentro de la gama de servicios se encuentra la de mantenimiento preventivo y correctivo, actualizaciones, ajustes y calibración de equipos nacionales e importados, punto dentro de los objetivos que no fue desarrollado debido a otras exigencias expuestas en el siguiente ítem. .

Estudios técnicos para el montaje de emisoras y mediciones de campos electromagnéticos en estaciones radioeléctricas, en el territorio nacional, este ultimo ítem se tomo como prioridad y fue el que se desarrollo por más tiempo, debido al auge del mercado nacional, ocasionando que los objetivos específicos de los numerales 2, 3, 4, 5 y 8 no se desarrollaran como fue planteado en el plan de práctica, las mediciones electromagnéticas es un requerimiento exigido por el

Ministerio de Comunicaciones según el Decreto 195 del 31 de enero del 2005 a las estaciones de radiodifusión, lo que permitió conocer la normatividad en este campo a nivel nacional e internacional, manejo de equipos de alta tecnología y el desplazamiento a estaciones radioeléctricas, dio a conocer el tipo de antenas usadas, el montaje de estas, la dirección de propagación de las antenas para que la emisora tenga una mayor cobertura, la altura apropiada de las torres según su potencia y ubicación geográfica, las clases de equipos de acuerdo al tipo de estación, el comportamiento de las ondas eléctricas y electromagnéticas en el espacio libre y por ultimo conocer los estudios de transmisión de las estaciones de radiodifusión y algunos manejos de los equipos instalados en estas.

Las experiencias adquiridas durante el periodo de practica son enriquecedoras y de un aporte invaluable para el ingreso al mundo laboral.

1 PROGRAMAS ORCAD CAPTURE, ORCAD LAYOUT Y GERBERT TOOL

Los programas Orcad Capture, Orcad Layout y Gerbert Tool, proporcionan bastantes facilidades para lograr diseños y rediseños, por medio de una guía práctica se inicio el procedimiento para trabajar sobre estos programas, que permiten realizar impresos de manera industrial.

1.1 ACTUALIZACION Y REDISEÑO TARJETAS ELECTRÓNICAS STUDEM

Se aplico la guía dada en ORCAD (Capture – Layout) y GERBERT TOOL, para tomar decisiones sobre los diseños a actualizar, en especial de los cambios que se deben realizar a los componentes dado su continuo cambio físico, razón por la cual se crean elementos en CAPTURE con el correspondiente footprint, se hizo reconexión de redes deshabilitadas por la implementación de los nuevos componentes o corrección de conexiones que no permiten un optimo rendimiento de la tarjeta, se crearon capas de cobre y se elaboraron nuevos ajustes para un optimo funcionamiento del diseño actualizado.

Actualización Tarjetas Electrónicas Studem:

- Cambios en la capa de antisolder y cambio a los archivos de GERBERT TOOL.

ATH-4H_R_6: mezclador portátil de audio de 4 canales con amplificador de retorno.

FM-15W1: amplificador en frecuencia modulada de 15W señal estéreo / compuesta / monofónica.

AMP-X06: amplificador de RF en FM de 6 vatios de potencia banda de 280 MHz a 340 MHz.

FM-300W: amplificador de RF de 250 a 300W banda de 88 a 108 MHz.

FM-150W: amplificador de RF de 100 a 150W banda de 88 a 108 MHz.

FM-50W: amplificador de RF de 50W banda de 88 a 108 MHz.

FM-30W: amplificador de RF de 30W banda de 88 a 108 MHz.

PLL-1E1: moduladora en FM de señal compuesta con banda de 87 MHz a 109 MHz.

- Cambio de la versión Orcad bajo ambiente D.O.S a ambiente WINDOWS y cambio en los archivos de GERBERT TOOL

AFC-1UP_R1: modulador y Excitador en amplitud modulada señal monofónica.

FM-3W: amplificador de RF de 3W banda de 88 a 108 MHz.

NRP-1AM: monitor de modulación en AM con Banda de 200 KHZ a 160 MHZ.

Rediseño Tarjetas Electrónica Studem:

- Diseño Esquemático, paso a PCB y generar archivos en GERBERT TOOL

FM-50W: amplificador de RF de 50W banda de 88 a 108 MHz.

1.2 TELÉFONO DE TECLADO - TTATH

El diseño se Inicio desde ORCAD CAPTURE (esquemático) tomando la determinación de los componentes a utilizar, se tuvo en cuenta las condiciones de diseño de STUDEM COLOMBIANA. Tomando como condiciones generales: nets, drill, padstack, tamaño de logo, entre otros. Se hizo el paso del archivo de

CAPTURE a LAYOUT y a su vez a GERBTOOL para tener el diseño físicamente y permitir su implementación.

El diseño cuenta con sus respectivos archivos en Orcad Capture, Orcad Layout, versión 9.2 y en Gerbert Tool versión catorce (14) y exportado en versión ocho (8).

A continuación se presentan la listas de componentes (Tabla 1.1.) de y los gráficos del esquemático (Figura 1.1.) y el PCB (Figura 1.2.).

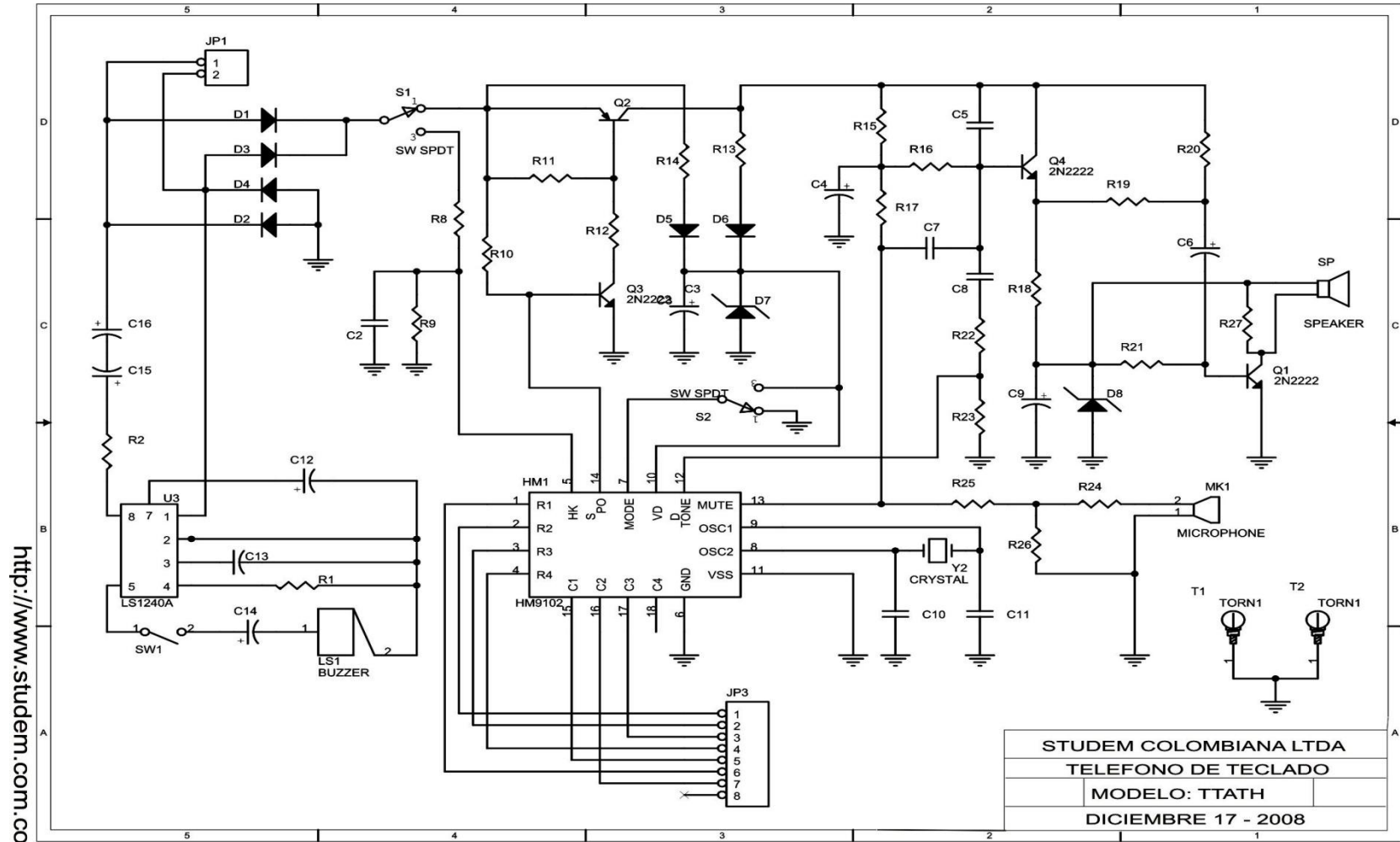
Tabla 1.1. Lista de Componentes Híbrido Telefónico

CONDENSADORES			
SÍMBOLO	VALOR	SÍMBOLO	VALOR
C2	0.1 μ F	C10	30 pF
C3	47 μ F/10V	C11	30 pF
C4	47 μ F/10V	C12	10 μ F/50V
C5	300 pF	C13	0.1 μ F/50V
C6	1 μ F/50V	C14	2.2 μ F/50V
C7	0.04 μ F	C15	2.2 μ F/50V
C8	0.02 μ F	C16	2.2 μ F/50V
C9	47 μ F/10V		
RESISTENCIAS			
SÍMBOLO	VALOR	SÍMBOLO	VALOR
R1	39K Ω 5% 0.25W	R17	15K Ω 5% 0.25W

R2	1KΩ 5% 0.25W	R18	10Ω 5% 0.25W
R8	1MΩ 5% 0.25W	R19	120Ω 5% 0.25W
R9	100KΩ 5% 0.25W	R20	3.3KΩ 5% 0.25W
R10	150KΩ 5% 0.25W	R21	100KΩ 5% 0.25W
R11	100KΩ 5% 0.25W	R22	15KΩ 5% 0.25W
R12	3.3KΩ 5% 0.25W	R23	10KΩ 5% 0.25W
R13	3.3KΩ 5% 0.25W	R24	
R14	150KΩ 5% 0.25W	R25	
R15	3.3KΩ 5% 0.25W	R26	10Ω 5% 0.25W
R16	15KΩ 5% 0.25W	R27	10Ω 5% 0.25W
SEMICONDUCTORES			
SÍMBOLO	VALOR	SÍMBOLO	VALOR
D1	1N4004	D5	1N4148
D2	1N4005	D6	1N4149
D3	1N4006	D7	1N5230 2.7 V ZENER
D4	1N4007	D8	1N5223 4.7V ZENER
Q1	9014C	Q3	2N5551
Q2	2N5401	Q4	9013H
U3	LS1240A	LS1	BUZZER
HM1	HM9102		
MISCELÁNEA			
SÍMBOLO	VALOR	SÍMBOLO	VALOR
JP1	2 PINES BLANCO	JP3	8 PINES BLANCO
MK1	MICRÓFONO	S1	SWITCH
S2	SWITCH	SP	PARLANTE
SW1	SWITCH	Y2	3.58 MHZ

Fuente: STUDEM COLOMBIANA LIMITADA

Figura 1.1. Diagrama Esquemático Diseño TTATH

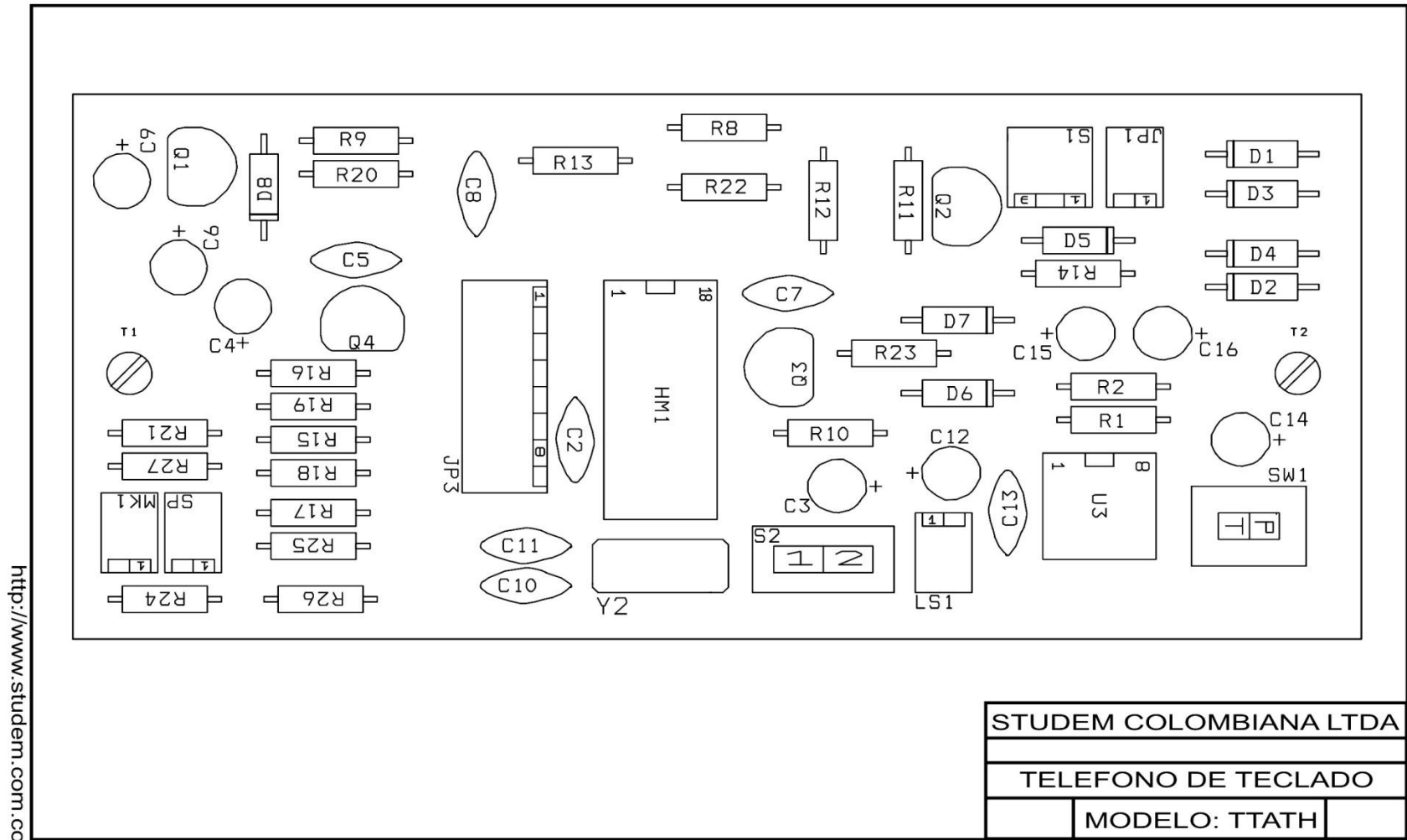


http://www.studem.com.co

© & ® 1.985-2008 Studem Colombiana Limitada

Fuente: STUDEM COLOMBIANA LIMITADA

Figura 1.2. Diagrama PCB Diseño TTATH



<http://www.studem.com.co>

© & ® 1.985-2008 Studem Colombiana Limitada

Fuente: STUDEM COLOMBIANA LIMITADA

2 MEDICIONES DE CAMPO ELECTROMAGNÉTICO

El Gobierno nacional a través del Ministerio de Comunicaciones ejercerá las funciones de planeación regulación y control de las telecomunicaciones, dada la creciente demanda de servicios de telecomunicaciones por parte de la población, ha generado la necesidad de construir un elevado número de instalaciones radioeléctricas, con el fin de ampliar niveles de calidad y cobertura de los servicios y garantizar el acceso a los mismos a todas las personas, actividad que genera emisión de ondas electromagnéticas, la modificación de las condiciones en el ambiente condujo al Gobierno Nacional, a través de la Comisión de Regulación de Telecomunicaciones, con el fin de valorar los aspectos asociados a la radiación producida por emisiones intencionales de radiación o antenas de telecomunicaciones contrato un “Estudio de los límites de exposición humana a campos electromagnéticos producidos por antenas de telecomunicaciones y análisis de su integración al entorno”. Dicho estudio recomendó la adopción de los niveles de referencia de emisión de campos electromagnéticos definidos por la Comisión Internacional para la Protección de la Radiación No Ionizante, ICNIRP, ente reconocido oficialmente por la Organización Mundial de la Salud, OMS; Logrando la estructuración del Decreto 195 del 31 de enero del 2005 fundamentado en la Recomendación Internacional de Telecomunicaciones, UIT-T K.52 “Orientación sobre el cumplimiento de los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos” (Decreto 195 del 31 de enero del 2005)

2.1 INSCRIPCIÓN PARA REALIZAR MEDICIONES DE CAMPO ELECTROMAGNÉTICO

Según las consideraciones del artículo dos (2) y trece (13), del decreto 195 del 31 de enero del 2005 y la reglamentación por la resolución 001645 del 29 de julio del 2005, de los artículos cuatro (4), cinco (5), catorce (14), quince (15) y diecisiete (17) del decreto 195 del 31 de enero del 2005. Se decreta la resolución 002643 del 4 de noviembre del 2005, por la cual se adopta el formulario único de inscripción para realizar mediciones de campos electromagnéticos. (Resolución 002643 del 4 de noviembre del 2005)

STUDEM COLOMBIANA LIMITADA realizó la inscripción y obtuvo la certificación del Ministerio de Comunicaciones para realizar las Mediciones de Campo Electromagnético en el territorio nacional.

A partir de esta notificación se inició el estudio de normas nacionales e internacionales para posteriormente iniciar las mediciones de campo electromagnético y elaborar los informes de las estaciones.

2.2 METODOLOGÍA DE LAS MEDICIONES DE CAMPO ELECTROMAGNÉTICO

Según el requerimiento del artículo 14 del decreto 195 del 31 de enero del 2005, las mediciones deben estar soportadas por un informe el cual debe contener la metodología usada para realizar las mediciones de campo electromagnético, el informe debe ser almacenado, por quienes presten servicios y/o actividades de telecomunicaciones, por lo menos durante cuatro años, a disposición del Ministerio de la Protección Social y de Ambiente, del Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial y del Ministerio de Comunicaciones para cuando estos lo requieran, con fines de verificar el cumplimiento de las limitantes impuestas a las emisiones radioeléctricas de que trata el decreto 195 del 31 de enero del 2005. El informe debe ser entregado a más tardar, dentro de los diez (10) días hábiles después de realizada la solicitud del Ministerio de Comunicaciones.

En el ámbito industrial los procesos deben ser realizados de tal manera que una persona no sea indispensable para estos, por esta razón durante el proceso de práctica se crean los archivos Máster en Microsoft office Word de los informes de Mediciones de Campo Electromagnético (llamados Informe Máster AM e Informe Máster FM), de tal manera que permitan que una persona que llegue a la STUDEM COLOMBIANA LIMITADA a continuar y/o realizar este proceso, encuentre las herramientas para ejecutar su trabajo de uno que ya se había iniciado, esto permite agilizar procesos, disminuir errores, reducir tiempo de

ejecución y para este caso en especial permite estandarizar las mediciones para que al hacer el informe los datos tomados se puedan transcribir sin ninguna serie de problemas al informe final.

El informe de los archivos máster se desarrollo en base a los términos expuestos en el Artículo 5° de la Resolución Número 001645 del 29 de julio del 2005, por esta razón el informe incluye los puntos mencionados a continuación.

1. Propósito de las mediciones de campo electromagnético
2. Información Técnica de estación radioeléctrica
 - 2.1. Especificaciones técnicas generales
 - 2.2. Ubicación geográfica y área de servicio
 - 2.3. Fotografías de los puntos estratégicos
 - 2.4. Plano de emplazamiento
3. Definiciones técnicas
4. Metodología de la medición
 - 4.1. Estudio preliminar de la estación
 - 4.2. Ubicación de los puntos a medir
 - 4.3. Configuración de los equipos
5. procedimiento y datos de las mediciones de campo
 - 5.1. Mediciones banda ancha
 - 5.2. puntos de medición
 - 5.3. Datos obtenidos de la medición de campo eléctrico

6. principios fundamentales

6.1. como surgen los campo eléctricos

6.2. como surgen los campo magnéticos

6.3. consecuencia de la RF y campos microondas

6.4. consecuencia de los campos a baja frecuencia (LF)

7. Recomendaciones

- Bibliografía
- Declaración de conformidad de emisión radioeléctrica
- Declaración de conformidad de emisión radioeléctrica del nivel de exposición porcentual
- Constancia del ministerio de comunicaciones
- Anexos
- Aval por ingeniero electrónico con matricula profesional

En caso de realizar modificaciones en las Estaciones radioeléctricas instaladas, que impliquen la alteración de los niveles de campo electromagnético emitidos, los operadores de Estaciones radioeléctricas deben realizar un nuevo informe de mediciones.

Si la estación radioeléctrica fue mitigada, el informe de las mediciones deben especificarse las modificaciones realizadas, destacando el impacto al nivel de exposición porcentual.

2.2.1 Toma De Datos En La Fuente Radiante: la metodología utilizada para tomar los datos en las estaciones radioeléctricas, se presenta a continuación.

A medida que se fueron realizando mediciones de campo electromagnético se llegó a la conclusión que se debía hacer un máster para registrar datos en el momento de la medición, esto para evitar perder información necesaria en elaboración de los informes de mediciones de campo electromagnético, los registros tomados en el momento de la medición son los presentados en las tablas 2.1. Y 2.2.

Tabla 2.1. Datos de Registro en el Momento de la Medición


Fecha Medición				
Nombre Emisora				
Código Emisora				
Frecuencia en MHz				
Dirección Ubicación Antena				
Potencia en Vatios				
Municipio				
Departamento				
Cálculo Distancia Ocupacional				
Cálculo Distancia Público				
	Zona ocupacional		Zona publico	
Cálculo de V/m				
Cálculo de A/m				
Coordenadas De Los Estudios				
Latitud	°	'	"	N
Longitud	°	'	"	W
Altura				
Hora				
Coordenadas De Transmisores				

Latitud	°	'	"	N
Longitud	°	'	"	W
Altura				
Hora				
Temperatura				

Fuente: STUDEM COLOMBIANA LIMITADA

Los datos solicitados en las primeras trece (13) celdas de la tabla 2.1. Se obtienen antes de iniciar la medición de campo ya que contiene información que va a ser requerida en el momento de la medición. Los datos de las celdas siguientes son registrados en el momento de la medición de campo, ya que las coordenadas son dadas por el GPS y la Temperatura por el medidor de Campo.

Tabla 2.2. Datos de los Puntos de Medición

			
Punto _ (Ubicar en el Cuadro)			
Distancia con respecto a la base de la antena (metros)			
Archivo # EN EL HI-2200	V/m #	A/m #	
Muestra De Datos			

Fuente: STUDEM COLOMBIANA LIMITADA

La tabla 2.2. En la primera celda se encuentran dos (2) graficas, donde el cuadro representa la antena y la intersección de las líneas en el interior la base de esta, las flechas indican los puntos cardinales teniendo como referencia el norte para realizar un emplazamiento.

En la siguiente celda esta la palabra punto y un espacio en el espacio debe ir el numero del punto de medición, iniciando el conteo de los puntos de medición desde uno (1) en forma ascendente, en la celda donde se solicita la distancia, esta es registrada en metros y se toma con respecto a la base de antena, la celda V/m y A/m es para indicar el numero del archivo asignado por el equipo medidor de campo, en el momento de guardar los datos registrados del punto en cuestión.

Es requisito que las estaciones radioeléctricas en AM, se efectúan mediciones de intensidad de campo eléctrico y magnético en un mismo punto, y para estaciones de FM es la exigencia es solo de medición de campo eléctrico.

En la celda que indica muestra de datos se registran dos (2) o mas valores de la lectura del display del medidor de campo, registro efectuado en el momento de la medición, procedimiento hecho como medida de precaución, para tener una referencia del campo medido en caso que cambien los datos en el momento de la descarga, o en caso que el archivo sea eliminado.

Habr  un solo cuadro con gráficos para ubicar los puntos de medici3n u objetos de referencia y varias tablas para ingresar los datos de cada uno de los puntos registrados, se deberán tomar fotografías para ayudar a crear el emplazamiento y para incluirlas como registro fotográfico en el informe.

2.2.2 Estudio Preliminar de la Estaci3n: para el inicio de las actividades de medici3n STUDEM COLOMBIANA LIMITADA, solicita a la estaci3n radioeléctrica que requiera de sus servicios, la informaci3n técnica básica sobre los sistemas, servicios y de las fuentes radiantes que se encuentren en la misma, los datos solicitados se encuentran en la tabla 2.3.

Los datos de la fuente radiante son corroborados en el momento de hacer la medici3n de campo electromagnético, en caso que la estaci3n radioeléctrica no entregue los datos tal cual como son solicitados, la informaci3n se puede obtener de la resoluci3n de adjudicaci3n de la estaci3n de radiodifusi3n o visitas técnicas hechas por el ministerio de comunicaciones.

Tabla 2.3. Datos Técnicos

DATOS DEL TITULAR	
Nombre del Titular	
Direcci3n del Titular	
SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES	
Clase de Sistema o Servicio	
ESPECTRO RADIOELÉCTRICO	
Banda de frecuencia (MHz).	

Tipo de Modulación	
Ancho de Banda	
DATOS DE LA FUENTE RADIANTE	
Dirección y Coordenadas Geográficas	
Tipo de elemento radiante (antena) (fabricante, modelo)	
Altura máxima permitida de la torre	
Acimut e inclinación de la antena	
Especificaciones Técnicas de la antena (Eficiencia)	
Patrones de radiación Horizontal y Vertical de la antena	
PIRE (w)	

Fuente: Resolución 001645 del 29 julio del 2005

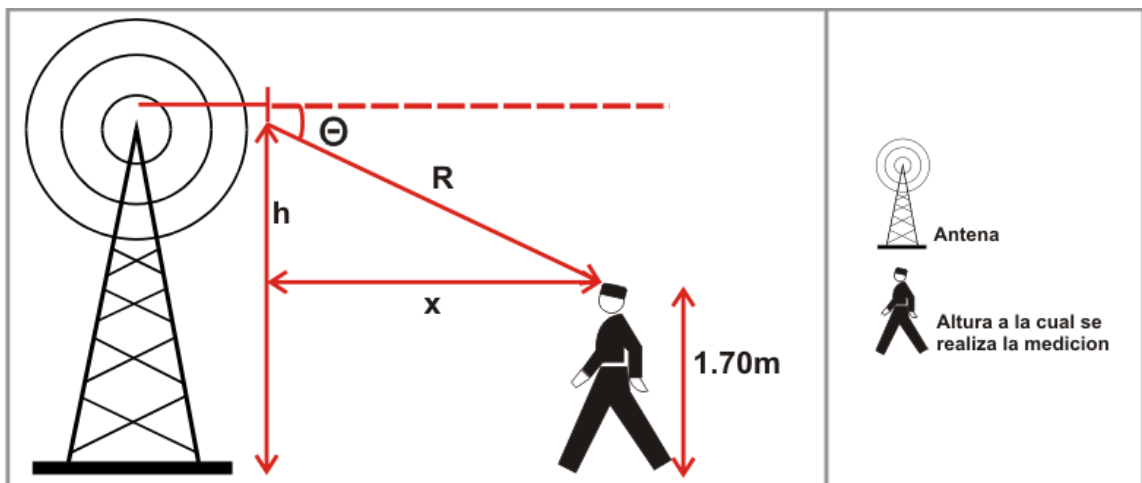
Los datos solicitados se corroboran con los obtenidos en el momento de la medición, estos datos preliminares son útiles para calcular el máximo permitido de la intensidad de campo eléctrico, campo magnético, distancia ocupacional y distancia del público en general, los cuales serán utilizados en el momento de la medición para detectar las zonas de rebasamiento, establecer la distancia de los cerramientos en caso de necesitarlo y señalar la zona adecuadamente.

2.2.3 Ubicación de los Puntos a Medir con la información técnica entregada por la estación a STUDEM COLOMBIANA LIMITADA se ubican los puntos de medición más estratégicos tales como: salón de equipos, caseta del operador, puntos cercanos a la torre de la antena y área de público general, en caso que amerite por su cercanía. Los puntos estratégicos son ubicados con los métodos

de cálculo dispuestos por la Recomendación K.52 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T).

2.2.4 Métodos de Cálculo según Recomendación UIT-T K.52: el objeto del cálculo a evaluar es la Densidad de Potencia a un punto x de la antena o torre y a 1.70 metros por encima del suelo (aproximadamente al nivel de la cabeza), para el ejemplo el haz principal es paralelo al suelo y la ganancia de la antena es axialmente simétrica (omnidireccional).

Figura 2.1. Configuración para Calcular la Exposición a Nivel del Suelo



Fuente: Recomendación UIT-T K.52

Recurriendo a la trigonometría,

$$R^2 = h'^2 + x^2 \quad ; \quad h' = h - 2(\text{m}) \quad ; \quad \theta = \tan^{-1} \left(\frac{h'}{x} \right)$$

- Para simplificar los cálculos, se supone una potencia constante en el haz principal ($f(\theta) = 1$).
- Se tiene que la Densidad de Potencia para servicios de Radiodifusión obedece a la siguiente ecuación.

$$S = \frac{2.56}{4\pi} F(\theta) \frac{PIRE (W)}{R^2} ; S = \frac{2.56 PIRE (W)}{4\pi R^2}$$

- Para calcular la distancia máxima (x) de la zona ocupacional y la zona del público en general se tiene en cuenta el límite máximo de potencia de la estación radioelctrica.

$$S = \frac{2.56}{4\pi} F(\theta) \frac{PIRE (W)}{R^2} ; \text{ si } F(\theta) = 1 ; S = \frac{2.56 PIRE (W)}{4\pi R^2}$$

$$R = \sqrt{\frac{2.56 PIRE (W)}{4\pi S}}$$

- R = Distancia Máxima a la cual se encuentran las Zonas de Frontera Ocupacional Y de Público en General dado por la respectiva, EIRP = Potencia Radiada por la Antena y (S) Densidad Máxima de Potencia (R se despeja de la formula dada para la Densidad de Potencia).

- Para el peor caso con factor de reflexión de 1, el factor 2.56 se reemplaza por un factor de 4, aplicando así un método más riguroso (Norma K.52-Apéndice II.1). La distancia mínima que se tiene para el cumplimiento del límite de exposición será.

$$R = \sqrt{\frac{PIRE (W)}{\pi S}}$$

- Con S siendo la densidad de potencia local por unidad de área de la onda plana equivalente para el caso ocupacional y poblacional.

Esta es la fórmula aplicada para calcular la distancia de la Zona Ocupacional y la Zona del Público en General.

2.2.4.1 Distancia Ocupacional: para las estaciones radioeléctricas de AM y FM los límites de referencia a tener en cuenta para la distancia ocupacional, son aquellos que se encuentran resaltados por la franja naranja y amarilla, respectivamente.

Tabla 2.4. Límites de Referencia Zona Ocupacional

Tipo de exposición	Gama de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico E (V/m)	Intensidad de campo magnético H (A/m)	Densidad de potencia de onda plana equivalente, S (W/m ²)
Ocupacional	9 - 65 KHz	610	24,4	-
	0,065 -1 MHz	610	1,6/f	-

	1-10 MHz	610/ <i>f</i>	1,6/ <i>f</i>	-
	10 - 400 MHz	61	0,16	10
	400 -2.000 MHz	3 <i>f</i> /2	0,008 <i>f</i> /2	<i>f</i> /40
	2 - 300 GHz	137	0.36	50
NOTA 1. <i>f</i> es la indicada en la columna gama de frecuencias				
NOTA 2. Para frecuencias entre 100 KHz y 10 GHz, el tiempo de promediación es de 6 Minutos.				

Fuente: Decreto 195 del 31 de enero del 2005

Ejemplo de cálculo Distancia Ocupacional: se supone una estación radioeléctrica en la gama de los 88 a 108 MHz (Gama de frecuencia correspondiente a estaciones FM), con una potencia radiante de 5 KW.

Para el rango de frecuencia de estaciones radioeléctricas en FM, el límite de densidad de potencia ya se encuentra establecido en la tabla 2.4.

Teniendo la ecuación para el cálculo de exposición electromagnética a nivel del suelo y la densidad de potencia de onda plana equivalente (S) de la gama de frecuencia a analizar, se obtiene:

$$R = \sqrt{\frac{PIRE (W)}{\pi S}} = \sqrt{\frac{5000W}{\pi \times 10W/m^2}} = 12.61 \text{ metros}$$

El resultado obtenido de 12.61 metros del ejemplo planteado, es el punto donde teóricamente debería de finalizar la zona de rebasamiento e iniciar la zona ocupacional.

2.2.4.2 Distancia Público en General: para las estaciones radioeléctricas de AM y FM, los límites de referencia a tener en cuenta para la distancia público en general, son aquellos que se encuentran resaltados por la franja azul y verde, respectivamente. Tabla 2.5.

Tabla 2.5. Límites de Referencia Zona Público en General

Tipo de exposición	Gama de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico E (V/m)	Intensidad de campo magnético H (A/m)	Densidad de potencia de onda plana equivalente, S (W/m ²)
Público en General	9 - 150 KHz	87	5	-
	0,15 - 1 MHz	87	$0,73/f$	-
	1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	-
	10 - 400 MHz	28	0,073	2
	400 -2.000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$f/200$
	2 - 300 GHz	61	0,16	10

NOTA 1. f es la indicada en la columna gama de frecuencias

NOTA 2. Para frecuencias entre 100 KHz y 10 GHz, el tiempo de promediación es de 6 Minutos.

Fuente: Decreto 195 del 31 de enero del 2005

Ejemplo de cálculo Distancia Público en General: se supone una estación radioeléctrica en una frecuencia de 1.030 KHz (Frecuencia dentro de la gama de estaciones AM), con una potencia radiante de 10 KW.

Para el rango de frecuencia de las estaciones radioeléctricas en AM la densidad de potencia de onda plana equivalente dependerá de la frecuencia, caso opuesto para las estaciones radioeléctricas en FM, el procedimiento para el cálculo y el resultado de la densidad de potencia del ejemplo propuesto se encuentra en la Tabla 2.6.

Tabla 2.6. Ejemplo Calculo Densidad de Potencia

Gama de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico E (V/m)	Intensidad de campo magnético H (A/m)	Densidad de potencia de onda plana equivalente, S (W/m ²)
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	-
1.03 MHz	$87/\sqrt{1,03}$	$0,73/1.03$	(V/m)x(A/m)
1.03 MHz	85.72	0.708	(85.72 V/m)x(0.708 A/m) = 60.689 W/m ²

Teniendo la ecuación para el cálculo de exposición electromagnética a nivel del suelo y la densidad de potencia de onda plana equivalente (S) de la gama de frecuencia a analizar, se obtiene:

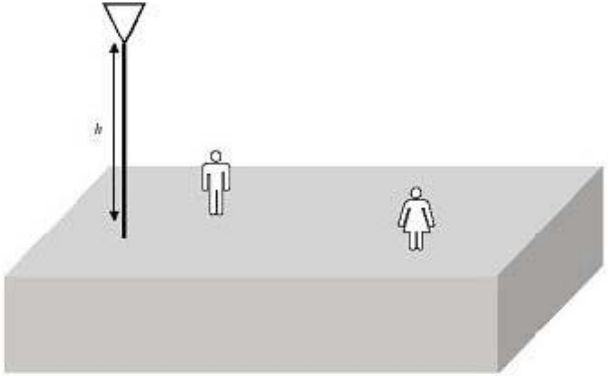
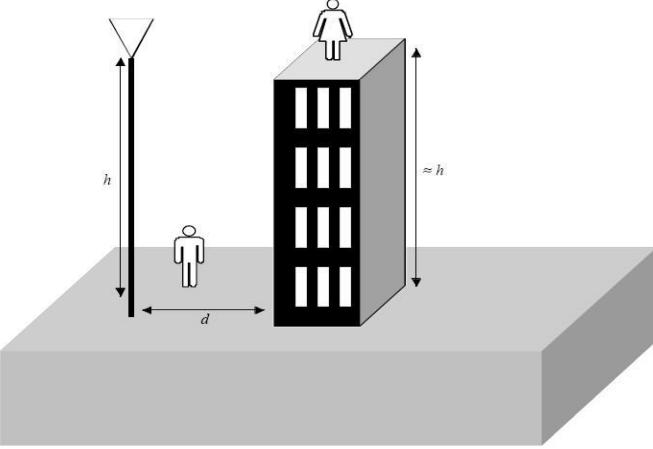
$$R = \sqrt{\frac{PIRE (W)}{\pi S}} = \sqrt{\frac{10000W}{\pi \times 60.689W/m^2}} = 7.242 \text{ metros}$$

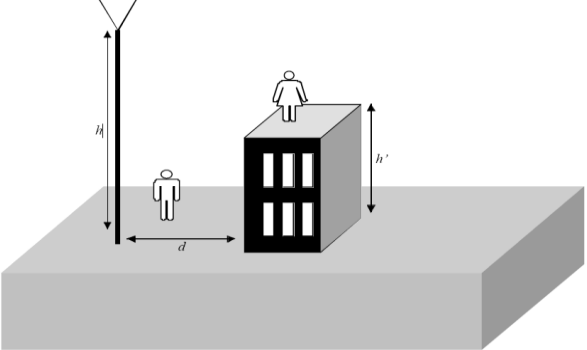
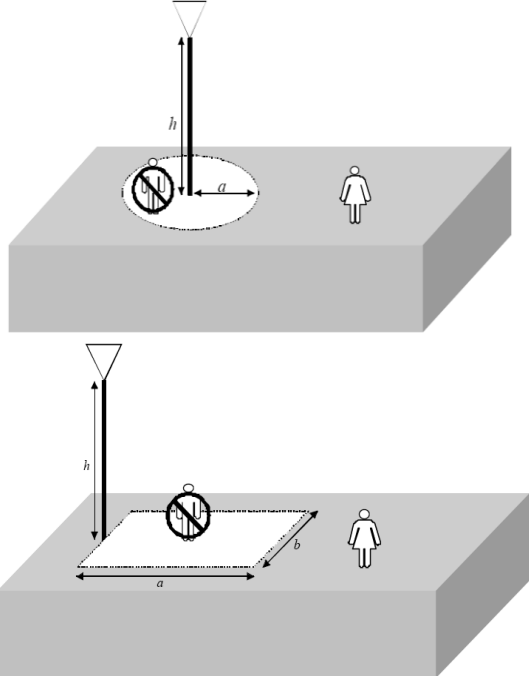
El resultado 7.242 metros, obtenidos del ejemplo propuesto, es el punto desde donde teóricamente debería de terminar la Zona ocupacional e Iniciar la zona del público en general.

Durante el periodo de práctica se creó un archivo en Microsoft Office Excel llamado calculo de frontera, que permite reducir tiempo y calcular de manera sencilla la intensidad de campo eléctrico (V/m), intensidad de campo magnético (A/m), densidad de potencia de onda plana equivalente (W/m^2) y las distancias de zona ocupacional y de público en general, tanto para estaciones de radiodifusión en la banda de AM como en la FM.

2.2.5 Categorías de Accesibilidad: en concordancia con la Recomendación de Unión Internacional de Telecomunicaciones, UIT-T K.52 "Orientación sobre el cumplimiento de los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos", se determina la categoría de accesibilidad de la estación radioeléctrica en cuestión, esta categoría depende de las circunstancias de instalación y se evalúa la geometría para que una persona pueda acceder a la zona de rebasamiento del emisor. El tipo de accesibilidad debe ir incluida en la declaración de conformidad de emisión radioeléctrica del nivel de exposición porcentual.

Tabla 2.7. Categorías de Accesibilidad

Categorías de Accesibilidad	Circunstancias de la Instalación	Figura de Referencia
<p style="text-align: center;">1</p>	<p>La antena está instalada en una torre inaccesible, el centro de la radiación esta a una altura h sobre el nivel del suelo ($h > 3m$).</p> <p>La antena está instalada en una estructura públicamente accesible (por ejemplo, en un tejado), el centro de radiación esta a una altura h por encima de la estructura.</p>	
<p style="text-align: center;">2</p>	<p>La antena está instalada a nivel del suelo, el centro de radiación esta a una altura h sobre el nivel del suelo. Hay un edificio adyacente o una estructura accesible al público en general y de una altura aproximada h situado a una distancia d de la antena a lo largo de la dirección de propagación ($h > 3m$).</p>	

<p>3</p>	<p>La antena está instalada a nivel del suelo, el centro de radiación esta a una altura h ($h > 3m$) sobre el suelo, hay un edificio adyacente o estructura accesible al público en general de aproximadamente h' situado a una distancia d de la antena a lo largo de la dirección de propagación.</p>	
<p>4</p>	<p>La antena está instalada en una estructura a una altura h ($h > 3m$) hay una zona de exclusión asociada con la antena. Se definen dos geometrías para la zona de exclusión: una zona circular con un radio a rodea la antena.</p> <p>Una zona rectangular de tamaño $a \times b$ delante de la antena.</p>	

Fuente: Recomendación UIT-T K.52

2.3 CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN

La medida inicial de verificación de límites de exposición requiere de las medidas de banda ancha, lo que permite tener el efecto total de todas las fuentes radiantes posibles en el sitio. Por tal motivo la resolución 001645 del 29 de julio del 2005 recomienda, que la configuración inicial del equipo, sea en medida en banda ancha y en lo posible, normalizada al estándar adoptado a nivel nacional (Recomendación UIT-T K.52, Norma ICNIRP).

2.3.1 Mediciones en Banda Ancha: el instrumento para mediciones de campo eléctrico y magnético utilizado en STUDEM COLOMBIANA LIMITADA es un medidor marca ETS LINDGREN modelo HOLADAY HI-2200 con algunas de las especificaciones expuestas a continuación.

- Capacidad de registro de datos
- Sondas Intercambiables
- Uso de espacio y promedio temporal
- Peso liviano, diseño que permite ser llevado en la mano
- Display gráfico
- Umbral de alarma programable para excesos de niveles de campo eléctrico y magnético
- Selección de unidades métricas por el usuario (V/m, $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, mW/cm^2 , W/cm^2 , A/m, mA/m, Dependiendo de la sonda que en el momento este usando equipo)

- Interface de datos RS-232
- Tiempo de operación, aproximadamente 20 horas de operación para cuatro baterías alcalinas AA
- Temperatura de Operación: -10 °C a 50 °C

Desde el primer punto de medición, (en la mayoría de los casos se inicia desde la base de la antena), el equipo se ubica a 1.70 metros de altura, en un trípode de material aislante para que no sean afectados los datos de las mediciones que se vayan a realizar, con el equipo apagado se conecta la sonda del campo a usar, se procede a encender el equipo y se espera alrededor de tres (3) minutos para que el equipo se estabilice. se toman alrededor de 40 muestras y son guardadas en el medidor de campo, se revisa la estabilidad de las muestras y los niveles medidos, en caso que no haya estabilidad se realiza una segunda medición en el mismo punto, buscando determinar la variación del campo y si los niveles superan los límites calculados de acuerdo a la zona donde se esté haciendo la medición se inicia un proceso de mitigación de la fuente, eventualmente se procederá a medir el campo y hacer el mismo procedimiento en el los puntos ya previamente establecidos, las mediciones donde se observan fluctuaciones que superan el 50% del límite de máxima exposición permitida, se realizará una medición de promediado temporal (duración de 6 minutos); guardando estas mediciones, para su posterior análisis.

Los datos guardados en el medidor de campo son descargados a un laptop, a través del RS-232, preferiblemente la descarga de los datos es hecha en el lugar de la medición, ya que en caso que al descargar los datos, estos presenten algún error se pueda realizar nuevamente la toma de las muestras.

Si la medición excede el valor límite de exposición, se apaga la fuente y se realiza nuevamente la medición de campo, si la fuente de radiación no es evidente en el punto de medición, se procederá a realizar la medición en banda angosta, con el propósito de detectar las fuentes de mayor contribución a la intensidad de campo o densidad de potencia.

2.3.2 Especificaciones de las Sondas: las sondas deben ser calibradas previamente con el medidor de campo, a continuación se muestra las especificaciones de las sondas usadas con el medidor de campo marca ETS LINDGREN.

2.3.2.1 Sonda Campo Eléctrico: la sonda de campo eléctrico utilizada es marca ETS LINDGREN, modelo E100, tipo de detección isotrópico (indica el campo total), rango de frecuencia 100 KHz a 5 GHz (rango para la banda de frecuencia de AM y FM), respuesta de frecuencia ± 1 dB (1 MHz a 4 GHz), rango dinámico 0.3 a 800 V/m (rango individual), unidades de medida V/m, $\mu\text{W}/\text{cm}^2$,

mW/cm², W/m², dimensiones: largo general 260 mm, cubierta del sensor 60 mm x 71.1 mm.

2.3.2.2 Sonda Campo Magnético: la sonda de Campo magnético utilizada marca ETS LINDGREN, modelo H210, tipo de detección isotrópico (indica el campo total), rango de frecuencia 300 KHz a 300 MHz (rango para la banda de frecuencia de AM), respuesta de frecuencia ± 0.8 dB (300 KHz a 30 MHz), rango dinámico 0.3 a 30 A/m (rango individual), unidades de medida A/m, mA/m, μ W/cm², mW/cm², W/m², dimensiones: largo general 260 mm, diámetro de la cubierta del sensor 60 mm.

2.3.3 Mediciones Banda Angosta: en caso de que los resultados de las mediciones en Banda Ancha, superen los valores límites de exposición, se tienen en cuenta la característica de la zona bajo estudio: campo cercano, zona de rebasamiento, zona ocupacional, área de influencia de otras fuentes radiantes. Se procede a realizar las mediciones en Banda Angosta, a fin de evaluar la procedencia de las contribuciones para el campo medido. Por lo tanto, ubicando el equipo en el punto detectado, y constituido por analizador de espectro y antena calibrada en el rango de frecuencia adecuado, se realizan los barridos de medición con el analizador de espectro, determinando los niveles más importantes para ser registrados en el computador portátil y posteriormente ser objeto de análisis.

2.4 SUPERACIÓN DE LOS LÍMITES MÁXIMOS DE EXPOSICIÓN

En caso de que alguna zona ocupacional el nivel de exposición porcentual llegue a ser mayor a la unidad, debe medirse el nivel de emisión de cada fuente radiante o estación radioeléctrica, e identificar cuáles de ellas superan el límite máximo de exposición correspondiente a su frecuencia de operación. Aquellas fuentes radiantes o estaciones radioeléctricas que lo superen deben ajustarse empleando técnicas de mitigación que permitan mantener los niveles de emisión dentro de los márgenes permitidos, tales como: aumentar la altura de las antenas, uso de apantallamiento o mecanismos similares de protección, limitar la accesibilidad de personas a la zona ocupacional en cuestión, reducir la potencia de emisión, trasladar la fuente de radiación a otro sitio, entre otras, hasta que cada una de ellas emita por debajo de su respectivo límite.

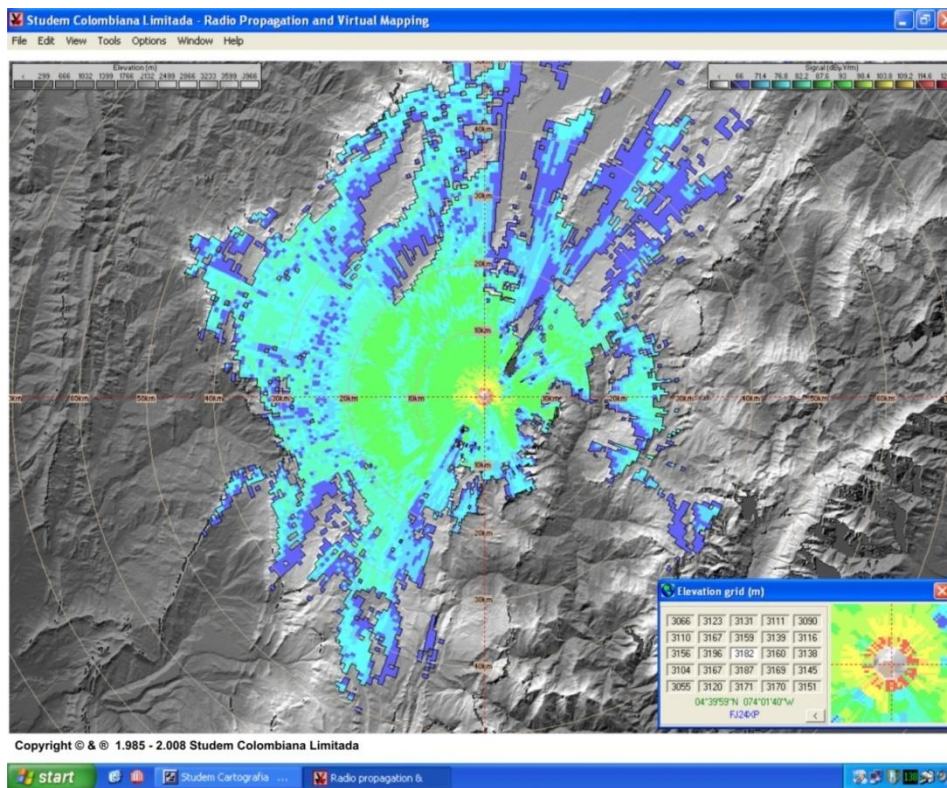
Quienes operen estaciones radioeléctricas, deben incluir dentro de las medidas: protección para los trabajadores, controles de ingeniería y administrativos, programas de protección personal y vigilancia médica, conforme lo establecido en la normatividad vigente de atención y prevención de riesgos profesionales o las que establezcan las autoridades competentes en salud ocupacional, en especial, las contenidas en el Decreto-ley 1295 de 1994 (Por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales) y demás normas que lo modifiquen, adicionen o sustituyan.

Independientemente de la tipificación se deben medir todas las estaciones radioeléctricas que se encuentren a menos de 150 metros de centros educativos, centros geriátricos y centros de servicio médico. Si adyacentes a la estación radioeléctrica existen edificios cuya altura sea comparable a la altura de la fuente radiante, deberán buscarse hot spots en dichos edificios.

2.5 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ESTACIÓN EN ESTUDIO

Con datos como potencia radiante y coordenadas geográficas del lugar donde se encuentra la fuente radiante, se ubica el sistema radiante geográficamente, si es una estación en FM se obtiene grafica y métricamente el área de servicio, esto es hecho a través del software sistema cartográfico de STUDEM COLOMBIANA LIMITADA.

Figura 2.2. Ejemplo Ubicación Geográfica y Área de Servicio



Fuente: Sistema Cartográfico STUDEM COLOMBIANA LIMITADA

2.6 FOTOGRAFÍAS DE LA ESTACIÓN RADIOELÉCTRICA

Se deben tener registros fotográficos de la estación radioeléctrica objeto de medición, en las cuales se debe poder observar:

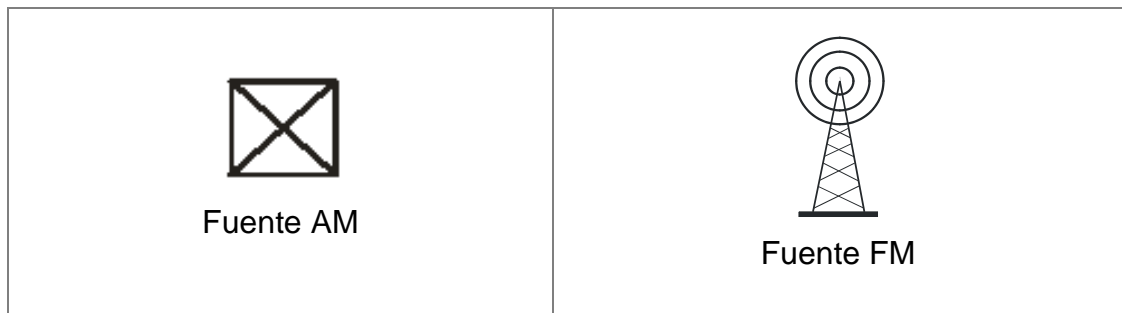
- Las antenas transmisoras instaladas.
- Las respectivas zonas de exposición a campos electromagnéticos.
- Puertas o demás medios de acceso al sitio

2.7 PLANO DE EMPLAZAMIENTO

Esquema o grafico donde se delimitan las zonas de rebasamiento, zona ocupacional con sus respectivos medios de encerramiento y la zona del público en general, por lo general los planos de emplazamiento realizados son hechos en Corel Draw 14 y exportados como imágenes de Word para insertados a los informes sin ningún tipo de problema.

A continuación se muestran los esquemas adoptados para representar las fuentes radiantes en AM y FM.

Figura 2.3. Esquemas Adoptados para Representar las Fuentes Radiantes



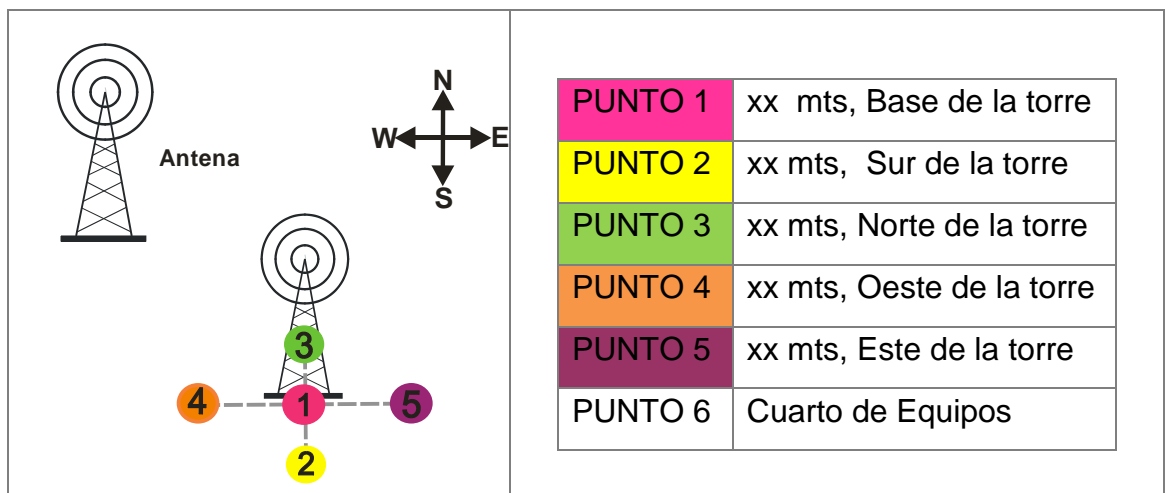
Fuente: Clip Art Corel Draw

2.8 PUNTOS DE MEDICIÓN

Los puntos de medición se deben analizar previamente de acuerdo a la ubicación y el tipo de fuente radiante a medir.

Por lo general en los informes de mediciones de campo se hace un emplazamiento ubicando gráficamente los puntos medidos, indicación grafica del tipo de cerramiento (si lo hay), Cuarto de equipos, vivienda transmisorista, puntos cardinales y al lado de se llena una tabla con la distancia y la ubicación de los puntos.

Figura 2.4. Ejemplo de Ubicación de los Puntos de Medición para FM



En la ubicación geográfica se debe tener en cuenta que el color y el numero de cada circulo debe concordar con el numero y el color de la celda de la tabla, la distancia en metros y la ubicación de los puntos medidos de acuerdo a los puntos cardinales, está dada por los datos obtenidos y registrados en el momento de la medición de campo, datos elaborados en un documento de toma de datos por quien realiza la medición.

2.9 DATOS DE LAS MEDICIONES DE CAMPO

Los datos obtenidos de las mediciones de Campo eléctrico y magnético son presentados a través de tablas y gráficos de control, estos datos son de las mediciones efectuadas en las zonas previamente establecidas y donde posiblemente podría existir zona de riesgo para las personas.

Las tablas y los gráficos mencionados contienen la información de la intensidad del campo medido estos datos son descargados previamente en el laptop (descarga realizada en el momento de la medición), para este caso en particular el equipo trae un software que permite descargar los datos y guardarlos en una carpeta para posteriormente ser analizados, los datos guardados son extensión .csv que pueden ser procesados en Microsoft office Excel, en el transcurso de la practica se creó un archivo máster en Microsoft Office Excel, llamado datos y graficas AM y datos y graficas FM, extensión, este archivo permite procesar los datos obtenidos para ser presentados en el informe final.

2.9.1 Metodología para Procesar Datos : con el numero del archivo del punto de medición que se desee procesar se busca en la carpeta donde ha sido guardado y se abre para copiar los datos y pegarlos en una de las hojas de cálculo del archivo máster de datos y graficas (este archivo debe ser previamente copiado y pegado en la carpeta de la estación radioeléctrica en cuestión), cada

hoja de cálculo contiene dos tablas y un grafico, donde una de las tablas contenidas en el archivo tienen el esquema de la tabla mostrada a continuación.

Tabla 2.8. Formato para Procesar Datos

PUNTO x - MEDICIÓN BANDA ANCHA			DATOS DE LA GRÁFICA DE CONTROL SONDA E100	
DATOS INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO				
NÚMERO DE DATOS	CAMPO ELÉCTRICO	UNIDADES	PORCENTAJE DE LAS MEDICIONES CON RESPECTO AL MÁXIMO PERMITIDO	0,00%
1	-	V/m	VARIANZA	0
2	-	V/m		
3	-	V/m		
4	-	V/m	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0
5	-	V/m		
6	-	V/m		
7	-	V/m		
8	-	V/m	PROMEDIO	0
9	-	V/m		
10	-	V/m		
11	-	V/m		
12	-	V/m		
13	-	V/m	LÍNEA DE AVISO SUPERIOR	0
14	-	V/m		
15	-	V/m		
16	-	V/m		
17	-	V/m	LÍNEA DE AVISO INFERIOR	0
18	-	V/m		
19	-	V/m		
20	-	V/m		
21	-	V/m		
22	-	V/m	LÍNEA DE CONTROL SUPERIOR	0
23	-	V/m		
24	-	V/m		
25	-	V/m		

26	-	V/m	LÍNEA DE CONTROL INFERIOR	
27	-	V/m		0
28	-	V/m		
29	-	V/m		
30	-	V/m		

La primera celda denominada PUNTO x, (la letra x corresponde a un numero en particular y es el numero del punto de medición), la designación del color debe concordar con los círculos situados en el grafico de emplazamiento como se muestra en la figura 2.3.

Para las estaciones radioeléctricas en la banda de AM, el ministerio de comunicaciones exige la medición de campo eléctrico y magnético, mientras que para las estaciones radioeléctricas en FM, la exigencia es solo de mediciones de campo eléctrico, por tal razón para las estaciones de AM se presentan dos tablas una de Datos mediciones de campo eléctrico, y otra de datos de mediciones de campo magnético.

La columna de número de datos contiene la numeración de las 30 muestras que son la cantidad de datos presentados en el informe, en la columna siguiente que es la del campo se insertan los datos registrados de las mediciones de campo, y en la columna de las unidades dependiendo del campo será V/m o A/m.

En la celda del porcentaje de las mediciones con respecto al máximo permitido, se debe ingresar el máximo valor calculado (el valor depende del tipo de zona a la cual pertenezca el punto de medición, esta puede ser una zona ocupacional o una de público en general) y el máximo nivel registrado en alguna de las celdas de la columna donde están los datos de las mediciones de campo, esta celda deberá ser sombreada (procedimiento hecho para tener en cuenta el punto tomado para calcular el porcentaje), al ingresar los valores la celda ejecuta automáticamente el valor del porcentaje.

La fórmula contenida en la celda del porcentaje está dada por:

$$\frac{\text{Celda que contiene el máximo valor registrado}}{\text{máximo valor calculado según la frecuencia y la potencia de la estación radioeléctrica}} \%$$

2.9.1.1 Norma ISO/IEC 17025 Aplicada en las Mediciones de Campo

Adoptada en Colombia como la norma NTC 17025 por el ICONTEC, la norma ISO 17025:2005, es la norma que contiene los requerimientos que los laboratorios de calibración y ensayo tienen que cumplir si desean demostrar que funcionan con un sistema de calidad, son técnicamente competentes y pueden generar resultados válidos.

Esta Norma se constituye como la guía para la evaluación de la conformidad de los requisitos para calidad y competencia aplicable a todos los laboratorios, independientemente de la naturaleza del ensayo y/o la calibración que se realice.

Proporciona herramientas y la estructura para que el laboratorio pueda generar confianza a sus clientes mejorando su competitividad y productividad.

El ente nacional a nivel nacional encargado de acreditar es la Super Intendencia de Industria y Comercio, entidad de carácter nacional adscrita al Ministerio de Comercio Industria y Turismo, que entre sus funciones se encuentra la de acreditar y supervisar a los organismos evaluadores de la conformidad – OEC (organismos de certificación, inspección, laboratorios de ensayo y calibración), que hacen parte del Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología.

STUDEM COLOMBIANA LIMITADA en busca de la acreditación de la norma ISO/IEC 17025:2005 inicia la aplicación de esta en las mediciones de campo electromagnético por esta razón se registra una primera muestra y una contra muestra de la intensidad de campo eléctrico o de la intensidad de campo electromagnético, Adicionalmente se agregaron datos estadísticos tales como varianza, desviación estándar, promedio, línea de aviso superior, línea de aviso inferior, línea de control superior y línea de control inferior.

Para iniciar un proceso de acreditación en la norma ISO/IEC 17025:2005 se debe hacer un proceso de sensibilización, por ello la aplicación de la norma a las mediciones de campo electromagnético, para la cual se inicia con el proceso de estimación de incertidumbre, estabilidad de las mediciones de campo y del equipo, la evaluación de incertidumbre usada es a través del análisis estadístico de una serie de datos, en este caso de las 30 muestra registradas en cada uno de los puntos de medición, por ello se calcula la varianza, la desviación estándar, promedio y las líneas de aviso y control, son calculadas para realizar graficas de control que permitan analizar, identificar y cuantificar efectos no esperados en las mediciones.

A continuación se presenta las ecuaciones de los datos estadísticos mencionados, se debe tener en cuenta que en las celdas donde están contenidos estos ítems incluyen las ecuaciones de tal manera que el cálculo estadístico es automático.

Promedio o Media Aritmética: se define como el cociente que se obtiene al dividir la suma de los valores de la variable por el número total de muestra, la ecuación aplicada en la celda es la siguiente.

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n}$$

\bar{x} : Media de la Muestra

\sum : (Letra griega mayúscula, sigma), significa suma de...

x_i : Valores que toma la variable en la muestra

n : Número de observaciones en la muestra

Varianza: se simboliza indistintamente por **S^2** , se define como: la media aritmética de los cuadrados de las desviaciones respecto a la media aritmética, la fórmula que la aplica es la siguiente:

$$S^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n}$$

Desviación Estándar: se simboliza por **s** , también se puede simbolizar por sigma **σ** , se define como la raíz cuadrada de la varianza, tomada siempre con signo positivo, también se puede definir como la raíz cuadrada de las desviaciones respecto a la medida.

$$s = +\sqrt{S^2} \quad s = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

2.9.1.2 Gráficos de Control: un proceso de control es aquel cuyo comportamiento con respecto a variaciones es estable en el tiempo, las gráficas de control se utilizan en la industria como técnica de diagnóstico para supervisar procesos e identificar inestabilidad y circunstancias anormales.

Una gráfica de control es una comparación gráfica de los datos de desempeño de procesos con los “límites de control estadístico” calculados, dibujados como rectas limitantes sobre la gráfica.

Constituyen un mecanismo para detectar situaciones donde las causas asignables pueden estar afectando de manera adversa la calidad de un producto.

Cuando la gráfica indica una situación fuera de control, se puede iniciar una investigación para identificar las causas y tomar medidas correctivas. Permiten determinar cuándo deben emprenderse acciones para ajustar un proceso que ha sido afectado por una causa especial, dicen cuando dejar que un proceso trabaje por sí mismo y no malinterpretar las variaciones debidas a causas comunes.

Las causas especiales se deben contrarrestar con acciones correctivas, las causas comunes son el centro de atención de las actividades permanentes para mejorar el proceso, las variaciones del proceso se pueden rastrear por dos tipos de causas

1. Común o aleatoria, que es inherente al proceso
2. Especial o atribuible, que causa una variación excesiva

El objeto de una gráfica de control no es lograr un estado de control estadístico como un fin, sino reducir la variación.

2.9.1.3 Gráficos de Control para Medias Móviles: los gráficos de control para medias móviles son muy efectivos para detectar pequeños cambios en los

procesos, por esta razón es usada para detectar los cambios presentados en las mediciones de campo.

El método usado para la elaboración del gráfico de control de medias móviles es el de límites de rechazo para valores medios (\bar{x}), estos son unos límites del gráfico de control que se emplean teniendo en cuenta la media aritmética y la desviación estándar de los puntos medidos.

Con los resultados iniciales de la muestra de las medidas de campo electromagnético se establece el valor de la línea central (media aritmética o promedio), este valor se debe obtener con un mínimo de 15-30 muestras.

La segunda tabla contenida en la hoja de cálculo del archivo de Microsoft Office Excel llamado máster datos y graficas AM o FM, es la tabla de datos para crear el gráfico de control, los datos de cada columna se generan automáticamente a medida que se van insertando los datos de las mediciones de campo, las formulas contenidas en cada una de las celdas están dadas por:

$\bar{x}+2s$ - Línea de Aviso Superior

$\bar{x}- 2s$ - Línea de Aviso Inferior

\bar{x} Media Aritmética

$\bar{x}+3s$ - Línea de Control Superior

$\bar{x}-3s$ - Línea de Control Inferior

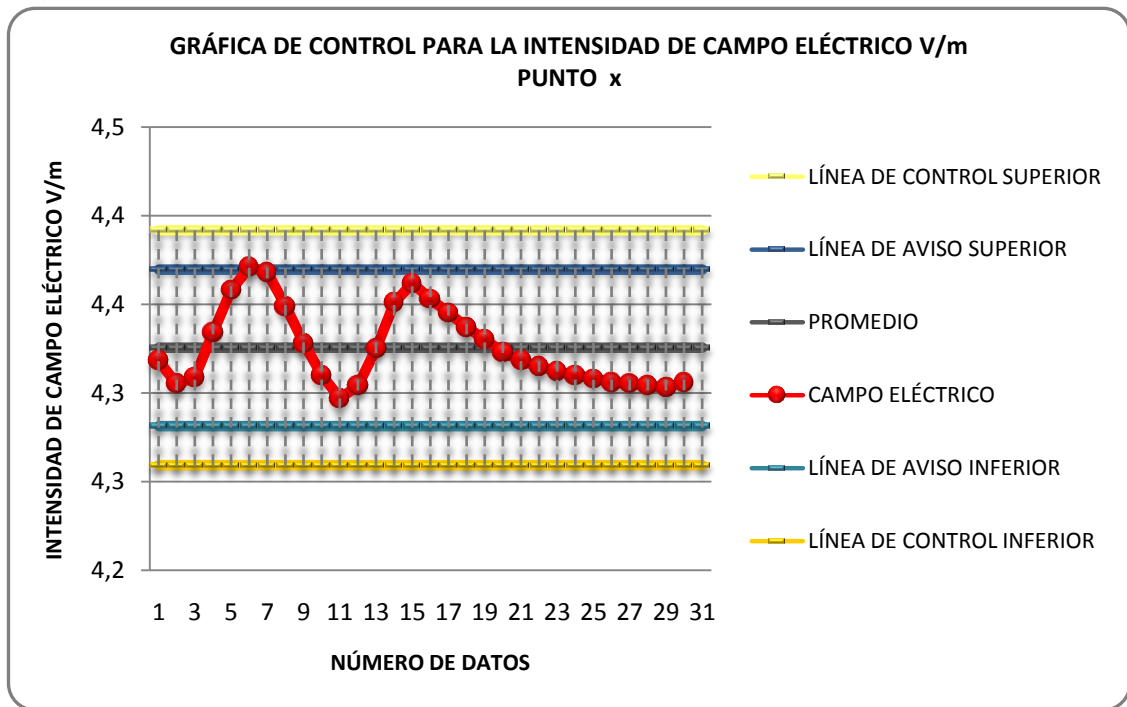
Tabla 2.9. Formato para Generar Gráficas de Control

TABLA DE DATOS PARA LA GRÁFICA DE CONTROL					
NÚMERO DE DATOS	LÍNEA DE CONTROL SUPERIOR	LÍNEA DE AVISO SUPERIOR	PROMEDIO	LÍNEA DE AVISO INFERIOR	LÍNEA DE CONTROL INFERIOR
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-
26	-	-	-	-	-

27	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-

A medida que se generan los resultados estadísticos de la tabla datos para las graficas de control, se va generando el grafico de control que permite visualizar el comportamiento de la medición de campo y verificar si el campo es o no estable, al igual que las tablas donde se procesan los datos, también habrá una grafica de control para cada punto de medición, estas graficas son similares a la figura 2.5.

Figura 2.5. Ejemplo de un Gráfico de Control para Mediciones de Campo



Fuente: STUDEM COLOMBIANA LIMITADA

Las muestras del campo medido se deben encontrar entre las líneas de aviso superior e inferior, es decir muy cerca a la Media Aritmética, para tener un campo

controlado, en caso que más de tres muestras se encuentren por encima de la línea de control, de forma consecutiva, descendentes o ascendentes se deben investigar las causas de este tipo de muestras.

En el caso que las mediciones de campo electromagnético tengan puntos fuera de control se procede a apagar la fuente de radiación y tomar nuevamente medidas en el mismo punto, para analizar si es la fuente que causa estos cambios es una fuente externa, podría ser un radioteléfono o cualquier otro tipo de dispositivo.

Las gráficos de control son generados en Microsoft Office Excel, ya que este permite insertar formulas sin importar la cantidad de muestras que se obtengan de una medición, importar, exportar datos y manipular las graficas y para obtener una mejor perspectiva de la intensidad de Campo.

2.10 DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD

Es el formato que contiene la información recogida por la persona natural o jurídica, pública o privada, que es responsable de la gestión de un servicio y/o actividad de telecomunicaciones en virtud de autorización o concesión o por ministerio de la ley, en la cual el representante legal manifiesta, bajo la gravedad de juramento, el cumplimiento de los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos, el seguimiento de la metodología para asegurar la

conformidad de los mismos, la adecuada delimitación de las zonas de exposición a campos electromagnéticos y las técnicas de mitigación, de acuerdo con lo establecido en el decreto 195 del 31 de enero del 2005.

El responsable de la declaración es decir el representante legal de la estación radioeléctrica, deberá definir autocontroles para asegurar continuidad en el cumplimiento de lo declarado, tales como los que se describen en el artículo 5º del decreto 195 del 31 de enero del 2005 y para cualquier ampliación, extensión, renovación o modificación de las condiciones del uso de las frecuencias radioeléctricas.

Los formatos de declaración de conformidad se encuentran en el anexo B y C.

Los procesos anteriormente mencionados dan como resultado la declaración de conformidad, consignando en esta todos los datos arrojados en el informe.

3 COMO MEDIR LA IMPEDANCIA DE UN TRANSFORMADOR

En el periodo de práctica se solicito medir la impedancia de un transformador, el concepto básico es el del teorema de la Máxima Transferencia de Potencia, prueba realizada en el laboratorio de circuitos I, método sencillo y aplicable en la industria.

Pasos ejecutados en la medición.

Crear una señal en un generador de frecuencia a una amplitud deseada y a una frecuencia de 1 KHz, esta señal será inyectada por el devanado primario al transformador, continuamente se medirá la señal en el devanado secundario conectando sus extremos a un osciloscopio, en este mismo devanado se conecta un potenciómetro de aproximadamente $10\text{ K}\Omega$, (aun debe estar conectado el osciloscopio), el potenciómetro se gira hasta que la señal del osciloscopio disminuya en un 50%, indicando que el valor que en ese momento registra el potenciómetro es la impedancia de máxima transferencia de potencia, es decir, el valor de la impedancia del devanado medido.

Se desconecta el potenciómetro y se mide su valor, registrando este valor como la impedancia del devanado, en este caso del devanado secundario del transformador.

Nota: tener en cuenta la impedancia del generador de frecuencia, ya que este valor debe ser restado del valor obtenido del potenciómetro.

GLOSARIO

Arreglo de antenas: conjunto de antenas dispuestos y excitados a modo de obtener un patrón de radiación dado. Estos elementos operan en la misma frecuencia para conformar dicho patrón.

Centro de radiación: punto equivalente desde donde radia una antena o arreglo de antenas. También se conoce como centro eléctrico de radiación.

Densidad de potencia: potencia por unidad de superficie normal a la dirección de propagación de la onda electromagnética. Suele expresarse en vatios por metro cuadrado (W/m^2).

Emisor intencional: dispositivo que genera y emite intencionalmente energía Electromagnética por radiación o por inducción.

Emisor no intencional: dispositivo que genera intencionalmente energía electromagnética para utilizarla dentro de un dispositivo o que envía energía electromagnética por conducción a otros equipos, pero no es destinado a emitir o a radiar energía electromagnética.

Estación radioeléctrica: son los elementos físicos que soportan y sostienen las redes de telecomunicaciones. Se compone de equipos transmisores y/o receptores, elementos radiantes y estructuras de soporte como torres, mástiles, azoteas, necesarios para la prestación del servicio y/o actividad de telecomunicaciones.

Exposición: se produce exposición siempre que una persona está sometida a campos eléctricos, magnéticos o electromagnéticos o a corrientes de contacto distintas de las originadas por procesos fisiológicos en el cuerpo o por otros fenómenos naturales.

Exposición controlada/ocupacional: aquella en las que las personas están expuestas como consecuencia de su trabajo y en las que las personas expuestas han sido advertidas del potencial de exposición y pueden ejercer control sobre la misma. La exposición controlada/ocupacional también se aplica cuando la exposición es de naturaleza transitoria es decir de paso ocasional por un lugar en el que los límites de exposición puedan ser superiores a los límites no controlados, para la población general, ya que la persona expuesta ha sido advertida del potencial de exposición y puede controlar esta por algún medio apropiado.

Exposición de público en general: aquella donde las personas expuestas a ondas electromagnéticas no forman parte del personal que labora en una estación radioeléctrica determinada; no obstante, están expuestas a las emisiones de campo electromagnético de radiofrecuencia producidas por dichas estaciones.

Exposición no uniforme/exposición corporal parcial: este tipo de exposición es producida cuando los campos son no uniformes en volúmenes comparables al del cuerpo humano completo, lo cual puede ser debido a fuentes altamente direccionales con ondas estacionarias, radiación dispersa o en el campo cercano.

Fuente inherentemente conforme: son aquellas que producen campos que cumplen los límites de exposición pertinentes a pocos centímetros de la fuente. No son necesarias precauciones particulares. El criterio para la fuente inherentemente conforme es una PIRE de 2W o menos, salvo para antenas de microondas de apertura pequeña y baja ganancia o antenas de ondas milimétricas cuando la potencia de radiación total de 100 mW o menos podrá ser considerada como inherentemente conforme.

Fuente radiante: cualquier antena o arreglo de antenas transmisoras.

Intensidad de campo eléctrico: fuerza por unidad de carga que experimenta una partícula cargada dentro de un campo eléctrico. Se expresa en voltios por metro (V/m) o en dBV/m si está en forma logarítmica.

Intensidad de campo magnético: magnitud vectorial axial que junto con la inducción magnética, determina un campo magnético en cualquier punto del espacio. Se expresa en amperios por metro (A/m) o en dBA/m si está en forma logarítmica.

Límites máximos de exposición: valores máximos de las intensidades de campo eléctrico y magnético o la densidad de potencia asociada con estos campos, a los cuales una persona puede estar expuesta.

Nivel de emisión: valor promedio de la intensidad de campo eléctrico o magnético en la zona ocupacional para una fuente de radiofrecuencia determinada, la cual opera a una frecuencia específica. Este valor se obtiene con un sistema de medición de banda angosta.

Nivel de exposición porcentual: valor ponderado de campo electromagnético (eléctrico o magnético) producto del aporte de energía de múltiples fuentes de radiofrecuencia, en cada una de las posibles zonas de exposición a campos

electromagnéticos. Este valor se obtiene con un sistema de medición de banda ancha.

Patrón de radiación: diagrama que describe la forma como la antena radia la energía electromagnética al espacio libre. El patrón de radiación se describe en forma normalizada respecto al nivel de máxima radiación, cuyo valor es igual a uno (1) si se representa en forma lineal ó 0 dB si se representa en forma logarítmica.

Potencia Radiada Isótropa Equivalente (PIRE, EIRP – equivalent isotropically radiated power): producto de la potencia suministrada a la antena P [W] por su ganancia con relación a una antena isótropa en una dirección dada (ganancia isótropa o absoluta) G_A [veces] o Potencia suministrada a la antena P [dBm] más su ganancia G [dBi].

Hot Spot: puntos del espacio en los cuales los niveles de campo son especialmente altos, debido al efecto de la superposición en fase de diversas ondas, provenientes de varios lugares.

Sistema de medición de banda ancha: conjunto de elementos para medir campos electromagnéticos, el cual ofrece una lectura de la variable

electromagnética considerando el efecto combinado de todas las componentes frecuenciales que se encuentran dentro de su ancho de banda especificado.

Sistema de medición de banda angosta: conjunto de elementos que permite medir de forma selectiva en frecuencia, el cual permite conocer la magnitud de la variable electromagnética medida (intensidad de campo eléctrico, magnético o densidad de potencia), debida a una componente frecuencial o a una banda muy estrecha de frecuencia.

Sonda: elemento transductor que convierte energía electromagnética en parámetros eléctricos medibles mediante algún instrumento. Puede ser una antena o algún otro elemento que tenga la capacidad descrita.

Tiempo de promediación: período de tiempo mínimo en el que se deben realizar las mediciones con el fin de determinar el cumplimiento con los límites máximos de exposición.

Ulterior: sucede o se ejecuta después de otra cosa

Zona de público en general: en la zona la exposición potencial al campo electromagnético está por debajo de los límites aplicables a la exposición no controlada del público en general, y por lo tanto, también está por debajo de los

límites aplicables a la exposición ocupacional/controlada, y que en el caso de múltiples fuentes, el nivel de exposición porcentual es menor al ciento por ciento (100%).

Zona ocupacional: En la zona ocupacional, la exposición potencial al campo electromagnético está por debajo de los límites aplicables a la exposición controlada/ocupacional, pero sobrepasa los límites aplicables a la exposición no controlada del público en general.

APORTE AL CONOCIMIENTO

- Aplicación de las condiciones de diseño para circuitos impresos con un Manejo avanzado en los comandos de ORCAD Y GERBTOOL.
- Comportamiento del campo eléctrico y campo magnético a través del espacio dependiendo de la potencia de la estación y la geografía de la zona.
- Observar las diferencias como: velocidad de operación, consumo de energía, tipos de refrigeración y clases de cuidados entre equipos con tubos al vacío y transistorados.
- Establecer diferencias entre los equipos utilizados para las estaciones radioeléctricas de AM y FM.
- Conocimiento de las normas que rigen las mediciones de campo electromagnético y el diseño de equipos para estas mediciones.
- El Desplazamiento a once (11) estaciones de radiodifusión y fuentes radiantes permitieron conocer diferentes tipos de instalaciones tanto de estudios de transmisión como de fuentes radiantes, permito observar las clases de

accesibilidad y recibir guía de mantenimiento, funcionamiento de equipos y clases de antenas.

RECOMENDACIONES A LAS EMPRESAS

- Tener en cuenta que los estudiantes de práctica que no residen en la ciudad donde está ubicada la empresa, deben asumir mayores gastos económicos que un practicante local, por lo tanto se podría incluir dentro del salario un subsidio para facilitar la estadía en la ciudad a este tipo de estudiante.

CONCLUSIONES

- El manejo de los programas de diseño de circuitos impresos permitió adquirir factores como: agilidad, destreza y capacidad en la toma de decisiones para rediseñar tarjetas electrónicas y hacer nuevos diseños a la empresa STUDEM COLOMBIANA LIMITADA.
- La profundización en normas que rigen las mediciones de campo electromagnético tales como las recomendaciones UIT K.52, normas IEEE, normas ISO, decretos y resoluciones permitieron crear archivos máster para agilizar procesos, disminuir errores y estandarizar las mediciones.
- La manipulación de equipos de alta tecnología, como son los GPS, medidores de distancias laser, medidores de campo y las Sondas, permiten adquirir nuevos conocimientos con respecto a las especificaciones técnicas, dando como resultado la capacidad de evaluar los equipo existentes en el mercado.
- La calibración de equipos debe ser realizada en laboratorios que funcionen con sistemas de calidad, factor importante para garantizar resultados confiables

BIBLIOGRAFÍA

STUDEM COLOMBIANA LIMITADA, Apuntes Manejo de ORCAD 9.2.

COLOMBIA, MINISTERIO DE COMUNICACIONES, Decreto 1295 de 1994

COLOMBIA, MINISTERIO DE COMUNICACIONES, Decreto 195 del 31 de enero del 2005

COLOMBIA, MINISTERIO DE COMUNICACIONES, Decreto 2269 del 16 de Noviembre de 1993

BENCARDINO, Ciro Martínez, Estadística Básica Aplicada: Tercera Edición, ECOE EDICIONES

COLOMBIA, MINISTERIO DE COMUNICACIONES, Resolución Número 001645 del 29 de julio del 2005

COLOMBIA, MINISTERIO DE COMUNICACIONES, Resolución 002643 del 4 de Noviembre del 2005.

Recomendación K.52 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T)

COLOMBIA, MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES, Ley 455

Manual de usuario Gerbert Tool Versión 14.1

ETS-LINDGREN, Manual HOLADAY HI-2200

Tomados de Internet: <http://>

www.ets-lindgren.com, Agosto 2008

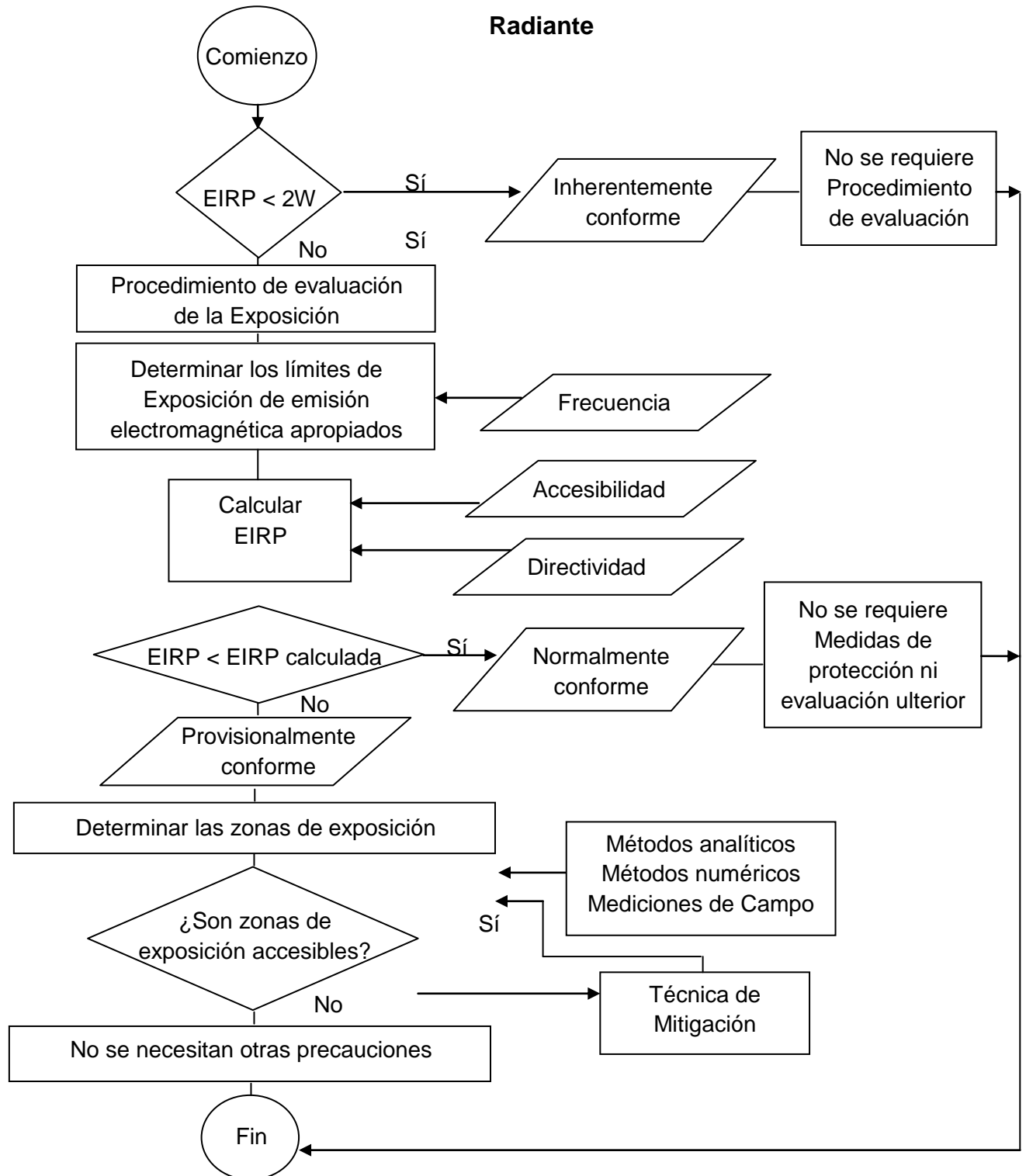
www.mincomunicaciones.gov.co, Septiembre-Diciembre 2008

www.narda-sts.com, Agosto – Octubre 2008

www.scribd.com/doc/16623/Graficos-de-Control, Diciembre 2008

www.sic.gov.co, Agosto – Diciembre 2008

Anexo A. Diagrama de Flujo Evaluación Exposición para una Fuente Radiante



Fuente: Recomendación UIT-T K.52

Anexo B. Límites Máximos de Exposición Según la Frecuencia de Operación

Tipo de exposición	Gama de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico E (V/m)	Intensidad de campo magnético H (V/m)	Densidad de potencia de onda plana equivalente, S (W/m²)
Ocupacional	9 - 65 KHz	610	24,4	-
	0,065 - 1 MHz	610	1,6/f	-
	1-10 MHz	610/f	1,6/f	-
	10 - 400 MHz	61	0,16	10
	400 -2.000 MHz	3 f ^{1/2}	0,008 f ^{1/2}	f/40
	2 - 300 GHz	137	0.36	50
Público en general	9 - 150 KHz	87	5	-
	0,15 - 1 MHz	87	0,73/f	-
	1-10 MHz	87/f ^{1/2}	0,73/f	-
	10 - 400 MHz	28	0,073	2
	400 -2.000 MHz	1,375 f ^{1/2}	0,0037 f ^{1/2}	f/200
	2 - 300 GHz	61	0,16	10

Fuente: Decreto 195 del 31 de Enero del 2005

Anexo C. Declaración De Conformidad de Emisión Radioeléctrica

Ciudad Y Fecha

DECLARACIÓN

Declaro que, de acuerdo con los documentos anexos, las mediciones hechas en los sistemas de telecomunicaciones de ___(Nombre empresa)___, autorizadas por el Ministerio de Comunicaciones para prestar los siguientes servicios de telecomunicaciones _____Servicios_____, cumplen con el Decreto 195 de 2005, por la cual se adoptan límites de exposición de las personas a campos electromagnéticos, se adecuan procedimientos para la instalación de estaciones radioeléctricas y se dictan otras disposiciones, no exponiendo a la población a campos electromagnéticos de valores superiores a los establecidos en este Decreto, se ha seguido la metodología propuesta para asegurar la conformidad de los mismos, se han delimitado en forma adecuada las zonas de exposición a campos electromagnéticos y se han efectuado las técnicas de mitigación, en los casos en los que aplican.

Declaro, además, que las mediciones serán conservadas por los términos establecidos en el Artículo 14 del Decreto 195 de 2005, y estarán a disposición del Ministerio de Protección Social y de Ambiente, del Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial, y del Ministerio de Comunicaciones.

Firma Representante Legal

(Estación de Radiodifusión)

Fuente: Resolución 001645 del 29 de Julio del 2005

**Anexo D. Declaración De Conformidad De Emisión Radioeléctrica del nivel de exposición
Porcentual**

REPÚBLICA DE
COLOMBIA



MINISTERIO DE
COMUNICACIONES

Empresa: _____

Actividad de Telecomunicaciones: _____

Fecha: _____

Datos de la(s) Antena(s)

No	Dirección	Municipio	Departamento	Categoría de Accesibilidad	Nivel de exposición porcentual	Empresa que realizó la medición	Fecha de medición

Firma Representante Legal

(Estación de Radiodifusión)

Firma Empresa de Medición

Fuente: Resolución 001645 del 29 de Julio del 2005

